



Acerca de este libro

Esta es una copia digital de un libro que, durante generaciones, se ha conservado en las estanterías de una biblioteca, hasta que Google ha decidido escanearlo como parte de un proyecto que pretende que sea posible descubrir en línea libros de todo el mundo.

Ha sobrevivido tantos años como para que los derechos de autor hayan expirado y el libro pase a ser de dominio público. El que un libro sea de dominio público significa que nunca ha estado protegido por derechos de autor, o bien que el período legal de estos derechos ya ha expirado. Es posible que una misma obra sea de dominio público en unos países y, sin embargo, no lo sea en otros. Los libros de dominio público son nuestras puertas hacia el pasado, suponen un patrimonio histórico, cultural y de conocimientos que, a menudo, resulta difícil de descubrir.

Todas las anotaciones, marcas y otras señales en los márgenes que estén presentes en el volumen original aparecerán también en este archivo como testimonio del largo viaje que el libro ha recorrido desde el editor hasta la biblioteca y, finalmente, hasta usted.

Normas de uso

Google se enorgullece de poder colaborar con distintas bibliotecas para digitalizar los materiales de dominio público a fin de hacerlos accesibles a todo el mundo. Los libros de dominio público son patrimonio de todos, nosotros somos sus humildes guardianes. No obstante, se trata de un trabajo caro. Por este motivo, y para poder ofrecer este recurso, hemos tomado medidas para evitar que se produzca un abuso por parte de terceros con fines comerciales, y hemos incluido restricciones técnicas sobre las solicitudes automatizadas.

Asimismo, le pedimos que:

- + *Haga un uso exclusivamente no comercial de estos archivos* Hemos diseñado la Búsqueda de libros de Google para el uso de particulares; como tal, le pedimos que utilice estos archivos con fines personales, y no comerciales.
- + *No envíe solicitudes automatizadas* Por favor, no envíe solicitudes automatizadas de ningún tipo al sistema de Google. Si está llevando a cabo una investigación sobre traducción automática, reconocimiento óptico de caracteres u otros campos para los que resulte útil disfrutar de acceso a una gran cantidad de texto, por favor, envíenos un mensaje. Fomentamos el uso de materiales de dominio público con estos propósitos y seguro que podremos ayudarle.
- + *Conserve la atribución* La filigrana de Google que verá en todos los archivos es fundamental para informar a los usuarios sobre este proyecto y ayudarles a encontrar materiales adicionales en la Búsqueda de libros de Google. Por favor, no la elimine.
- + *Manténgase siempre dentro de la legalidad* Sea cual sea el uso que haga de estos materiales, recuerde que es responsable de asegurarse de que todo lo que hace es legal. No dé por sentado que, por el hecho de que una obra se considere de dominio público para los usuarios de los Estados Unidos, lo será también para los usuarios de otros países. La legislación sobre derechos de autor varía de un país a otro, y no podemos facilitar información sobre si está permitido un uso específico de algún libro. Por favor, no suponga que la aparición de un libro en nuestro programa significa que se puede utilizar de igual manera en todo el mundo. La responsabilidad ante la infracción de los derechos de autor puede ser muy grave.

Acerca de la Búsqueda de libros de Google

El objetivo de Google consiste en organizar información procedente de todo el mundo y hacerla accesible y útil de forma universal. El programa de Búsqueda de libros de Google ayuda a los lectores a descubrir los libros de todo el mundo a la vez que ayuda a autores y editores a llegar a nuevas audiencias. Podrá realizar búsquedas en el texto completo de este libro en la web, en la página <http://books.google.com>



Informazioni su questo libro

Si tratta della copia digitale di un libro che per generazioni è stato conservata negli scaffali di una biblioteca prima di essere digitalizzato da Google nell'ambito del progetto volto a rendere disponibili online i libri di tutto il mondo.

Ha sopravvissuto abbastanza per non essere più protetto dai diritti di copyright e diventare di pubblico dominio. Un libro di pubblico dominio è un libro che non è mai stato protetto dal copyright o i cui termini legali di copyright sono scaduti. La classificazione di un libro come di pubblico dominio può variare da paese a paese. I libri di pubblico dominio sono l'anello di congiunzione con il passato, rappresentano un patrimonio storico, culturale e di conoscenza spesso difficile da scoprire.

Commenti, note e altre annotazioni a margine presenti nel volume originale compariranno in questo file, come testimonianza del lungo viaggio percorso dal libro, dall'editore originale alla biblioteca, per giungere fino a te.

Linee guida per l'utilizzo

Google è orgoglioso di essere il partner delle biblioteche per digitalizzare i materiali di pubblico dominio e renderli universalmente disponibili. I libri di pubblico dominio appartengono al pubblico e noi ne siamo solamente i custodi. Tuttavia questo lavoro è oneroso, pertanto, per poter continuare ad offrire questo servizio abbiamo preso alcune iniziative per impedire l'utilizzo illecito da parte di soggetti commerciali, compresa l'imposizione di restrizioni sull'invio di query automatizzate.

Inoltre ti chiediamo di:

- + *Non fare un uso commerciale di questi file* Abbiamo concepito Google Ricerca Libri per l'uso da parte dei singoli utenti privati e ti chiediamo di utilizzare questi file per uso personale e non a fini commerciali.
- + *Non inviare query automatizzate* Non inviare a Google query automatizzate di alcun tipo. Se stai effettuando delle ricerche nel campo della traduzione automatica, del riconoscimento ottico dei caratteri (OCR) o in altri campi dove necessiti di utilizzare grandi quantità di testo, ti invitiamo a contattarci. Incoraggiamo l'uso dei materiali di pubblico dominio per questi scopi e potremmo esserti di aiuto.
- + *Conserva la filigrana* La "filigrana" (watermark) di Google che compare in ciascun file è essenziale per informare gli utenti su questo progetto e aiutarli a trovare materiali aggiuntivi tramite Google Ricerca Libri. Non rimuoverla.
- + *Fanne un uso legale* Indipendentemente dall'utilizzo che ne farai, ricordati che è tua responsabilità accertarti di farne un uso legale. Non dare per scontato che, poiché un libro è di pubblico dominio per gli utenti degli Stati Uniti, sia di pubblico dominio anche per gli utenti di altri paesi. I criteri che stabiliscono se un libro è protetto da copyright variano da Paese a Paese e non possiamo offrire indicazioni se un determinato uso del libro è consentito. Non dare per scontato che poiché un libro compare in Google Ricerca Libri ciò significhi che può essere utilizzato in qualsiasi modo e in qualsiasi Paese del mondo. Le sanzioni per le violazioni del copyright possono essere molto severe.

Informazioni su Google Ricerca Libri

La missione di Google è organizzare le informazioni a livello mondiale e renderle universalmente accessibili e fruibili. Google Ricerca Libri aiuta i lettori a scoprire i libri di tutto il mondo e consente ad autori ed editori di raggiungere un pubblico più ampio. Puoi effettuare una ricerca sul Web nell'intero testo di questo libro da <http://books.google.com>

Spatt.G

39B-1

Scall. 6

ISTITUTO di FISICA
della R. UNIVERSITÀ - ROMA

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

VOLUME TREDICESIMO

XXX DEGLI ATTI



REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE

MILANO — Via S. Paolo, 10

1926

PROPRIETÀ LETTERARIA

È vietato riprodurre articoli della presente Rivista senza citarne la fonte.

INDICE DEGLI AUTORI

I nomi degli Autori in maiuscolo si riferiscono a scritti originali, quelli in corsivo a recensioni.
(A) comunicazione; (V) verbali; (L) lettere alla Redazione; (R) riassunti; (r) recensione di libri.

- AJANI F. — *Propagazione delle correnti di terre negli impianti elettrici e fenomeni connessi di induzione elettromagnetica sulle linee di telecomunicazione* 157-188
- Albin A. — «L'Elettrotecnica» (r) 245
- ALESSANDRI E. — *In tema di cementatura degli isolatori* (L.) 518
- Alexander A. — *Saldatura ad arco in idrogeno ed altri gas* 772
- Allen N. A. — *Prova a corrente continua dei cavi per alta tensione già posati* 842
- Ammon K. — *Inserzione dei ricevitori nelle cuffie telefoniche* 128
- Antinori A. — *Le cause del fenomeno Johnsen-Rahbek* 727
- Applegate L. M. - Brenton W. — *Aspetti tecnici ed economici dei sistemi di distribuzione per territori a consumo crescente* 17
- Appleton E. V. - Barnett A. F. — *Teoria magneto-ionica della propagazione delle onde elettromagnetiche* 287
- *Sulle variazioni d'intensità dei segnali radiotelefonici* 582
- ARNO' R. — *Perfezionamenti nei metodi ed apparecchi di misura industriale della potenza ed energia apparente e del fattore di potenza* (A) 454
- ASCOLI M. — *Le tariffe per la vendita dell'energia elettrica e i precetti degli utenti* (V) 156
- *Sul sistema monofase di trazione* (L) 703
- Augwin A. S. - Walmsley T. — *La stazione di Rugby - La stazione radio di Rugby* 745
- Austin L. W. — *Su un nuovo fenomeno nei rilevamenti radiogoniometrici precedenti il tramonto* 16
- *Misure d'intensità del campo elettromagnetico di onda r. t. transpacifiche* 83
- *Proposta di modifiche nella formula di trasmissione Austin Hohen* 798
- Auchincloss J. — *Vari metodi di sincronizzazione* 607
- BANFI A. — *Lo stato attuale della trasmissione a distanza delle immagini e la televisione* (V) 808
- BANFI A. — *Lo stato attuale della trasmissione a distanza delle portate dei corsi d'acqua* (A) 93
- *Sulla protezione differenziale delle linee* (A) 522
- Barnett A. F. - Appleton E. V. — *Teoria magneto-ionica della propagazione delle onde elettromagnetiche* 287
- *Sulle variazioni d'intensità dei segnali radiotelefonici* 582
- Barreca P. — *Su di un nuovo tipo di raddrizzatore* (L) 818
- BARTORELLI A. — *Considerazioni sulla isteresi magnetica* 712
- Bates M. H. — *Cambiamento del rapporto di trasformazione senza interruzione di carico* 13
- *Paralelo fra reti per mezzo di un trasformatore con variazione di rapporto sotto carico* 265
- BEAVER. — *Insulated Electric Cables* (r) 246
- Beadle W. N. — *Progressi negli impianti di trasporto dei petroli e degli oli minerali a mezzo di pompe e tubazioni* 165
- BECCA M. — *Sul riscaldamento elettrico* (L) 581
- BELLONI E. — *Sui servizi di pubblico trasporto a Milano* (L) 13
- *A proposito di tramvie interurbane* (L) 106
- Benda e Zastrow. — *Influenza dei raddrizzatori a mercurio sulle linee a correnti deboli* 362
- BERTSCHINGER A. — *L'accumulatore di vapore Ruths nelle centrali termoelettriche* 281
- BIFFI E. — *Strumenti di misura ed apparecchi elettrici* (r) 87
- Boyajian A. — *Studio sperimentale circa la possibilità di risonanza nei trasformatori dovuta alla quinta e settima armonica* 654
- BORDONI U. — *Il calcolo delle trasmissioni di calore per irradiazione* 213
- *Sulla misura delle piccole velocità dei gas* 260
- BOSCHI A. — *La ventilazione in circuito chiuso come mezzo di sicurezza nella pratica dell'esercizio* (A) 534
- BOSONE L. — *La protezione dei cavi contro i corti circuiti ed i contatti a terra* (A) 505
- BOTTANI E. — *Teorie, errori ed approssimazione del metodo chimico-elettrico per la misura delle portate* 99
- Braun E. — *Sul calcolo dei pozzi piezometrici* 581
- Brenton W. - Applegate L. M. — *Aspetti tecnici ed economici dei sistemi di distribuzione per territori a consumo crescente* 17
- BRUNÈ P. — *Supporti a pressione di liquido* (A) 646
- Burger E. E. — *Scaricatori per circuiti di trasmissione e di distribuzione* 307
- Butler H. E. — *Contributo alla soluzione di problemi di illuminazione a mezzo di proiettori* 843
- Bruce E. - Friis H. T. — *Metodo di misura dell'intensità del campo prodotto da segnali radio per frequenze fino a 40 megacicli* 844
- Callaway C. R. - Harrington E. D. — *Un importante impianto di ascensori veloci in un grattacielo di New York* 519
- CAMERER R. — *Vorlesungen über Wasserkraftmaschinen* (r) 633
- CAMPBELL G. A. — *Un sistema di «unità definitive» proposto per uso universale* (R) 814
- CAMPOS G. — *Sul circuito Duddel e sulle sue possibili applicazioni alla telegrafia e telefonia senza fili* (V) 228
- Cesari P. E. — *Elettrotecnica pratica - Vol. II. La corrente alternata* 224
- Ciaravelli E. — *Linee americane a 220 kV* (L) 817
- CLERICI C. — *L'illuminazione delle camere negli alberghi* 33
- *Le battaglie della luce* (V) 155
- *C. E. I.: Rapporti dei delegati italiani: Comitato di studio per le lampade* 724
- *Illuminazione elettrica e nuove lampade* (A) 833
- CERRATELLI B. — *Trasformatori con variazione di rapporto sotto carico* (A) 561
- Clarke E. — *Stabilità nel funzionamento dei sistemi di trasmissione a regime costante* 676
- Clark H. B. - Mathes R. C. — *Spegni-eco per lunghi circuiti telefonici* 552
- Charlton O. E. - Jackson J. E. — *Le perdite nel ferro sotto l'azione di due eccitazioni sovrapposte, a corrente alternata e a corrente continua* 221
- Churcher B. G. - Daunatt C. — *La misura delle perdite di energia dei grandi interruttori in olio* 198
- CISOTTI U. — *Lezioni di Meccanica razionale* (2ª edizione) (r) 246
- COEN CAGLI. — *Il porto di Marghera* (V) 832
- CONTALDI P. — *La meccanica e le macchine nella scuola e nell'industria* (r) 632
- Curdy R. G. — *Fenomeni di induzione causati da circuiti di illuminazione stradale su circuiti telefonici* 16
- Curry J. F. — *Aviazione* 676
- DALLA VERDE A. — *Le correnti di corto circuito* (V) 368
- D'AMELIO L. — *I motori aerodinamici* (V) 367
- DANCE H. E. — *Notes on the Induction Motor* (r) 732
- Daunatt C. - Churcher B. G. — *La misura delle perdite di energia dei grandi interruttori in olio* 198
- Darland A. J. - Gaugwer J. V. — *La lunga campata attraverso il Nerrows presso Tacoma* 262
- Davey W. P. - Wilson T. A. — *Uno studio dei dielettrici liquidi - Parte Iª: Effetto della umidità e del contenuto di aria* 166
- Davis J. H. — *Elettrificazione per servizio viaggiatori sulle linee della Staten Island della Baltimore and Ohio Railroad* 583
- DEHNE G. — *Die deutsche Elektrizitätswirtschaft* (r) 732
- DELLA SALDA C. — *Calcolo delle forze di attrazione magnetica nelle macchine elettriche* 258

DEL NUNZIO B. — Irradiazione per luminescenza (V)	8'2	Hough E. L. — Interruttori a richiusura automatica per corrente continua in impianti industriali	287
— La misura elettrica della velocità dell'acqua (A)	837	Hoxie E. A. — Accumulatori per il comando di apparecchiature azionate elettricamente	796
DEL VALLE G. — Sulla regolarità dei fenomeni idrologici (V)	228	Hoyt Taylor A. — Osservazioni sulla propagazione delle onde corte	772
— Oscillazioni climatiche (V)	295	Hubmann K. - Kasper L. - Zenneck J. — Ricerche sperimentali sui moltiplicatori statici di frequenza	35
— Ritmi cosmici nelle oscillazioni climatiche, con speciale riferimento alle serie pluviometrica Patavina	729	— Ricerche sperimentali su circuiti oscillanti con induttanze a nucleo di ferro	79
Dewey H. H. - Doherty R. E. — Considerazioni fondamentali sui limiti di potenza dei sistemi di trasmissione	109	— Analisi delle correnti alternate per mezzo del tubo di Braun	128
Doetsch C. W. — Il complesso ricevente di Villa Elisa	460	— Oscillazioni forzate in circuiti accordati ed accoppiati mediante bobine a nucleo di ferro	429
Doggeth L. A. - Heim J. W. - White M. W. — Un nuovo dispositivo per la misura del fattore di forma dell'onda	428	Hull A. W. — Rassegna della letteratura sui mezzi di cura coi raggi ultra violetti	167
Doherty K. E. - Dewey H. H. — Considerazioni fondamentali sui limiti di potenza dei sistemi di trasmissione	109	Jackson J. E. - Charlton O. E. — Le perdite nel ferro sotto l'azione di due eccitazioni sovrapposte, a corrente alternata e a corrente continua	221
DONATI L. — Memorie e note scientifiche (r)	22	Jarvis K. W. - Landon V. D. — Sull'effetto rigenerativo negli apparati radio riceventi a triodi	490
— Su alcune quistioni attinenti ai principi dell'elettromagnetismo (R)	452	Johnson S. R. — Le elettrificazioni delle ferrovie di Stato all'isola di Giava	290
— Su alcune quistioni attinenti ai fondamenti dell'elettromagnetismo (A)	662	JOUST R. — Recenti progressi nella costruzione dei tubi elettronici	459
DUNSHEATH — Studi e discussioni sui problemi dei cavi per alta tensione (R)	354	Karapetoff V. — Teoria dell'assorbimento nei dielettrici solidi	704
E. K. — Marcia in parallelo dei raddrizzatori a vapori di mercurio fra loro e con altri gruppi generatori	240	Kasper L. - Hubmann K. e Zenneck J. — Ricerche sperimentali sui moltiplicatori statici di frequenza	35
Eachron K. B. - Wade E. J. — Studio sullo spinterometro ad aghi	264	— Ricerche sperimentali su circuiti oscillanti con induttanze a nucleo di ferro	79
Egan F. D. — Schermi di comando per servizi ausiliari di laminatoi	844	— Oscillazioni forzate in circuiti accordati ed accoppiati mediante bobine a nucleo di ferro	429
Eggeling G. — Contributo al calcolo delle tensioni indotte nelle linee telefoniche dalle linee ad alta tensione	385	— Analisi delle correnti alternate per mezzo del tubo di Braun	128
ENTE AUTONOMO PER L'ACQUEDOTTO PUGLIESE. — Relazione al Parlamento per l'anno 1925.	732	Kesselmeyer C. T. - Kostko J. K. — Sulla natura delle perdite per effetto corona	62
EPICOCO A. — Sollecitazioni tangenziali e forzamenti nelle ruote polari dei moderni alternatori	121	Kierstead F. H. — Reattanze limitatrici di corrente con isolamento a prova di fuoco	458
ESSELBORN — Lehrbuch der Elektrotechnik (r)	633	Koashi T. - Kurokawa K. — Ponte per la misura delle frequenze	143
Evans K. D. - Wagner C. F. — Studi sulla stabilità di trasmissione	706	Kouwenhoven W. B. — L'elettrometro a quadranti	15
FAGIANI G. — Misure di correnti pulsanti	239	Kostko J. K. - Kesselmeyer C. T. — Sulla natura delle perdite per effetto corona	62
FANO G. — Gli impianti di distribuzione di energia e la nuova sottostazione Tiburtina della Soc. El. e Gas di Roma (V)	392	Kristen J. — La regolazione del fattore di potenza nella marcia in parallelo di più centrali	308
FERRARI. — Nuovi dispositivi per migliorare la stabilità delle linee ad altissima tensione (V)	850	Kummer V. — Risultati economici della trazione elettrica sulle Ferrovie Federali Svizzere nell'esercizio 1924	337
FERRERIO P. — Centrali termiche nord-americane (A)	644	Küpfmüller K. — Ponte di misura a frequenza radio	628
Freeman H. M. — Caratteristiche di funzionamento di tubi elettronici rivelatori di oscillazioni r. t.	222	Kurokawa K. - Moashi T. — Ponte per la misura delle frequenze	143
Fris H. T. — Su un nuovo sistema ricevente direzionale	607	LACCETTI L. — Le caratteristiche ed i vantaggi della protezione ultra rapida su tutte le linee a corrente continua, con speciale considerazione delle linee di trazione ad alta tensione (A)	527
Finch J. L. — Sull'accoppiamento in parallelo di alternatori ad alta frequenza, tipo Alexanderson	220	— Dinamo per la ferrovia Bribano-Agordo (L)	286
Fischer F. P. — La sottostazione automatica di Bourbon Street della New Orleans Public Service	519	Landon V. D. - Jarvis K. W. — Sull'effetto rigenerativo negli apparati radio riceventi a triodi	490
Fortescue L. C. — Stabilità delle trasmissioni	36	LANINO P. G. — Elettrotecnica pratica (r)	416
Fris H. T. - Bruce E. — Metodo di misura dell'intensità del campo prodotto da segnali radio per frequenze fino a 40 megacicli	844	Latenser A. — Criteri tecnici ed economici nella costruzione dei moderni locomotori per grande trazione	310
Fult C. M. — Alcuni problemi dei sistemi Edison e mezzi per giungere alla loro soluzione	845	Lau E. — Nuovi apparati elettroacustici	84
Gallina V. — Verso il riscaldamento elettrico degli ambienti	240	Langmuir I. - Weinman R. H. — Saldatura elettrica ad arco in atmosfera di idrogeno atomico	704
— Sui metodi termici in generale e sui procedimenti elettrotecnicici per la misura delle piccole velocità dei liquidi	489	Langmuir I. — Fiamme di idrogeno atomico	704
VAN GASTEL G. — Calcul et construction des réseaux (r)	224	Le Clair T. G. — Sbarre per correnti di grande intensità a 60 periodi	287
GAY L. — La mathématique du chimiste (r)	732	Lee E. S. — La misura della potenza resa nei grossi turbo-alternatori durante le prove del consumo d'acqua in caldaia	167
G. B. — Il riscaldamento dei treni viaggiatori sulle linee esercitate a trazione elettrica	193	Lenegan D. W. — L'elettricità nell'industria della fabbricazione del ghiaccio artificiale	307
Gilman W. C. - Hedley W. J. — L'illuminazione dei piazzali della stazione ferroviaria di Selkirk, N. Y., della New York Central Railroad	705	Lentz G. W. — Piccoli trasformatori per alte tensioni	822
GIORGIO G. — Sulle azioni dovute agli elementi di circuiti elettrici — Sulle discussioni recenti intorno ai fondamenti dell'elettrodinamica (V)	320	Links G. F. — La sottostazione di Pittsfield della General Electric Company per la prova delle elevate capacità di rottura	706
Goldsmith A. N. — Progressi nel campo della radioricezione durante l'anno 1925	460	Liston L. — Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. A.	406
Gongwer J. V. - Darland A. F. — La lunga campata attraverso il Nerrows presso Tacoma	262	LOCATELLI L. — L'industria italiana all'Esposizione di Grenoble	56
Gu... — Veicoli Diesel-elettrici	130	Lombardi L. — I lavori della Commissione Elettrotecnica Internazionale a New York	326
Guastalla G. — L'officina di Arquata Scrivia della Società Edison	654	— La Riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale a New York	401
GUASTALLA M. — Sui servizi di pubblico trasporto a Milano (L)	13	— Commissione Elettrotecnica Internazionale - Rapporti dei Delegati italiani: Comitato di studio per le tensioni normali; Comitato di studio per la nomenclatura; Comitato di studio per i simboli	546
Guillot F. — Funzionamento di equipaggiamenti di comando per trazione sulle automotrici della Staten Island Rapid Transit Company	822	— Ancora sugli accumulatori leggeri tipo Pouchain (L)	650
Hanna C. R. — Progetto di ricevitori telefonici	432	— Il «Bureau of Standards» degli Stati Uniti (A)	710
Harrington E. D. - Callaway C. R. — Un importante impianto di ascensori veloci in un grattacielo di New York	519	— Ancora sugli accumulatori leggeri tipo Pouchain (L)	770
HARRY R. — Engines of high output (r)	224	LOMBARDI P. — Campi magnetici di soffiamento nei combinatori tramviari	304
Hedley W. J. - Gilman W. C. — L'illuminazione dei piazzali della stazione ferroviaria di Selkirk, N. Y., della New York Central Railroad	705	— Sui «controller» (L)	488
Heim J. W. - Doggett L. A. - White M. W. — Un nuovo dispositivo per la misura del fattore di forma dell'onda	428	LOMBARDI L. e P. — Nuove macchine ed apparecchi di conversione (A)	637
Heising R. A. — Produzione di una sola banda laterale per la radiotelegrafia transatlantica	108	LOMBARDO G. B. — Sul riscaldamento elettrico (L)	362
Herbert E. Ives. — Cellule fotoelettriche a metalli alcalini	818	Lorentz A. — Nuovi locomotori per treni diretti delle ferrovie austriache	18
Hobart A. M. - Spraragen W. — La saldatura ad arco nelle costruzioni metalliche o meccaniche	262	Luthlen H. — Le nuove elettrificazioni delle ferrovie austriache	461
Hollendorff F. — Perdite per isteresi e per correnti parassite nei lamierini di ferro	82	Majone G. — Sulla misura delle piccole velocità dei gas (A)	70

MANDO' A. — Contributo delle nostre ligniti alla risoluzione del problema termoelettrico italiano (V)	660	PONZINI A. — Apparecchio per la distillazione dei liquidi e concentrazione delle soluzioni (V)	520
Marbury R. E. — Un nuovo metodo per misurare l'assorbimento dielettrico	384	Posthumus K. - van der Pol jr. B. — Un apparato trasmettente a triodi da 200 kW	550
Marx E. — Tensione di scarica degli isolatori per differente andamento della tensione applicata	430	POUCHAIN A. — Ancora sugli accumulatori piombo-zinco (L)	742
MARIOTTI F. — Impianti industriali d'illuminazione	163	PUGNO VANONI E. — La valvola termoionica nelle misure	26
MARZOLO F. — Utilizzazione di forze idrauliche (r)	246	— Laboratorio radiologico di taratura e ricerca	697
— La nuova sala sperimentale delle «Costruzioni Meccaniche Riva»	672	RAIMONDI F. — Limitatore induttivo e auto-avviatore sistema R. I. F.	590
— La nuova turbina da 24.000 kV per il Velino	820	RATTI N. — Commissione Elettrotecnica Internazionale - Rapporti dei Delegati italiani: Comitato di studio per i motori primi	606
MASCARINI G. — Sul riscaldamento elettrico dei treni (L)	286	— Turbine ed impianti elettrici nel Nord America (A)	757
Mathes R. C. - Clark H. B. — Spegni-eco per lunghi circuiti telefonici	552	REBORA G. — Le condizioni elettriche di funzionamento dei forni a resistenza (A)	137
Meyer U. — Le proprietà delle linee krapupizzate	703	— L'isolamento degli avvolgimenti (A)	531
Mesny R. — Produzione di oscillazioni polifasi a mezzo di tubi elettronici	106	— La temperatura di regime degli avvolgimenti	533
MINISTERO LL. PP. — Notizie sull'attività del servizio idrografico (r)	732	— Nuove osservazioni sui fenomeni che minacciano gli impianti elettrici (A)	661
MONTEFINALE G. - PESSION G. — Esperienze di radiotelegrafia commerciale ad onde corte	446	Regerbis. — Misura della distribuzione della tensione e del campo elettrico su catene di isolatori	241
Montsinger V. M. - Moody W. S. — L'uso di materiali isolanti costituiti da ercolite nei trasformatori	582	REVESSI G. — La trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica (r)	67
Moody W. S. - Montsinger V. M. — L'uso di materiali isolanti costituiti da ercolite nei trasformatori	582	— La funzione storica della produzione della energia (A)	253
Morecroft J. H. - Turner A. — Sull'azione degli schermi per campi elettrici e magnetici	196	— La funzione economica della produzione dell'energia (A)	424
MORELLI E. — Il vero significato della temperatura ambiente, dei limiti massimi di temperatura e delle sopraelevazioni di temperatura	483	Rice E. V. — Una rassegna delle industrie elettriche	461
— Commissione Elettrotecnica Internazionale. - Rapporti dei Delegati italiani: Comitato di studio per le macchine	546	Ridder. — Frequenza naturale di bobine	83
— Le officine di costruzioni elettromeccaniche negli Stati Uniti nel 1926	613	RIMINI C. — Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative	274-297-321-345-369-393
— Costruzioni elettromeccaniche (r)	632-847	— Il significato degli operatori vettoriali e le equazioni di Maxwell	665
MOTTI — Impianti della Soc. Meridionale di Eletticità (V)	851	Rogers L. B. — Alcuni aspetti interessanti dell'elettrificazione di un tronco ferroviario della rete del Nord in Spagna	730
ORSI A. — «Super - Neutro - Ultra - Dina» ed i principali montaggi classici (r)	66	RONCALDIER A. — Note sugli scambi di energia fra impianti elettrici	8
Osnos M. — Metodi di misura della resistenza d'aereo	821	RONCHI V. — I reticoli (V)	44
PACORET M. E. — Aide-mémoire-formulaire de l'électricité de la mécanique et de l'électromécanique (r)	732	RONCO N. — Raccolta di esempi e di problemi con soluzione sulla idraulica e le sue applicazioni (r)	732
PAGLIARO F. — Canali idroelettrici	575	ROSSI-DANIELLI L. — Sui «controller» (L)	487
PALESTRINO C. — Esperienze su accumulatori leggeri tipo Pouchain (A)	617	Rossmann F. - Zenneck J. — Confronto fra accoppiamento induttivo e accoppiamento diretto	78
— Ancora sugli accumulatori piombo-zinco (L)	742	Rowney H. — Storia delle sottostazioni automatiche per varie applicazioni	655
— Esercizio dei grandi impianti elettrici americani (V)	831	RUBINO M. — I torsiometri e le misure di potenza (r)	732
Palm A. — Misure di tensione a frequenza radio	843	Rukop H. — Risultati sperimentali di radiotelegrafia con onde corte	674
PANETTI M. — Le specializzazioni della ingegneria e gli esami di Stato	238	RUTELLI G. P. — Potere termoelettrico ed effetto Peltier in un campo magnetico di orientazione variabile	5
PARIS M. — Sulla macchina in serie, a corrente alternata trifase e a collettore	685	SAGGIORI G. — La riproduzione dei suoni in radiotelegrafia (V)	632
PASSERINI L. — Segnalazioni acustiche per dighe di ritenuta	516	SAN NICOLO' R. — L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano	380
— Sulla determinazione per via grafica dell'energia rappresentata da un serbatoio	457	— Note economiche e finanziarie	38-111-168-242-312-388-463-552-680-748-824
PELLÒ L. F. — Sulla classificazione delle lampade elettriche ad incandescenza	816	Santi G. B. — Prove di trazione trifase a frequenza industriale sulla linea del Ceniso	265
PERI G. — Note sulla durata di combustione delle lampade a tungsteno	117	SARTORI G. — Conversione delle frequenze (V)	116
— Rilievi sperimentali sulla illuminazione di strade (A)	620	Schenkel M. — Misura della potenza reattiva negli impianti con raddrizzatori a mercurio	385
— L'illuminazione elettrica (r)	847	Schreihage W. - Schuchmann Ph. — Misure di piccole variazioni di frequenza mediante l'oscillografo	488
PERUCCA E. — Misure fotometriche e di abbagliamento in fari per autoveicoli	45	Schroeter F. — Radiotelegrafia fotografica	363
PESCI L. — Le acque industriali e l'energia elettrica nei rapporti internazionali	20	Schuchmann Ph. — La regolazione della lunghezza d'onda di apparati radio-trasmettenti	488
— Esercizio ed impianto di ascensori - Le «sfiamate dei trams»	86	— Misure di piccole variazioni di frequenza mediante l'oscillografo	488
— Ancora sulla radiotelegrafia e sulle sue norme legislative	315	Schuler H. V. — La protezione degli impianti a correnti deboli lungo le ferrovie elettrificate	288
— Il nuovo decreto sulle tariffe dell'energia elettrica	415	SCOLARI T. — Alcune note sugli interruttori a richiusura automatica per alimentatori a corrente alternata (A)	541
— Controversie sul sopraprezzo dell'energia	584	SEMENZA G. — Applicazioni domestiche della corrente elettrica negli Stati Uniti (V)	831
— Il regime giuridico internazionale nelle comunicazioni senza filo	656	— La tarifficazione negli Stati Uniti (V)	831
— Le sfiamate dei trams	828	— Segnalazioni stradali per la regolazione del traffico negli Stati Uniti (V)	831
— Questioni relative al R. D. L. 4 marzo 1926, n. 681	166	SEMENZA M. — Sui servizi di pubblico trasporto a Milano (L)	13
Petrovsky V. — Sistema dimensionale di notazioni	446	SENIGALLIESI D. — Su un nuovo tipo di raddrizzatore	605
PESSION G. - MONTEFINALE G. — Esperienze di radiotelegrafia commerciale ad onde corte	126	Senigalliesi E. — Su di un nuovo tipo di raddrizzatore (L)	818
Petersen P. O. — Su un nuovo metodo di misura della resistenza di un conduttore per correnti ad alta frequenza	596	SEQUI U. — Le battaglie per l'energia. - Il carbone bianco e nero. - Le centrali a lignite (V)	660
PICKER G. - PFIFFNER E. — I problemi della protezione contro le sovratensioni (A)	166	SERRATO V. — Illuminazione razionale degli stabilimenti industriali (L)	262
Pilgrim E. W. — L'applicazione dei motori elettrici nell'industria della frantumazione delle pietre	384	Seveso A. — Moderne costruzioni di gallerie a forti inclinazioni	263
Pike O. W. - Warner J. C. — Tubi elettronici con catodo di tungsteno al torio	551	SICARDI M. — Costruzioni elettromeccaniche americane (L)	841
Piola E. — Il ritardo nella eccitazione delle dinamo	649	Slepian J. — Teoria dello scaricatore «Autovalvola»	335
PONTREMOLI A. — Sul funzionamento del tubo Coolidge in tensione continua o tensione sinusoidale raddrizzata e le conseguenti caratteristiche nello spettro continuo dei raggi X	793	Smith-Rose R. L. — L'effetto della forma delle antenne trasmettenti sui rilevamenti radiogoniometrici	490
— Le origini sperimentali della teoria dei «quanta»	219	SOLERI G. — Prove sui cavi ad alta tensione	624
Van der Pol jr B. - Posthumus K. — Un apparato trasmettente a triodi da 200 kW	550	SORGER W. — L'economia della trazione elettrica in relazione alla manutenzione dei locomotori e relative officine	130
Polvani G. — Sul «Magnetron» di Albert W. Hull	280	Soria G. — Una locomotiva italiana Diesel-elettrica	130
— Campo magnetico prodotto da una corrente circolare nei punti del suo piano	418	SPECCHIA O. — La tecnica del vuoto (V)	116
— L'introduzione dell'ipotesi dei «quanta» nella fisica		Spraragen W. - Hobert A. M. — La saldatura ad arco nelle costruzioni metalliche e meccaniche	262
		Spectator. — Impressioni sull'esercizio delle tramvie urbane europee	631
		Snyder W. B. — Confronto fra convertitrici sincrone e gruppi di conversione motore sincro-dinamo per impianti industriali	583

STADERINI P. — Su alcuni problemi relativi al rifasamento degli impianti	800	VIEWEGER H. — <i>Elettrotecnica generale ed applicata</i> (r)	416
Taylor J. R. — La costruzione di un generatore da 80.000 kW	745	Vogt H. — La convenienza degli impianti di rifasamento per gli utenti	336
TEDESCHI F. — L'induzione più conveniente nel nucleo polare delle macchine a corrente continua	485	Wade E. F. - Eachron K. B. — Studio sullo spinterometro ad aghi	264
TECNOMASIO ITALIANO BROWN BOVERI. — <i>Locomotive Diesel elettriche</i> (L)	219	Wagner C. F. - Evans K. D. — Studi sulla stabilità di trasmissione	706
TRENCHAM H. - WEDMORE G. B. — <i>Switchgear for Electric Power Control</i>	246	Walmsley T. - Augwins A. S. — La stazione di Rugby - La stazione radio di Rugby	745
TIRONE G. — Sul riscaldamento elettrico dei treni (L)	195	Warner J. C. - Pike O. W. — Tubi elettronici con catodo di tungsteno al torio	384
TODESCO G. — <i>La moderna ottica delle oscillazioni elettriche</i> (V)	67	WEDMORE G. B. - TRENCHAM H. — <i>Switchgear for Electric Power Control</i> (r)	246
TUCCI U. — <i>Accumulatori elettrici</i> (r)	134	WEICHER W. — <i>Avviene negli isolatori di porcellana un invecchiamento?</i>	333
Turley E. L. — Miglioramenti nei sistemi di ventilazione delle sottostazioni automatiche	363	Weinmann R. H. - Langmuir F. — Saldatura elettrica ad arco in atmosfera di idrogeno atomico	704
Turner L. B. — <i>Cimometri</i>	61	Whitehead J. B. — Assorbimento dielettrico e teoria sul comportamento dei dielettrici	705
— Leggi di propagazione delle onde elettromagnetiche intorno alla terra	842	Wilson T. A. - Davey W. P. — Uno studio dei dielettrici liquidi. Parte I ^a : Effetto della umidità e del contenuto di aria	166
Turner A. - Morecroft J. H. — Sull'azione degli schermi per campi elettrici e magnetici	196	White M. W. - Heim J. W. - Doggett L. A. — Un nuovo dispositivo per la misura del fattore di forma dell'onda	428
Tupper A. W. — Fari elettrici per illuminazione non richiedenti sorveglianza	705	WOODRUFF. — <i>Principles of Electric Power Transmission and Distribution</i> (r)	245
VALLAURI G. — <i>Convertitori statici di corrente elettrica (Raddrizzatori - Generatori di oscillazioni - Moltiplicatori di frequenza)</i> (A)	182-205-230	ZANINI. — <i>Apparati centrali di blocco e segnalamento di Ses.ri Ponente</i> (V)	443
— <i>Prove su condensatori a mica</i>	733	Zastrow e Benda. — Influenza dei raddrizzatori a mercurio sulle linee a correnti deboli	362
VALLAURI R. — <i>C. E. I.: Rapporti dei delegati italiani: Comitato di studio per i motori di trazione</i>	724	Zennek J. - Kasper L. - Hubmann K. — Ricerche sperimentali sui moltiplicatori statici di frequenze	35
Valle G. — Complementi alla teoria del Righi sull'esperienza di Michelson	197	— Ricerche sperimentali sui circuiti oscillanti con induttanze a nucleo di ferro	79
VENTRELLA L. — <i>Considerazioni sulla trazione elettrica ferroviaria con accumulatori</i> (V)	444	— Analisi delle correnti alternate per mezzo del tubo di Braun	128
— <i>Ancora sugli accumulatori piombo-zinco</i> (L)	742	— Oscillazioni forzate in circuiti accordati ed accoppiati mediante bobine a nucleo di ferro	429
von Verebely L. — I fondamenti elettrotecnici di un nuovo sistema di trasformazione di fase per le ferrovie	407	Zennek J. - Rossmann F. — Confronto fra accoppiamento induttivo e accoppiamento diretto	78
Vernon H. H. — Freno a solenoide per motori a corrente alternata con rotore avvolto	797	Zimmermann W. — Un grande impianto di raddrizzatori a mercurio in una officina metallurgica	409
VEROLE P. — <i>La grande trazione elettrica</i> (r)	632		

INDICE DELLE MATERIE

SOMMARIO: 1. A. E. I. — 2. Accumulatori ed accumulazione dell'energia — 3. Apparecchi di manovra, regolazione, protezione, ecc. — 4. Applicazioni agricole — 5. Applicazioni termiche — 6. Applicazioni varie — 7. Bilanci, Dividendi e Notizie delle Società elettriche — 8. Brevetti — 9. Condutture — 10. Costruzioni elettromeccaniche — 11. Decreti, leggi, norme e regolamenti — 13. Elettrochimica ed elettrometallurgia — 14. Elettrofisica — 15. Elettrotecnica generale — 16. Fisica e chimica — 17. Generatori elettrici e pile — 18. Idraulica — 19. Illuminazione e fotometria — 20. Impianti — 21. Indice bibliografico — 22. Industria nazionale — 23. Insegnamento, istituti, scuole e laboratori — 24. Libri e pubblicazioni — 25. Magnetofisica — 26. Materiali — 27. Meccanica — 28. Misure: metodi ed strumenti — 29. Motori elettrici — 30. Motori primi, caldaie, ecc. — 31. Necrologie — 32. Note e questioni economiche e finanziarie — 33. Note e questioni legali — 34. Radiotelegrafia e radiotelefonica — 35. Società scientifiche, associazioni, concorsi, ecc. — 36. Statistiche. — 37. Tarifficazione e vendita — 38. Telefonia, telegrafia, segnalazioni — 39. Trasformatori, convertitori, raddrizzatori, ecc. — 40. Trasmissione e distribuzione — 41. Trazione e propulsione — 42. Varie.

1. - A. E. I.

a) Comunicati.

Per le norme ed i compiti tecnici dell'A. E. I.	25
Concorso per un posto di Ingegnere presso l'Ufficio Centrale	44-45-67-92

b) Consiglio Generale.

269

c) Riunioni annuali.

La XXX^a Riunione dell'A. E. I. a Napoli:

Note di Redazione	137-157-205-230
Verbalì	148-174-201-225-246-269

La XXXI^a Riunione dell'A. E. I. a Brescia:

Note di redazione	69-230-445-469-493-521-561-589-709-733
Programmi	90-491-520-556
Cronaca	609
Verbalì	752-774-802-828

d) Sezioni.

Sezione di Bari	24-155-849
» » Bologna	24-67-116-126-244-468-588-660-684
» » Catania	156
» » Firenze	16-270-660
» » Genova	68-271-295-319-367-443-468-492-684
» » Milano	24-116-155-228-319-342-443-468-520-808
» » Napoli	91-252-367-850-852
» » Palermo	271
» » Roma	319-392-635
» » Torino	228-295-368-392-444
» » Trento	636
» Sarda	136
» Veneta	368-832

e) Commissioni e Comitati.

Commissione Elettrotecnica internazionale	24-225-269-293-297-321-546
Comitato esecutivo per le onoranze a Volta	90
Comitato elettrotecnico italiano	91-633
I lavori della Commissione elettrotecnica internazionale a Nuova York	326
La Riunione di New York della Commissione elettrotecnica internazionale	393
Riunione della Commissione elettrotecnica internazionale a Nuova York - L. L.	401
Comitato di studio per le tensioni normali (Relazione)	546
Comitato di studio per la nomenclatura (Relazione)	547
Comitato di studio per i simboli (Relazione)	547
Comitato di studio per le macchine (Relazione)	547
Commissioni e Comitati dell'A. E. I.	558
Elenco delle cariche sociali dell'A. E. I.	558

L'opera svolta dal «Comitato nazionale italiano della illuminazione e del riscaldamento» nel secondo anno del suo funzionamento (Relazione)

Comitato di studio per i motori primi (Relazione)	587
Comitato nazionale italiano della illuminazione e del riscaldamento	606
Comitato di studio per i motori di trazione (Relazione)	707
Comitato di studio per le lampade (Relazione)	724
Comitato di studio per le lampade (Relazione)	727

f) Votazioni - Statuto - Regolamento.

Elezioni generali	757
Le elezioni per la nuova Presidenza	781

g) Varie.

L'A. E. I. nel 1921	1
L'A. E. I. all'Esposizione di Grenoble	25
L'Italia all'Esposizione di Grenoble	45
L'industria italiana all'Esposizione di Grenoble - L. Locatelli	56
La celebrazione Voltiana del 1927	69
Personalità	116-204-416-832
Voltiana	230
Visita agli impianti francesi	254
Programma della visita agli impianti elettrici in Francia	272
Manifestazioni elettrotecniche internazionali e nazionali	297
Conferenza mondiale dell'energia	310
Viaggio dell'A. E. I. in Francia	321
Programma definitivo della visita agli impianti elettrici in Francia	343
La gita dell'A. E. I. in Francia	345
La moderna tecnica dei cavi... e le discussioni tecniche	345
Il trentennio della radiotelegrafia	369
L'escursione dell'A. E. I. in Francia	369-417-440
Terza Conferenza internazionale di Unificazione	388
Onoranze a Guglielmo Marconi	417
Le onoranze tributate a Guglielmo Marconi dalla città di Bologna e dalla Sezione dell'A. E. I.	436
Echi della gita in Francia	468
Pubblicazioni dell'A. E. I.	560
Riunioni e manifestazioni internazionali	709
La Conferenza dell'Energia mondiale (World Power Conference) a Basilea	721
Il primo Congresso dell'«Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique»	731
La Conferenza di Marconi all'Augusteo	774
L'Esposizione di Basilea ed il concorso italiano	781
La partecipazione italiana alla Esposizione della Navigazione interna e dell'Utilizzazione delle forze idrauliche a Basilea	798
Echi dell'Esposizione di Grenoble	823

2. - Accumulatori ed accumulazione dell'energia.

Note di redazione.

Accumulazione termica dell'energia	273
Ancora sugli accumulatori piombo-zinco	613
Gli accumulatori piombo-zinco	637

Articoli e comunicazioni.

L'accumulatore di vapore Ruths nelle centrali termo-elettriche - A. Bertschinger	281
Esperienze su accumulatori leggeri tipo Pouchain - C. Palestrino	617

Lettere alla redazione.

Ancora sugli accumulatori leggeri tipo Pouchain - L. Lombardi	650-770
Ancora sugli accumulatori piombo-zinco - C. Palestrino	742
» » » » L. Ventrella	743
» » » » A. Pouchain	744

Sunti e sommari.

Accumulatori per il comando di apparecchiature azionate elettricamente - E. A. Hoxie	796
--	-----

Cronaca.

Notizie sulla trazione con accumulatori	110
---	-----

Libri e pubblicazioni.

Accumulatori elettrici - U. Tucci	134
Gli accumulatori elettrici - L. Bonacossa	416
La nuova teoria di Féry per l'accumulatore a piombo - E. Denina	416
Manuale dell'Ingegnere civile ed industriale - G. Colombo	416

Verbalì delle Riunioni.

Considerazioni sulla trazione elettrica ferroviaria con accumulatori - L. Ventrella	444
---	-----

3. - Apparecchi di manovra, protezione, regolazione, ecc.

Note di redazione.

I verbalì di Napoli e la prossima Riunione di Brescia	205
La regolarità del funzionamento degli impianti ed il Congresso di Brescia	230
Prove sui combinatori (controller)	297
La prossima Riunione di Brescia	445
La Riunione di Brescia	469
Argomenti di discussione a Brescia	493
La protezione delle reti in cavo	493
Segnali di allarme per gli impianti a serbatoio	493
La Riunione di Brescia	521-561
Dopo Brescia	589
Centrali termiche e criteri industriali nord-americani	637
Le sovratensioni negli impianti elettrici	661
L'impianto di Galliciano	781

Articoli e comunicazioni.

Campi magnetici di soffiamento nei combinatori tramviari - P. Lombardi	304
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. S. N.	380
La protezione dei cavi contro i corti circuiti ed i contatti a terra - L. Bosone	505
Segnalazioni acustiche per dighe di ritenuta - L. Passerini	516
Sulla protezione differenziale delle linee - A. Barbagelata	522
Le caratteristiche ed i vantaggi della protezione ultrarapida su tutte le reti a corrente continua, con speciale considerazione delle linee di trazione ad alta tensione - L. Laccetti	527
Alcune note sugli interruttori a richiusura automatica per alimentatori a corrente alternata - T. Scolari	541
Rapporto del Comitato di studio per le tensioni normali - L. Lombardi	546
Limitatore induttivo ed autoavviatore sistema R.I.F. - F. Raimondi	530
I problemi della protezione contro le sovratensioni - E. Pfiffner, G. Picker	596
Centrali termiche nord-americane - P. Ferrerio	644
Nuove osservazioni sui fenomeni che minacciano gli impianti elettrici - G. Rebora	661
Impianto idroelettrico di Galliciano della Società Ligure-Toscana di elettricità	781

Lettere alla redazione.

Sui «controller» - S. Rossi Danielli	487
» » P. Lombardi	488

Sunti e sommari.

Regolazione dei motori ad induzione col sistema Brown Boveri - Scherbius	106
Problemi vitali intorno alla protezione degli impianti elettrici	141

La misura delle perdite di energia nei grandi interruttori in olio - B. G. Curcher - C. Daunat	198
Interruttori a richiusura automatica per corrente continua in impianti industriali - E. L. Hough	287
Scaricatori per circuiti di trasmissione e di distribuzione - E. E. Burger	307
Teoria dello scaricatore «Autovalvola» - J. Slepiau	335
Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. A. - L. Liston	406
Un nuovo dispositivo per la misura del fattore di forma dell'onda - L. A. Dogget - J. W. Heim - M. W. White	428
Reattanze limitatrici di corrente con isolamento a prova di fuoco - F. H. Kierstead	458
La regolazione della lunghezza d'onda di apparati radiotrasmettenti - Ph. Schuchemann	488
Vari metodi di sincronizzazione - J. Auchinloss	607
La sottostazione di Pittsfield della Gen. El. Co. per la prova delle capacità di rottura - G. F. Links	705
Interruttore automatico per motori ad induzione	771
Accumulatori per il collaudo di apparecchiature azionate elettricamente - E. A. Hoxie	796
Funzionamento di equipaggiamenti di comando per trazione sulle automotrici della Staten Island Rapid Transit Company - F. Guillot	822

Cronaca.

Apparecchio indicatore della simmetria dei circuiti trifasi	19
Apparecchio per la verifica degli isolatori di linea	19
Apparecchio per il calcolo delle lunghe linee di trasmissione (Heavisidion)	66
Apparecchio sensibilissimo per le messe a terra	132
Tipo interessante di tavola calcolatrice di corti circuiti	133
Impiego di condensatori di tipo elettrolitico	242
L'uso dei motori ausiliari per i servizi e per il comando degli interruttori	266
Studio sui regolatori di tensione ad induzione	291
Comando elettrico delle valvole sulle condotte di vapore	338
Metodo oscillografico per la soluzione di sistemi elettromeccanici	338
Predeterminazione della temperatura assunta dalle bobine d'impedenza di protezione nel corso di corti circuiti	366
L'impiego di valvole fusibili negli impianti ad alta tensione	461
Un indicatore di alta tensione	678
Un nuovo termostato elettrico	678
Un sistema di segnalazioni a distanza senza filo pilota	678
Sulla bobina di Petersen	678
L'Elettricità alla Fiera Campionaria di Padova	746
Comando a distanza di cabine di conversione di corrente alternata in continua	823
Un nuovo tipo di controller per motori di trazione a corrente continua ad alta tensione	824
Un dispositivo contro le sovratensioni	846

Libri e pubblicazioni.

The purification of insulating oils - St. Trefuge	134
Switchgear for electric power control - G. B. Wedmore - H. Trencham	246
Lehrbuch der Elektrotechnik - Esselborn	633
Corso teorico pratico di elettrotecnica - L. Lombardi	707
L'électrotechnique des praticiens - J. Fischer - Hinnen	707
Aide-mémoire-formulaire de l'électricité, de la mécanique et de l'électromécanique - M. E. Pacoret	732

Verbalì delle Riunioni.

XXX ^a Riunione dell'A. E. I.	225-246-269
XXXI ^a » »	491-556
Sulla protezione differenziale delle linee - A. Barbagelata	774
La protezione dei cavi contro i corti circuiti ed i contatti a terra - L. Bosone	775
Alcune note sugli interruttori a richiusura automatica per alimentatori a corrente alternata - T. Scolari	777
Le caratteristiche ed i vantaggi della protezione ultra rapida su tutte le reti a corrente continua con speciale considerazione delle linee di trazione ad alta tensione - L. Laccetti	778
Nuove osservazioni sui fenomeni che minacciano gli impianti elettrici - G. Rebora	779
I problemi della protezione contro le sovratensioni - E. Pfiffner - G. Picker	802
Centrali termiche nord-americane - P. Ferrerio	829

4. - Applicazioni agricole.

Note di redazione.

La bonifica Renana	69
------------------------------	----

Articoli e comunicazioni.

La bonifica Renana	75
La Conferenza dell'energia mondiale (World Power Conference) a Basilea	721

Cronaca.

Conferenza mondiale dell'energia	310
Gli impianti idroelettrici della Sardegna	365
Un nuovo processo elettrolitico per sgelare le carni congelate	584
Una mostra internazionale permanente di meccanica agraria a Milano	609
Il primo Congresso dell'«Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique»	731

5. - Applicazioni termiche.

Note di redazione.

Forni elettrici ed empirismo	137
Riscaldamento elettrico dei veicoli ferroviari	181
Accumulazione termica dell'energia	273

Articoli e comunicazioni.

Le condizioni elettriche di funzionamento dei forni a resistenza - G. Rebora	137
Il riscaldamento dei treni viaggiatori sulle linee esercitate a trazione elettrica - G. B.	193
L'accumulatore di vapore Ruths nelle centrali termo-elettriche - A. Bertschinger	281
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. S. N.	380
L'opera svolta dal Comitato nazionale italiano della Illuminazione e del Riscaldamento nel secondo anno del suo funzionamento (Relazione)	587

Lettere alla redazione.

Sul riscaldamento elettrico dei treni - G. Tirone	195
" " " " " - G. Mascarini	286
Sul riscaldamento elettrico - G. B. Lombardo	362
" " " " " - M. Becca	581

Sunti e sommari.

Verso il riscaldamento elettrico degli ambienti - V. Gallina	240
La saldatura ad arco nelle costruzioni metalliche o meccaniche - A. M. Hobart - W. Spraragen	262
Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. A. - L. Liston	496
Saldatura elettrica ad arco in atmosfera di idrogeno atomico - R. A. Weinman - I. Langmuir	704
Saldatura ad arco in idrogeno ed altri gas - P. Alexander	772

Cronaca.

Per la fusione del quarzo	19
Impiego dell'elettricità per uso domestico	19
Forno elettrico per la cottura del pane	65
Installazione di forni elettrici ad induzione	65
Una delle maggiori installazioni di cucine elettriche	110
Disposizione particolare di forni elettrici	110
Applicazioni del forno elettrico alla industria vetraria	291
Applicazione del quarzo fuso elettricamente	291
La saldatura ad arco dei pezzi di ghisa	311
Grandiosa cucina completamente servita elettricamente	311
La fornitura di energia elettrica per usi domestici	411
Forni elettrici	433
Un nuovo tipo di elettrodi di carbone per forni elettrici	490
Una interessante installazione di cucine elettriche	631
Un nuovo termostato elettrico	678
Il primo Congresso dell'«Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique»	731

Libri e pubblicazioni.

Manuale dell'Ingegnere civile ed industriale - G. Colombo	416
Lehrbuch der Elektrotechnik - Esselborn	633
L'opera svolta dal Comitato nazionale italiano della Illuminazione e del Riscaldamento	707
Manuale enciclopedico dell'Ingegneria moderna «Hutte»	707

Verbalì delle Riunioni.

Condizioni elettriche di funzionamento dei forni a resistenza - G. Rebora	116
Applicazioni domestiche della corrente elettrica negli Stati Uniti - G. Semenza	831

6. - Applicazioni varie.

Note di redazione.

Misure di piccole velocità dell'aria	69
--	----

Articoli e comunicazioni.

Sulla misura delle piccole velocità dei gas - G. Maione	70
---	----

Sunti e sommari.

Progressi negli impianti di trasporto dei petroli e degli oli minerali a mezzo pompe e tubazioni - W. N. Beadle	165
L'applicazione dei motori elettrici nell'industria della frantumazione della pietra - E. W. Pilgrim	166
Rassegna della letteratura sui mezzi di cura coi raggi ultravioletti - A. W. Hull	167
L'elettricità nell'industria del ghiaccio artificiale - D. W. Mc. Lenegan	307
Miglioramenti nei sistemi di ventilazione delle sottostazioni automatiche - E. L. Turley	363
Un importante impianto di ascensori veloci in un grattacielo di New York - C. R. Callaway - E. D. Harrington	519
Freno a solenoide per motori a corrente alternata con rotore avvolto - H. H. Vernon	797

Cronaca.

Impiego dell'elettricità per uso domestico	19
Sull'impiego terapeutico delle radiazioni ultraviolette	110
Stazioni automatiche di pompatura	265
Metodo oscillografico per la soluzione di sistemi elettromeccanici	338
Impianti di raffreddamento d'aria di 24 teatri negli Stati Uniti	338
Il più grande montacarichi elettrico del mondo	388
Un nuovo processo elettrico per sgelare le carni congelate	584
Orologio a ricarica elettrica	680
Una applicazione interessante di telemeccanica per mezzo di radiotrasmissioni	707
Il primo Congresso dell'«Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique»	731
Una nuova macchina elettrica per miniere di carbone	801
Un dispositivo elettrico per scoprire i difetti interni delle rotaie ferroviarie	823
Impiego delle proprietà termoelettriche per la misura delle temperature generate durante il lavoro nei ferri delle macchine elettriche	823
Un dispositivo elettrico per la classificazione delle sigarette secondo il loro colore	846
L'applicazione delle onde ultrasonore alla telefonia fra le navi	846

7. - Bilanci, Dividendi e Notizie delle Società elettriche.

Riassunti.

Movimento delle Società elettriche - R. San Nicolò	38-111-168-242
	312-388-463-552-680-748-824

8. - Brevetti.

Rivista delle invenzioni interessanti l'elettrotecnica	22-43-88-114-134-173
	200-224-267-292-317-341-434-467-659-708-847

9. - Condutture.

Note di redazione.

Elogio inglese alla nostra industria dei cavi	137
La moderna tecnica dei cavi	345
Attraversamenti	393
La protezione delle reti in cavo	493
Prove di collaudo dei cavi	613

Articoli e comunicazioni.

Avviene negli isolatori di porcellana un invecchiamento? - W. Weicher	333
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. S. N.	380
La protezione dei cavi contro i corti circuiti ed i contatti a terra - L. Bosone	505
Prove sui cavi ad alta tensione - E. Soleri	624

Riassunti.

Studi e discussioni sui problemi dei cavi per alta tensione - Dunsheath	354
---	-----

Lettere alla redazione.

In tema di cementatura degli isolatori - E. Alessandri	518
--	-----

Sunti e sommari.

Misura della distribuzione della tensione e del campo elettrico su catene d'isolatori - Regerbis	241
La lunga campata attraverso il Narrows presso Tacoma - J. V. Gongwer - A. F. Darland	262

Sbarre per grande intensità a 60 periodi - T. G. Le Clair . . .	287
Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. A. - L. Liston . . .	406
Tensione di scarica degli isolatori per differente andamento della tensione applicata - E. Marx . . .	430
La proprietà delle linee krarupizzate - U. Meyer . . .	703
Prova a corrente continua dei cavi per alta tensione già posati - N. A. Allen . . .	842

Cronaca.

Apprezzamenti inglesi della tecnica italiana . . .	144
Sull'efficacia della protezione ottenuta con filo di guardia nelle linee di trasmissione . . .	223
Attraversamento di una città da parte di una linea ad altissima tensione . . .	311
Le leghe di cadmio e di rame usate per le condutture elettriche . . .	462
Linea a 220.000 V in Europa . . .	678
Una serie di prove interessanti sugli isolatori Pirex . . .	678
Il primo Congresso dell'«Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique» . . .	731
L'Elettricità alla Fiera campionaria di Padova . . .	746
Una sospensione di nuovo genere per grandissime portate . . .	846
Cavi di alluminio con anima d'acciaio . . .	846

Norme - leggi - decreti.

Norme per gli attraversamenti delle ferrovie e tramvie extraurbane ed urbane con condutture elettriche . . .	412
Sulle servitù di elettrodotto - L. Pesci . . .	656

Libri e pubblicazioni.

Insulated electric cables - Materials and design - C. I. Beaver . . .	67-246
Calcul et construction des réseaux - C. Van Castel . . .	134-224
Corso teorico-pratico di elettrotecnica - L. Lombardi . . .	707

La nostra industria.

Isolatore a sospensione Passarin . . .	171
--	-----

Verbalì delle Riunioni.

La protezione dei cavi contro i corti circuiti ed i contatti a terra - L. Bosone . . .	775
--	-----

10. - Costruzioni elettromeccaniche.**Note di redazione.**

La forza centrifuga nelle macchine elettriche . . .	117
La dispersione del calore per irradiazione . . .	205
Forze magnetiche nelle macchine elettriche . . .	353
Temperatura e potenza del macchinario elettrico . . .	469
La Riunione di Brescia . . .	521
L'industria elettromeccanica in America . . .	613
Supporti a pressione di liquido . . .	637
Riunioni e manifestazioni internazionali . . .	709

Articoli e comunicazioni.

Sollecitazioni tangenziali e forzamenti nelle ruote polari dei moderni alternatori - A. Epicoco . . .	121
Il calcolo delle trasmissioni di calore per irradiazione - U. Bordoni . . .	213
Calcolo delle forze di attrazione magnetica nelle macchine elettriche - C. Della Salda . . .	258
L'elettrotecnica alla Fiera campionaria di Milano - R. S. N. . .	380
Il vero significato della temperatura ambiente, dei limiti massimi di temperatura, e delle sopraelevazioni di temperatura - E. Morelli . . .	483
L'induzione più conveniente nel nucleo polare (B_{pi}) delle macchine a corrente continua - F. Tedeschi . . .	485
L'isolamento degli avvolgimenti - G. Rebora . . .	531
La temperatura di regime degli avvolgimenti - G. Rebora . . .	533
La ventilazione in circuito chiuso come mezzo di sicurezza nella pratica dell'esercizio - A. Boschi . . .	534
Relazione del Comitato di studio per le macchine - E. Morelli . . .	547
Trasformatori con variazione di rapporto sotto carico - B. Cerretelli . . .	561
Le officine di costruzioni elettromeccaniche negli Stati Uniti d'America nel 1926 - E. Morelli . . .	613
Nuove macchine ed apparecchi di conversione - L. e P. Lombardi . . .	637
Supporti a pressione di liquido - P. Bruné . . .	646

Lettere alla redazione.

Costruzioni elettromeccaniche americane - M. Sicardi . . .	841
--	-----

Sunti e sommari.

La saldatura ad arco nelle costruzioni metalliche o meccaniche - A. M. Hobart - W. Spragen . . .	262
--	-----

Criteri tecnici ed economici nella costruzione dei moderni locomotori per grande trazione - A. Laternser . . .	310
Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. A. - L. Liston . . .	406
La costruzione di un generatore da 80.000 kW - J. R. Taylor . . .	745

Cronaca.

Convenienza economica dell'impiego di magneti permanenti nel macchinario elettrico . . .	65
Studio sui regolatori di tensione ad induzione . . .	291

Libri e pubblicazioni.

Bibliography on core losses in electrical machinery and related subjects 1885-1924 . . .	416
Costruzioni elettromeccaniche, Vol. II. - E. Morelli . . .	632
Costruzioni elettromeccaniche, Vol. III. - E. Morelli . . .	707
L'électrotechnique des praticiens - J. Fischer-Hinnen . . .	707
Aide-mémoire formulaire de l'électricité, de la mécanique et de l'électromécanique - M. E. Pacoret . . .	732
Costruzioni Elettromeccaniche - E. Morelli . . .	847

La nostra industria.

Grandi alternatori per la nuova Centrale di Fadalto . . .	657
---	-----

Verbalì delle Riunioni.

I lavori della Commissione elettrotecnica internazionale a Nuova York . . .	326
Supporti a pressione di liquido - P. Bruné . . .	660
La ventilazione in circuito chiuso come mezzo di sicurezza nella pratica dell'esercizio - A. Boschi . . .	805
Nuove macchine ed apparecchi di conversione - L. e P. Lombardi . . .	828
Le officine di costruzione elettromeccaniche negli Stati Uniti d'America nel 1926 - E. Morelli . . .	830
La temperatura di regime degli avvolgimenti - G. Rebora . . .	832
L'isolamento degli avvolgimenti - G. Rebora . . .	832

11. - Decreti, leggi, norme e regolamenti.**Note di redazione.**

Attraversamenti . . .	393
-----------------------	-----

Norme - Leggi - Decreti.

Approvazione del Regolamento per il progetto, la costruzione e l'esercizio di dighe di ritenuta . . .	144
Disposizioni sulle tariffe dell'energia elettrica . . .	316
Norme per gli attraversamenti delle ferrovie e tramvie extraurbane ed urbane con condutture elettriche . . .	412

13. - Elettrochimica ed elettrometallurgia.**Note di redazione.**

Forni elettrici ed empirismo . . .	137
------------------------------------	-----

Articoli e comunicazioni.

Le condizioni elettriche di funzionamento dei forni a resistenza - G. Rebora . . .	137
--	-----

Sunti e sommari.

Fiamme di idrogeno atomico - Langmuir . . .	704
Saldatura elettrica ad arco in atmosfera di idrogeno atomico - R. A. Weinman - I. Langmuir . . .	704
La saldatura elettrica ad arco nelle costruzioni metalliche o meccaniche - A. M. Hobart - W. Spragen . . .	262
Saldatura ad arco in idrogeno ed altri gas - P. Alexander . . .	772

Cronaca.

Produzione diretta dell'acciaio dal minerale di ferro per mezzo del forno elettrico . . .	19
Raffinazione elettrica dell'alluminio . . .	37
Industria dell'ammoniaca sintetica . . .	37
Installazione di forni elettrici ad induzione . . .	65
Dispositivo particolare di forni elettrici . . .	110
Produzione del nero-fumo con l'arco elettrico . . .	132
Applicazioni del forno elettrico all'industria vetraria . . .	291
La saldatura ad arco dei pezzi di ghisa . . .	311
Forni elettrici . . .	433
Un nuovo tipo di elettrodi di carbone per forni elettrici . . .	490
Gli impianti di produzione di nickel per via elettrolitica . . .	490

Verbalì delle Riunioni.

Condizioni elettriche di funzionamento dei forni a resistenza - G. Rebora . . .	116
---	-----

14. - Elettrofisica.*Note di redazione.*

Sull'effetto Peltier	1
Le valvole ioniche e le misure elettriche	25
I convertitori statici di corrente ed i nuovi rami dell'elettrotecnica	181
Generatori statici di oscillazioni	205
Progresso scientifico	229
Raddrizzatori a contatto	589
Il tubo Coolidge con corrente continua	637
Il laboratorio di radiologia dell'Università di Milano	685
Riunioni e manifestazioni internazionali	709
Prove sui condensatori	733

Articoli e comunicazioni.

Potere termoelettrico ed effetto Peltier in un campo magnetico di orientazione variabile - G. P. Rutelli	5
La valvola termoionica nelle misure - E. Pugno Vanoni	26
Convertitori statici di corrente elettrica (Raddrizzatori, generatori di oscillazioni, moltiplicatori di frequenza) - G. Vallauri	182-205-230
Su di un nuovo tipo di raddrizzatore - G. Senigalliesi	635
Sul funzionamento del tubo Coolidge in tensione continua o tensione sinusoidale raddrizzata e le conseguenti caratteristiche nello spettro continuo dei raggi X - A. Pontremoli	649
Laboratorio radiologico di taratura e ricerca - E. Pugno Vanoni	697
Il « Bureau of Standards » degli Stati Uniti - L. Lombardi	710
Prove su condensatori a mica - G. Vallauri	733

Lettere alla redazione.

Su di un nuovo tipo di raddrizzatore - P. Barreca	818
» » » » » » » » - D. Senigalliesi	818

Sunti e sommari.

Confronto fra accoppiamento induttivo ed accoppiamento diretto - F. Rossmann - J. Zenneck	78
Ricerche sperimentali su circuiti oscillanti con induttanze a nucleo di ferro - L. Casper - K. Hubmann - J. Zenneck	79
Produzione di oscillazioni polifasi a mezzo di tubi elettronici - R. Mesny	106
Uno studio dei dielettrici liquidi, Parte I. - Effetto dell'umidità e del contenuto di aria - W. P. Davey - T. A. Wilson	166
Complementi alla teoria dei Rigli sull'esperienza di Michelson - G. Valle	197
Sul « Magnetron » di Albert W. Hull - G. Polvani	219
Studio sullo spinterometro ad aghi - K. B. Mc. Eachron - T. Wade	264
Teoria magnetoionica della propagazione delle onde elettromagnetiche - E. V. Appleton - M. A. F. Barnett	287
Teoria dello scaricatore « Autovalvola » - J. Slepiau	335
Tubi elettronici con catodo di tungsteno al torio - J. C. Warner - O. W. Pike	384
Un nuovo metodo per misurare l'assorbimento dielettrico - R. E. Marbury	384
Recenti progressi nella costruzione dei tubi elettronici - R. Juust	459
Sull'effetto rigenerativo negli apparati radio ricevitori a triodi - V. D. Landon e K. W. Jarvis	490
Sulle variazioni di intensità dei segnali radiotelegrafici - V. Appleton - A. F. Barnett	582
Teoria dell'assorbimento nei dielettrici solidi - V. Karapetoff	704
Assorbimento dielettrico e teorie sul comportamento dei dielettrici - J. B. Whitehead	705
Le cause del fenomeno Johnsen-Rahbek - A. Antinori	727
Proposta di modifiche nella formula di trasmissione Austin-Cohen - L. W. Austin	798
Cellule fotoelettriche a metalli alcalini - H. E. Ives	818
Leggi di propagazione delle onde elettromagnetiche intorno alla terra - L. B. Turner	842

Cronaca.

Sull'impiego terapeutico delle radiazioni ultraviolette	110
Tabelle e grafici per il calcolo della distribuzione dell'energia nello spettro in base alla formula di Plank	132
Sulla trasmutazione dei metalli	223
Effetto dell'incrudimento e della tempera sulle proprietà termoelettriche dei metalli	223
Nuovo laboratorio di radiologia	223
Sull'utilizzazione del fenomeno piezo-elettrico dei cristalli nelle radiotrasmissioni	223
Nuovo laboratorio per raggi X	226
Su un generatore di oscillazioni e frequenza costante	267
Radiazioni di lunghezza d'onda cento volte minore di quella dei raggi X	291
Un curioso caso di elettrizzazione per strofinamento	823
Sugli effetti della temperatura nell'assorbimento dei raggi X da parte dei diversi materiali	823

Libri e pubblicazioni.

L'impianto di raggi X del laboratorio di chimica generale del R. Politecnico di Milano - G. Bruni	416
---	-----

Verbalì delle Riunioni.

La moderna ottica delle oscillazioni elettriche - G. Todesco	67
XXXª Riunione dell'A. E. I.	225
Il « Bureau of Standards » degli Stati Uniti - L. Lombardi	830

15. - Elettrotecnica generale.*Note di redazione.*

Sui fondamenti dell'Elettrotecnica	1
Sull'effetto Peltier	1
Progresso scientifico	229
Geometria ed elettrotecnica	273
Formule di elettromagnetismo	273
Le operazioni geometriche	297
I diagrammi circolari delle macchine elettriche	369
Ragionamenti energetici	445
Fondamenti dell'elettromagnetismo e calcolo vettoriale	661
Nuove formule per l'isteresi ferromagnetica	709
Sistemi assoluti di unità di misura	809

Articoli e comunicazioni.

Sulle azioni dovute agli elementi di circuiti elettrici - G. Giorgi	2
Potere termoelettrico ed effetto Peltier in un campo magnetico di orientazione variabile - G. P. Rutelli	5
Il calcolo della trasmissione di calore per irradiazione - U. Bordoni	213
Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative - C. Rimini	274-297-321-345-369-393
Campo magnetico prodotto da una corrente circolare nei punti del suo piano - G. Polvani	280
Su alcune questioni attinenti ai principi dell'elettromagnetismo - C. Rimini	452
Su alcune questioni attinenti ai fondamenti dell'elettromagnetismo. Comunicazione del Prof. Donati riassunta da C. Rimini	662
Il significato degli operatori vettoriali e le equazioni di Maxwell - C. Rimini	665
Considerazioni sulla isteresi magnetica - A. Bartorelli	712
Un sistema di « Unità definitiva » proposto per uso universale - G. A. Campbell	814

Sunti e sommari.

Sulla natura delle perdite per effetto corona - C. T. Hesselmeyer - I. K. Kosiko	62
Frequenza naturale di bobine - Ridder	83
Produzione di oscillazioni polifasi a mezzo di tubi elettronici - R. Mesny	106
Analisi delle correnti alternate per mezzo del tubo di Braun - L. Casper - K. Hubmann - J. Zenneck	128
Sistema dimensionale di notazioni - V. Petrovsky	166
Sull'azione degli schermi per campi elettrici e magnetici - J. H. Morecroft - A. Turner	196
Sull'accoppiamento in parallelo di alternatori ad alta frequenza tipo Alexanderson - J. L. Finch	220
Contributo al calcolo delle tensioni indotte nelle linee telefoniche dalle linee ad alta tensione - G. Eggeing	385
I fondamenti elettrotecnici di un nuovo sistema di trasformazione di fase per le ferrovie - L. von Verebely	407
Oscillazioni forzate in circuiti accordati ed accoppiati mediante bobine a nucleo di ferro - L. Casper - K. Hubmann - J. Zenneck	429
Stabilità nel funzionamento dei sistemi di trasmissione a regime costante - E. Clarke	676
Studi sulla stabilità di trasmissione - K. D. Evans e C. F. Wagner	706

Cronaca.

Convenienza economica dell'impiego di magneti permanenti nel macchinario elettrico	65
L'incremento delle correnti vaganti dovuto alla penetrazione nel terreno di soluzioni saline	411
Applicazione delle funzioni iperboliche ai problemi dell'elettrotecnica (Conferenza tenuta dal Prof. Kennelly)	808

Libri e pubblicazioni.

Memorie e note scientifiche - L. Donati	22
Elettrotecnica pratica ad uso delle Scuole e degli Istituti industriali - P. E. Cesari	134-224
L'elettrotecnica nei suoi principi scientifici e nelle sue pratiche applicazioni - A. Albini	134-245
Elettrotecnica generale ed applicata - H. Vieweger	416
Elettrotecnica pratica - P. G. Lanino	416
Lehrbuch der Elektrotechnik - K. Fischer - R. Hohage - G. W. Meyer	416
Manuale dell'Ingegnere civile ed industriale - G. Colombo	416

Elektrische Festigkeitslehre - A. Schweiger	416
Lehrbuch der Elektrotechnik - Esselborn	633
Corso teorico-pratico di elettrotecnica - L. Lombardi	707
Manuale enciclopedico dell'ingegneria moderna - «Hutte»	707
Manuale Enciclopedico dell'Ingegneria Moderna	847

Verbalì delle Riunioni.

Applicazione della geometria alla tecnica delle correnti alternative C. Rimini	116
Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative - C. Rimini	319
Sulle discussioni recenti intorno ai fondamenti dell'elettrotecnica G. Giorgi	320
Le correnti di corto circuito - A. Dalla Verde	368
Alcune questioni attinenti ai fondamenti dell'elettromagnetismo - L. Donati	468-684
Teoria e rappresentazione geometrica delle correnti alternate - C. Rimini	650

16. - Fisica e chimica.

Note di redazione.

Misure di piccola velocità dell'aria	69
La dispersione del calore per irradiazione	205
La funzione sociale dell'energia	253
Misura elettrica della velocità dei gas	253
La teoria quantistica	417
Riunioni e manifestazioni internazionali	709
La teoria dei quanta	781
Sistemi assoluti di unità di misura	809

Articoli e comunicazioni.

Sulla misura delle piccole velocità dei gas - G. Maione	70
Il calcolo delle trasmissioni di calore per irradiazione - U. Bor- doni	213
La funzione storica della produzione dell'energia - G. Revessi	253
Sulla misura delle piccole velocità dei gas - U. Bordoni	260
L'introduzione dell'ipotesi dei quanta nella fisica - G. Polvani	418
Il «Bureau of Standards» degli Stati Uniti - L. Lombardi	710
Le origini sperimentali della teoria quanta - A. Pontremoli	793
Un sistema di «Unità definitive» proposto per uso universale - G. A. Campbell	814

Sunti e sommari.

Sistema dimensionale di notazioni - V. Petrovsky	166
Complementi alla teoria del Righi sull'esperienza di Michelson - G. Valle	197

Cronaca.

Per la fusione del quarzo	19
Il processo Bergius di produzione di combustibile liquido	110
Tabelle e grafici per il calcolo della distribuzione dell'energia nello spettro in base alla formula di Plank	132
Congresso nazionale di chimica pura ed applicata - Palermo	167
L'olio allo stato solido	707
Nuovo corpo semplice di numero atomico 61 (ilinio)	801
L'applicazione delle onde ultrasonore alla telefonia fra le navi	846

Libri e pubblicazioni.

Combustione e combustibili - L. Boncinelli	416
Annual report of the Smithsonian Institution	416-633
La mathématique du chimiste - L. Gay	707-732

Verbalì delle Riunioni.

I reticoli - V. Ronchi	44
La tecnica del vuoto - O. Specchia	116
Sulla funzione storica della produzione dell'energia - G. Revessi	320
Apparecchio per la distillazione dei liquidi e concentrazione delle soluzioni - A. Ponzi	520
Irradiazione per luminescenza - B. Del Nunzio	832
Il «Bureau of Standards» degli Stati Uniti - L. Lombardi	830

17. - Generatori elettrici e pile.

Note di redazione.

La forza centrifuga nelle macchine elettriche	117
I convertitori statici di corrente ed i nuovi rami dell'elettrotecnica	181
Generatori statici di oscillazioni	205
La dispersione del calore per irradiazione	205
Progresso scientifico	229
Forze magnetiche nelle macchine elettriche	253
Geometria ed elettrotecnica	273
Le operazioni geometriche	297

I diagrammi circolari delle macchine elettriche	369
Temperatura e potenza del macchinario elettrico	463
La Riunione di Brescia	521
L'industria elettromeccanica in America	613
Macchine polifasi a collettore	685
L'impianto di Galliciano	757-781

Articoli e comunicazioni.

Sollecitazioni tangenziali e forzamenti nelle ruote polari dei mo- derni alternatori - A. Epicoco	121
Convertitori statici di corrente elettrica (Raddrizzatori-generatori di oscillazioni-moltiplicatori di frequenza) - G. Vallauri	182-205-230
Il calcolo delle trasmissioni di calore per irradiazione - U. Bor- doni	213
Calcolo delle forze di attrazione magnetica nelle macchine elettri- che - C. Della Salda	258
Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative - C. Ri- mini	273-297-321-345-369-393
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. S. N.	380
L'impianto idroelettrico del lago Matese della Società Meridionale di Elettricità	470-494
Il vero significato della temperatura ambiente, dei limiti massimi di temperatura e delle sopraelevazioni di temperatura - E. Mo- relli	483
L'induzione più conveniente nel nucleo polare (Bp) delle macchine a corrente continua - F. Tedeschi	485
L'isolamento degli avvolgimenti - G. Reborà	531
La temperatura di regime degli avvolgimenti - G. Reborà	533
La ventilazione in circuito chiuso come mezzo di sicurezza nella pratica dell'esercizio - A. Boschi	534
Relazione del Comitato di Studio per le tensioni normali - L. Lom- bardi	546
Relazione del Comitato di Studio per le macchine - E. Morelli	547
Relazione del Comitato di Studio per i simboli - L. Lombardi	547
Relazione del Comitato di Studio per la nomenclatura - L. Lom- bardi	547
Le officine di costruzioni elettromeccaniche negli Stati Uniti nel 1926 - E. Morelli	613
Sulla macchina in serie a corrente alternata trifase ed a collettore - M. Paris	685
Impianto idroelettrico di Galliciano della Società Ligure-Toscana di elettricità	760-781

Lettere alla redazione.

Dinamo per la ferrovia Milano-Agordo - L. Laccetti	286
--	-----

Sunti e sommari.

La misura della potenza resa di grossi turboalternatori durante la prova di consumo d'acqua in caldaia - E. S. Lee	167
Sull'accoppiamento in parallelo di alternatori ad alta frequenza tipo Alexanderson - J. L. Finch	220
Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. A. - L. Liston	406
Il ritardo nella eccitazione delle dinamo - F. Piola	551
La costruzione di un generatore da 80.000 kW - J. R. Taylor	745
Ventilazione per le macchine di grande potenza	797

Cronaca.

Un alternatore trifase da 60.000 kW, 7000 V	132
Un incidente ad un turboalternatore da 40.000 kW	266
Due grossi alternatori da 40.000 kW	366
Turbogeneratori da 200.000 kW	462
L'Elettricità alla Fiera Campionaria di Padova	746
Importanti installazioni di grosso macchinario generatore	801

Libri e pubblicazioni.

Lubrificazione scientifica del vostro macchinario - Vacuum Oil Company	134
Manuale dell'Ingegnere civile ed industriale - G. Colombo	416
Costruzioni elettromeccaniche - Vol. II - E. Morelli	632
Lehrbuch der Elektrotechnik - Esselborn	633
Corso teorico pratico di elettrotecnica - L. Lombardi	707
Costruzioni elettromeccaniche - Vol. III - E. Morelli	707
Avvolgimenti delle macchine elettriche a corrente continua ed alter- nata - M. Mazzocchi	707
L'électrotechnique des praticiens - J. Fischer - Hinnen	707
Manuale enciclopedico dell'ingegneria moderna «Hutte»	707
Aide-mémoire-formulaire de l'électricité, de la mécanique et de l'électromécanique - M. E. Pacoret	732

La nostra industria.

Grandi alternatori per la nuova centrale di Fadalto	657
---	-----

Verbalì delle Riunioni.

Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative - C. Ri- mini	319
--	-----

I lavori della Commissione elettrotecnica internazionale a Nuova York	326
Teoria e rappresentazione geometrica delle correnti alternate - C. Rimini	660
La ventilazione in circuito chiuso come mezzo di sicurezza nella pratica dell'esercizio - A. Boschi	805
Le officine di costruzioni elettromeccaniche negli Stati Uniti d'America nel 1926 - E. Morelli	830
La temperatura di regime degli avvolgimenti - G. Rebora	832
L'isolamento degli avvolgimenti - G. Rebora	832

18. - Idraulica.

Note di redazione.

La bonifica Renana	63
Perfezionamento delle misure idrauliche di portata	93
L'impianto del Matese	469
Segnali d'allarme per gli impianti	493
Sul calcolo dei canali	561
L'impianto di Galliciano della Ligure-Toscana	757-781
Turbine ed impianti idraulici dell'America del Nord	757
L'Esposizione di Basilea ed il concorso italiano	781
Lampade smerigliate	833
Misura elettrica della velocità dell'acqua	833

Articoli e comunicazioni.

La bonifica Renana	75
Il metodo chimico-elettrico per la misura delle portate dei corsi d'acqua - A. Barbagelata	93
Teoria, errori ed approssimazione del metodo chimico-elettrico per la misura delle portate - E. Bottani	99
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. S. N.	380
Sulla determinazione per via grafica dell'energia rappresentata da un serbatoio - L. Passerini	457
L'impianto idroelettrico del lago Matese della Società Meridionale di Elettricità	470-494
Segnalazioni acustiche per dighe di ritenuta - L. Passerini	516
Canali idroelettrici - F. Pagliaro	575
Relazione del Comitato di Studio per i motori primi - N. Ratti	606
La Conferenza dell'energia mondiale (World Power Conference) a Basilea	721
Turbine idrauliche ed impianti idroelettrici del Nord-America - N. Ratti	757
Impianto idroelettrico di Galliciano della Società Ligure-Toscana di elettricità	760-781
La misura elettrica della velocità dell'acqua	837

Sunti e sommari.

L'utilizzazione del basso Liri da parte della Società Meridionale di Elettricità	125
Moderne costruzioni di gallerie a forti inclinazioni - A. Seveso	263
Sui metodi termici e sui procedimenti elettrotermici per la misura delle piccole velocità dei liquidi - V. Gallina	489
Sul calcolo dei pozzi piezometrici - E. Braun	581
L'utilizzazione del torrente Orba in comune di Molare la parte della Società Officine Elettriche Genovesi	652
La nuova sala sperimentale delle « Costruzioni meccaniche Riva » - F. Marzolo	672
Ritmi cosmici nelle oscillazioni climatiche con speciale riferimento alle serie pluviometrica Patavina - G. Del Valle	729

Cronaca.

Esperienze sulle dighe ad arco	19
Dispositivo per misure di portata	37
Valore massimo della velocità dell'acqua in canali non rivestiti	37
Progetto per l'utilizzazione delle maree nella Baia di Fundy	65
La più grande tubazione di legno installata in impianti idroelettrici	132
Esposizione internazionale per la navigazione interna e per l'utilizzazione delle forze idrauliche a Basilea	167
Conferenza mondiale dell'energia	310
L'applicazione dei termometri elettrici alle misure delle temperature nell'interno delle dighe	311
Gli impianti idroelettrici della Sardegna	365
Un nuovo grandioso impianto idroelettrico nella Scozia	366
I nuovi impianti delle Imprese elettriche Conti	387
L'utilizzazione complessiva delle cascate del Niagara	411
Alcuni impianti idroelettrici importanti allo studio in Germania	411
Dispositivo per la misura per via elettrica delle piccole pressioni dei fluidi	411
Un modello delle cascate del Niagara	678
Progetto per la sistemazione del fiume Congo	707
Progetto per l'utilizzazione delle maree per produzione di energia elettrica	707
La partecipazione italiana alla Esposizione della Navigazione interna e dell'Utilizzazione delle forze idrauliche a Basilea	798

Norme - leggi - decreti.

Approvazione del regolamento per i progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta	144
---	-----

Libri e pubblicazioni.

Gli elenchi delle Acque pubbliche d'Italia - Associazione Nazionale Industrie Elettriche	87-132
Utilizzazione di forze idrauliche - Impianti idroelettrici - F. Marzolo	134-246
Le irrigazioni in Italia - Servizio idrografico	416
L'irrigazione in Italia dal punto di vista tecnico, economico, legislativo - Una organizzazione nazionale per il suo incremento - Federazione nazionale delle irrigazioni	416
Relazione al Parlamento per l'anno 1925 - Ente autonomo dell'Acquedotto pugliese	416-732
Manuale dell'Ingegnere civile ed industriale - G. Colombo	416
Vorlesungen über Wasserkraftmaschinen - R. Camerer	633
Utilizzazione delle acque per irrigazione - C. Ruggiero	707
Manuale enciclopedico dell'Ingegneria Moderna «Hutte»	707
Raccolta di esempi e problemi con soluzione sull'idraulica e le sue applicazioni - N. Ronco	732
Notizie sull'attività del Servizio idrografico - Ministero dei Lavori Pubblici	732

Note e questioni legali.

Le acque industriali e l'energia elettrica nei rapporti internazionali - L. Pesci	20
---	----

Verbalì delle Riunioni.

Sulla regolarità dei fenomeni idrologici - G. Del Valle	228
Metodo chimico elettrico per la misura delle portate dei corsi d'acqua - A. Barbagelata	228-294
Oscillazioni climatiche - G. Del Valle	295
La misura elettrica delle velocità dell'acqua - B. Del Nunzio	832
Turbine idrauliche ed impianti idroelettrici nel Nord-America - N. Ratti	830

19. - Illuminazione e fotometria.

Note di redazione.

L'illuminazione degli alberghi	25
L'abbagliamento dei fari da automobile	45
Problemi di illuminazione	117
Illuminazione stradale	613
Riunioni e manifestazioni internazionali	709
Come caratterizzare commercialmente le lampade?	809
Lampade smerigliate	833

Articoli e comunicazioni.

L'illuminazione delle camere negli alberghi - C. Clerici	33
Misure fotometriche e di abbagliamento in fari per autoveicoli - E. Perucca	45
Note sulla durata di combustione delle lampade a tungsteno - G. Peri	117
Impianti industriali d'illuminazione - F. Mariotti	163
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. S. N.	380
L'opera svolta dal « Comitato nazionale italiano della Illuminazione e del Riscaldamento » nel secondo anno del suo funzionamento (Relazione)	587
Rilievi sperimentali sulla illuminazione di strade - G. Peri	620
Il « Bureau of Standards » degli Stati Uniti - L. Lombardi	710
Relazione del Comitato di studio per le lampade - C. Clerici	727
Sulla classificazione delle lampade elettriche ad incandescenza - L. F. Pellò	816
Illuminazione elettrica e nuove lampade	833

Lettere alla redazione.

Illuminazione razionale degli stabilimenti industriali - F. Serrato	262
---	-----

Sunti e sommari.

Fenomeni di induzione causati da circuiti di illuminazione stradale su circuiti telefonici - R. G. Mc. Curdy	16
Rassegna della letteratura sui mezzi di cura coi raggi ultravioletti - A. W. Hull	167
Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. A. - L. Liston	406
L'illuminazione dei piazzali della stazione ferroviaria di Selkirk N. Y., della New York Central Railroad - W. C. Gilman - W. J. Hedley	705
Fari elettrici per illuminazione non richiedenti sorveglianza - A. W. Tupper	705
Contributo alla soluzione di problemi di illuminazione a mezzo di proiettori - H. E. Butler	843

Cronaca.

Registrazione della illuminazione naturale	19
Sull'impiego terapeutico delle radiazioni ultraviolette	110
Associazione nazionale per lo sviluppo della illuminazione	132
Lampadine mignon per usi scientifici	199
Società per il perfezionamento dell'illuminazione in Francia	462

Il Comitato inglese per le ricerche sull'illuminazione	490
Il primo Congresso dell'«Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique»	731
<i>Libri e pubblicazioni.</i>	
Photometry - J. W. T. Walsh	707
L'opera svolta dal Comitato nazionale italiano della Illuminazione e del Riscaldamento	707
Per la illuminazione razionale degli ambienti in cui viviamo - Comitato naz. italiano della Illuminazione e del Riscaldamento	707
L'illuminazione elettrica - G. Peri	847

Verbalì delle Riunioni.

La battaglia della luce - C. Clerici	155
I lavori della Commissione elettrotecnica internazionale a New York	326
Rilievi sperimentali sulla illuminazione stradale - G. Peri	392
Impressioni d'America nel campo dell'illuminazione - C. Clerici	443
Il «Bureau of Standards» degli Stati Uniti - L. Lombardi	830
Illuminazione elettrica e nuove lampade - C. Clerici	830

20. - Impianti.*Note di redazione.*

Sul funzionamento in parallelo delle grandi reti	1
Singolare giudizio inglese sugli impianti italiani	69
I verbali di Napoli e la prossima riunione di Brescia	205
La regolarità del funzionamento degli impianti ed il Congresso di Brescia	230
Accumulazione termica dell'energia	273
L'impianto del Matese	469
Argomenti di discussione a Brescia	493
La struttura elettrica della centrale del Matese	493
Trasformatori con variazione di rapporto sotto carico	561
Sul calcolo dei canali	561
Dopo Brescia	589
L'industria elettromeccanica in America	613
Centrali termiche e criteri industriali nord-americani	367
Le sovratensioni negli impianti elettrici	661
L'impianto di Galliciano della Ligure-Toscana	757-781
Turbine ed impianti idraulici dell'America del Nord	757
L'Esposizione di Basilea ed il concorso italiano	781
Il diagramma del motore sincro	809

Articoli e comunicazioni.

Note sugli scambi di energia fra impianti elettrici - A. Roncaldier	8
Impianti industriali d'illuminazione - F. Mariotti	163
L'accumulatore di vapore Ruths nelle centrali termoelettriche - A. Bertschinger	281
Sulla determinazione per via grafica dell'energia rappresentata da un serbatoio - L. Passerini	457
L'impianto idroelettrico del lago Matese della Società Meridionale di Elettricità	470-494
Sulla protezione differenziale delle linee - A. Barbagelata	523
Le caratteristiche ed i vantaggi della protezione ultra-rapida su tutte le reti a corrente continua, con speciale considerazione delle linee di trazione ad alta tensione - L. Lacceiti	527
Alcune note sugli interruttori a richiusura automatica per alimentatori a corrente alternata - T. Scolari	541
Trasformatori con variazione di rapporto sotto carico - B. Cerretelli	561
Canali idroelettrici - F. Pagliaro	575
I problemi della protezione contro le sovratensioni - E. Pfiffner - G. Picker	596
Le officine di costruzioni elettromeccaniche negli Stati Uniti d'America nel 1926 - E. Morelli	613
Centrali termiche nord-americane - P. Ferrerio	644
Nuove osservazioni sui fenomeni che minacciano gli impianti elettrici - G. Rebora	661
La Conferenza dell'energia mondiale (World Power Conference) a Basilea	721
Turbine idrauliche ed impianti idroelettrici nel Nord-America - N. Ratti	757
Impianto idroelettrico di Galliciano della Società Ligure-Toscana di elettricità	760-781
Su alcuni problemi relativi al rifasamento degli impianti - P. Staderini	809

Lettere alla redazione.

Linee americane a 220 kV - E. Ciavarelli	817
--	-----

Sunti e sommari.

Considerazioni sulle moderne centrali di distribuzione	82
I più recenti progressi negli impianti di produzione di energia	124
L'utilizzazione del basso Liri da parte della Società Meridionale di Elettricità	125

Problemi vitali intorno alla protezione degli impianti elettrici	141
Sottostazione a raddrizzatori di Zweilütschinen	142
Moderne costruzioni di gallerie a forti inclinazioni - A. Seveso	262
Interruttori a richiusura automatica per corrente continua in impianti industriali - E. L. Hough	287
Sbarre per correnti di grande intensità a 60 per. - T. G. Le Clair	287
Marcia in parallelo dei raddrizzatori a vapori di mercurio fra loro e con altri gruppi generatori - E. K.	290
Scaricatori per circuiti di trasmissione e di distribuzione - E. E. Burger	307
La regolazione del fattore di potenza nella marcia in parallelo di più centrali - J. Kristen	308
La convenienza degli impianti di rifasamento per gli utenti - H. Vogt	326
Miglioramenti nei sistemi di ventilazione delle sottostazioni automatiche - E. L. Turley	363
La misura della potenza reattiva negli impianti con raddrizzatori a mercurio - M. Schenkel	385
Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli Stati Uniti d'America - L. Liston	406
Un grande impianto di raddrizzatori a mercurio in una officina metallurgica - W. Zimmermann	409
La sottostazione di Brugg delle Ferrovie federali svizzere	410
La sottostazione di Puidoux delle Ferrovie federali svizzere	431
Reattanze limitatrici di corrente con isolamento a prova di fuoco - F. H. Kierstead	458
Una rassegna delle industrie elettriche - E. V. Rice	461
I primi nove anni della passata decade	461
La sottostazione automatica di Bourbon Street della New Orleans Public Service - F. P. Fischer	519
Sul calcolo dei pozzi piezometrici - E. Braun	581
Confronto fra convertitori sincrone e gruppi di conversione motore sincro-dinamo per impianti industriali - W. B. Snyder	583
Vari metodi di sincronizzazione - J. Auchinloss	607
L'utilizzazione del torrente Orba in Comune di Molare da parte della Società officine elettriche genovesi	652
L'officina di Arquata Scrivia della Società Edison - G. Guastalla	654
Storia delle sottostazioni automatiche per varie applicazioni - W. H. Rowney	655
La sottostazione di Pittsfield della General Electric Company per la prova delle elevate capacità di rottura - G. F. Links	705
La nuova turbina di 24.000 kW per il Velino - F. Marzolo	820
Piccoli trasformatori per alte tensioni - G. W. Lentz	822

Cronaca.

Esperienze sulle dighe ad arco	19
Notizie sugli impianti elettrici della Svezia	65
Progetto per l'utilizzazione delle maree nella Baia di Fundy	65
Piano di utilizzazione completata del Bridge River	66
La più grande tubazione di legno installata in impianti idroelettrici	132
Utilizzazione delle sorgenti naturali di vapore in California	144
L'industria elettrica in Spagna nel 1925	199
L'uso dei motori ausiliari per i servizi e per il comando degli interruttori nelle centrali	266
Gli impianti elettrici spagnoli alla fine del 1925	267
Conferenza mondiale dell'energia	310
Il più grande impianto idroelettrico dell'Austria	311
Importanti ampliamenti di centrali termoelettriche in America	338
Comando elettrico delle valvole sulle condotte di vapore	338
La produzione dell'energia elettrica negli Stati Uniti	338
Nuovo impianto di forza motrice a vapore di mercurio	338
Sviluppo assunto nel 1925 dagli impianti elettrici nel Canada	339
Gli impianti idroelettrici della Sardegna	365
Un nuovo grandioso impianto idroelettrico nella Scozia	366
I nuovi impianti delle Imprese elettriche Conti	387
Una delle maggiori installazioni di motore a gas povero per generazione di energia elettrica	388
L'utilizzazione complessiva delle cascate del Niagara	411
Alcuni impianti idroelettrici importanti allo studio in Germania	411
Prove sulle grandi caldaie a carbone polverizzato della centrale di Likeside	411
Impianti idroelettrici automatici	434
L'impiego di valvole fusibili negli impianti ad alta tensione	461
Importantissima centrale idroelettrica in Argentina	462
La installazione di ricupero dei residui di combustibile nella centrale termoelettrica di Stettino	490
Bando per la costruzione di una centrale termoelettrica in Bulgaria	520
La produzione di energia elettrica nella Svizzera	632
Un indicatore di alta tensione	678
Sulla bobina di Petersen	678
La centrale termica di Richmond	679
Esportazione di energia elettrica dalla Svizzera	679
Progetto per la sistemazione del fiume Congo	707
La centrale termoelettrica di Witbank	707
Progetto per l'utilizzazione delle maree per produzione di energia elettrica	707
Il primo Congresso dell'«Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique»	731
L'Elettricità alla Fiera Campionaria di Padova	746
La partecipazione italiana alla Esposizione della Navigazione interna e della Utilizzazione delle forze idrauliche a Basilea	798

Importanti installazioni di grosso macchinario generatore	801
Notevole impianto per la fornitura dell'acqua per la centrale termoelettrica di Witbank	823
La nuova centrale termoelettrica di Berlino	823
La centrale termoelettrica di Goldemberg	823
Comando a distanza di cabine di conversione di corrente alternata in continua	823
Grandioso progetto di sistemazione e sfruttamento del Dnieper	846
Centrale termoelettrica di S. Johns River	846
L'energia elettrica disponibile in Finlandia	846

Norme - leggi - decreti.

Approvazione per i progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta	144
---	-----

Libri e pubblicazioni.

Utilizzazione di forze idrauliche. Impianti idroelettrici - F. Marzolo	134-246
Switchgear for electric power central - G. B. Wedmore - H. Trencham	246
Landes Elektrizitätswerke - A. Schönberg - E. Glunk	707
Installations électriques à haute et basse tension - A. Manduit	707
L'électrotechnique des praticiens - J. Fischer - Hinnen	707
Die deutsche Elektrizitätswirtschaft - G. Dehne	732
Aide-mémoire-formulaire de l'électricité, de la mécanique et de l'électromécanique - M. E. Pacoret	732

La nostra industria.

Trasportatore aereo di carbone fossile e coke nelle officine a gas della Bournemouth Gas and Water Company at Pirwines, Poole	339
Grandi alternatori per la nuova Centrale di Fadalto	657

Verballi delle Riunioni.

XXX ^a Riunione dell'A. E. I.	225-246-269
I lavori della Commissione elettrotecnica internazionale a Nuova York	326
Gli impianti di distribuzione di energia, e la nuova sottostazione Tiburtina della Società Elettr. e Gas di Roma - G. Fano	332
XXXI ^a Riunione dell'A. E. I.	491-526
Centrale e cabina ricevitrice della Società Bolognese di Elettricità	588
Le battaglie per l'energia - Il carbone bianco e nero - Le centrali a lignite - U. Sequi	660
Contributo delle nostre ligniti alla risoluzione del problema termoelettrico italiano - A. Mandò	660
Sulla protezione differenziale delle linee - A. Barbagelata	774
Alcune note sugli interruttori a richiusura automatica per alimentatori a corrente alternata - T. Scolari	777
Le caratteristiche ed i vantaggi della protezione ultra rapida su tutte le reti a corrente continua, con speciale considerazione delle linee di trazione ad alta tensione - L. Laccetti	778
Nuove osservazioni sui fenomeni che minacciano gli impianti elettrici - G. Rebora	779
I problemi della protezione contro le sovratensioni - E. Piffner - G. Picker	802
Trasformatori con variazione di rapporto sotto carico - B. Cerretelli	805
Centrali termiche nord-americane - P. Ferrerio	829
Le officine di costruzioni elettromeccaniche negli Stati Uniti d'America nel 1926 - E. Morelli	830
Turbine idrauliche ed impianti idroelettrici nel Nord-America - N. Ratti	830
Produzione e distribuzione di energia negli Stati Uniti - G. Semenza	830
Esercizio dei grandi impianti elettrici americani - C. Palestrino	831
Impianti della Soc. Meridionale di Elettricità - Ing. Motti	850

21. - Indice bibliografico.

Note di redazione.	265
--------------------	-----

22. - Industria nazionale.

Note di redazione.

Elogio inglese alla nostra industria dei cavi	137
---	-----

Articoli e comunicazioni.

L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. S. N.	380
--	-----

Cronaca.

Apprezzamenti inglesi della tecnica italiana	144
L'Elettricità alla Fiera Campionaria di Padova	746

La nostra industria.

Grossi trasformatori trifasi della Società San Giorgio S. A. Ind. Sestri Ponente	133
--	-----

Isolatore a sospensione Passarin	171
Trasportatore aereo di carbone fossile e coke nelle officine a gas della Bournemouth Gas and Water Company at Pirwines - Poole	339
Grandi alternatori per la nuova Centrale di Fadalto	657

23. - Insegnamento, istituti, scuole e laboratori.

Note di redazione.

L'ingegneria industriale e gli esami di Stato	229
Il laboratorio di radiologia dell'Università di Milano	685
La Riunione di Brescia	733

Articoli e comunicazioni.

Le specializzazioni della ingegneria e l'esame di Stato - M. Panetti	238
Laboratorio radiologico di taratura e ricerche - E. Pugno-Vanoni	697
Il «Bureau of Standards» degli Stati Uniti - L. Lombardi	710

Cronaca.

Nuovo laboratorio di radiologia	223
Nuovo laboratorio per raggi X	266
Borse di perfezionamento conferite dal Comitato Nazionale Scientifico Tecnico di Milano	801

Libri e pubblicazioni.

L'impianto di raggi X del laboratorio di chimica generale del R. Politecnico di Milano - G. Bruati	416
Note al corso di disegno di macchine - A. Gilardi	416

Verballi delle Riunioni.

XXXI ^a Riunione annuale dell'A. E. I.	752
--	-----

24. - Libri e pubblicazioni.

Recensioni.

Memorie e note scientifiche - L. Donati	22
«Super-neutro-ultra-dina» ed i principali montaggi classici - A. Orsi	66
La trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica - G. Revessi	66
Strumenti di misura ed apparecchi elettrici - E. Biffi	87
Gli elenchi delle Acque pubbliche d'Italia	132
Accumulatori elettrici - U. Tucci	134
Calcul et construction des réseaux - C. Van Castel	224
Engines of high output - H. R. Ricardo	224
Elettrotecnica pratica, vol. II - La corrente alternata - P. E. Cesari	224
Voltiana	230
L'Elettrotecnica - A. Albini	245
Utilizzazione di forze idrauliche - Impianti idroelettrici - F. Marzolo	246
Switchgear for electric Power Control - G. B. Wedmore - H. Trencham	246
Principles of Electric Power transmission and Distribution - Woodruff	246
Lezioni di meccanica razionale - U. Cisotti	246
Insulated electric Cables - Beaver	246
Elettrotecnica generale ed applicata - H. Vieweger	416
Elettrotecnica pratica - P. G. Lanino	416
Le irrigazioni in Italia - Servizio idrografico	416
La grande trazione elettrica - P. Verole	632
Costruzioni elettromeccaniche, vol. II - E. Morelli	632
La meccanica e le macchine nella scuola e nell'industria - P. Conaldi	632
Lehrbuch der Elektrotechnik - Esselborn	633
Annual report of the Smithsonian Institution, 1923	633
Vorlesungen über Wasserkraftmaschinen - R. Camerer	633
Raccolta di esempi e di problemi con soluzione sull'idraulica e le sue applicazioni - N. Ronco	732
I torsiometri e le misure di potenza - M. Rubino	732
Relazione al Parlamento per l'anno 1925 - Ente Autonomo per l'Acquedotto pugliese	732
Notizie sull'attività del servizio idrografico - Ministero dei Lavori Pubblici	732
Die deutsche Elektrizitätswirtschaft - G. Dehne	732
Notes on the induction motor - H. E. Dance	732
La mathématique du chimiste - L. Gay	732
Aide-mémoire formulaire de l'électricité, de la mécanique, et de l'électromécanique - M. E. Pacoret	732
L'illuminazione elettrica - G. Peri	847
Manuale Enciclopedico dell'Ingegneria Moderna	847
Costruzioni elettromeccaniche - E. Morelli	847

Pubblicazioni ricevute.

Lezioni di meccanica razionale svolte nel Politecnico di Milano - U. Cisotti	67
Electrical power and national progress - H. Quigley	67

Insulated electric cables - Materials and design - C. J. Beaver . . .	67
Indicatore della produzione francese 1925 . . .	87
Gli elenchi delle Acque pubbliche d'Italia - Ass. Nazionale Industrie Elettriche . . .	87
La grande trazione elettrica - P. Verole . . .	134
Lubrificazione scientifica del vostro macchinario - Vacuum Oil Company . . .	134
Elettrotecnica pratica ad uso delle Scuole e degli Istituti industriali - P. E. Cesari . . .	134
The purification of insulating oils - St. Trefuge . . .	134
L'elettrotecnica nei suoi principi scientifici e nelle sue pratiche applicazioni - A. Albini . . .	134
Accumulatori elettrici - U. Tucci . . .	134
Calcul et construction des réseaux - C. Van Castel . . .	134
Utilizzazione di forze idrauliche - Impianti idroelettrici - F. Marzolo . . .	134
Annuario dell'Industria meccanica italiana - A. N. I. M. A. . .	134
Engines of high output - H. R. Ricardo . . .	134
L'impianto di raggi X del laboratorio di chimica generale del Regio Politecnico di Milano - G. Bruni . . .	416
Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution . . .	416
Vorlesungen über Wasserkraftmaschinen - R. Camerer . . .	416
Combustione e combustibili - L. Boncinelli . . .	416
Manuale dell'Ingegnere civile ed industriale - G. Colombo . . .	416
L'irrigazione in Italia dal punto di vista tecnico, economico, legislativo. - Una organizzazione nazionale per il suo incremento - Federazione nazionale delle irrigazioni . . .	416
Note al corso di disegno di macchine - A. Gilardi . . .	416
Gli accumulatori elettrici - L. Bonacossa . . .	416
Gli aeromotori - L. Lavagnolo . . .	416
Raccolta di tavole costruttive originali di apparecchi radiofonici - U. Guerra . . .	416
Farbenchemisches Praktikum - Möhlau - Bucherer . . .	416
Elektrische Festigkeitslehre - A. Schweiger . . .	416
Lehrbuch der Elektrotechnik - R. Fischer - R. Hohage - G. W. Meyer . . .	416
Bibliography on core lasses in electrical Machinery and subjects 1885-1924 . . .	416
Ente autonomo dell'Acquedotto pugliese . . .	416
La nuova teoria di Féry per l'accumulatore a piombo - E. Denina . . .	416
Photometry - J. W. T. Walsh . . .	707
Elektrische Schaltvorgänge - R. Rüdenberg . . .	707
L'opera svolta dal Comitato nazionale italiano della illuminazione e del riscaldamento . . .	707
Manuale enciclopedico della ingegneria moderna «Hutte» . . .	707
Radiotechnique générale - C. Gutton . . .	707
L'électrotechnique des praticiens - J. Fischer-Hinnen . . .	707
Ricevitori neutrodina - G. De Colle - E. Montù . . .	707
Avvolgimenti delle macchine elettriche a corrente continua ed alternata - M. Mazzocchi . . .	707
Utilizzazione delle acque per irrigazione - C. Ruggiero . . .	707
Landes Elektrizitätswerke - A. Schönberg - E. Glunk . . .	707
Installations électriques à haute et basse tension - A. Mauduit . . .	707
Notes on the induction motor - H. E. Dance . . .	707
La mathématiques du chimiste - L. Gay . . .	707
Corso teorico-pratico di elettrotecnica - L. Lombardi . . .	707
Théorie des chambres d'équilibre - J. Calame - D. Gaden . . .	707
Costruzioni elettromeccaniche, vol. III - E. Morelli . . .	707
Per la illuminazione razionale degli ambienti in cui viviamo - Comitato nazionale italiano della illuminazione e del riscaldamento . . .	707

25. - Magnetofisica.

Note di redazione.

Sull'effetto Peltier . . .	1
Formule di elettromagnetismo . . .	273
Prove sui combinatori (controller) . . .	297
Ragionamenti energetici . . .	445
Fondamenti dell'elettromagnetismo e calcolo vettoriale . . .	661
Nuove formule per l'isteresi ferromagnetica . . .	709

Articoli e comunicazioni.

Potere termoelettrico ed effetto Peltier in un campo magnetico di orientazione variabile - G. P. Rutelli . . .	5
Campo magnetico prodotto da una corrente circolare nei punti del suo piano - G. Polvani . . .	280
Campi magnetici di soffiamento nei combinatori tramviari - P. Lombardi . . .	304
Su alcune questioni attinenti ai principi dell'elettromagnetismo - C. Rimini . . .	452
Su alcune questioni attinenti ai fondamenti dell'elettromagnetismo - Comunicazione del Prof. Donati riassunta da C. Rimini . . .	662
Il significato degli operatori vettoriali e le equazioni di Maxwell - C. Rimini . . .	665
Considerazioni sulla isteresi magnetica - A. Bartorelli . . .	712

Lettere alla redazione.

Sui «controller» - S. Rossi Danielli . . .	487
» » P. Lombardi . . .	488

Sunti e sommari.

Perdite per isteresi e per correnti parassite nei lamierini di ferro - F. Ollendorff . . .	82
Sistema dimensionale di notazioni - V. Petrovsky . . .	166
Sull'azione degli schermi per campi elettrici e magnetici - I. H. Morecroft - A. Turner . . .	196
Sul «Magnetron» di Albert W. Hull - G. Polvani . . .	219
Le perdite nel ferro sotto l'azione di due eccitazioni sovrapposte, a corrente alternata e a corrente continua - O. E. Charlton - T. E. Jackson . . .	221
Teoria magnetoionica della propagazione delle onde elettromagnetiche - E. V. Appelton - M. A. F. Barnett . . .	297

Cronaca.

Lega metallica ad alta permeabilità magnetica (permalloy) . . .	19
Convenienza economica dell'impiego di magneti permanenti nel macchinario elettrico . . .	65
Sui fenomeni magnetici che si verificano negli acciai soggetti a tensione . . .	846

Libri e pubblicazioni.

Elettrotecnica generale ed applicata - H. Vieweger . . .	416
Lehrbuch der Elektrotechnik - K. Fischer - R. Hohage - G. W. Meyer . . .	416
Bibliography on core lasses in electrical machinery and related subjects 1885-1924 . . .	416
Lehrbuch der Elektrotechnik - Esselborn . . .	633
Corso teorico-pratico di elettrotecnica - L. Lombardi . . .	707

Verbalì delle Riunioni.

Alcune questioni attinenti ai fondamenti dell'elettromagnetismo - L. Donati . . .	468-684
---	---------

26. - Materiali.

Note di redazione.

Elogio inglese alla nostra industria dei cavi . . .	137
La moderna tecnica dei cavi . . .	345
Prove di collaudo dei cavi . . .	613
Prove sui condensatori . . .	733

Articoli e comunicazioni.

Avviene negli isolatori di porcellana un invecchiamento? - W. Weicher . . .	333
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. S. N. . .	380
Prove sui cavi ad alta tensione - E. Soleri . . .	624
Il «Bureau of Standards» degli Stati Uniti - L. Lombardi . . .	710
Prove su condensatori a mica - G. Vallauri . . .	733

Riassunti.

Studi e discussioni sui problemi dei cavi per alta tensione - Dunsheath . . .	354
---	-----

Lettere alla redazione.

In tema di cementatura degli isolatori - E. Alessandri . . .	518
--	-----

Sunti e sommari.

Perdite per isteresi e per correnti parassite nei lamierini di ferro - F. Ollendorff . . .	82
Uno studio dei dielettrici liquidi - Parte I ^a - Effetto dell'umidità e del contenuto di aria - W. P. Davey - T. A. Wilson . . .	166
Le perdite nel ferro sotto l'azione di due eccitazioni sovrapposte, a corrente alternata ed a corrente continua - O. E. Charlton - T. E. Jackson . . .	221
La saldatura ad arco nelle costruzioni metalliche o meccaniche - A. M. Hobart - W. Spraragen . . .	262
Sharr per correnti di grande intensità a 60 periodi - T. G. Le Clair . . .	287
Un nuovo metodo per la misura dell'assorbimento dielettrico - R. E. Marbury . . .	384
Tensione di scarica degli isolatori per differente andamento della tensione applicata - E. Marx . . .	430
Recenti progressi nella costruzione dei tubo elettronici - R. Jouaust . . .	459
L'uso di materiali isolanti costituiti di ercolite nei trasformatori - V. M. Montsinger - W. S. Moody . . .	582
La rigidità dielettrica a caldo degli isolanti solidi . . .	674
Teoria dell'assorbimento nei dielettrici solidi - V. Karapetoff . . .	704
Assorbimento dielettrico e teorie sul comportamento dei dielettrici - J. B. Whitehead . . .	705

Cronaca.

Produzione diretta dell'acciaio dal minerale di ferro . . .	19
Lega metallica di alta permeabilità magnetica (permalloy) . . .	19
Per la fusione del quarzo . . .	19
Raffinazione elettrolitica dell'alluminio . . .	37
Proprietà del tungsteno . . .	37
Determinazione del contenuto di acqua degli oli minerali . . .	38

Un nuovo materiale per resistenze	132
Apprezamenti inglesi della tecnica italiana	144
Sulla trasmutazione dei metalli	223
Effetto dell'incrudimento e della tempera sulle proprietà termoelettriche dei metalli	223
Sull'impiego del fenomeno piezo-elettrico dei cristalli nelle radio-trasmissioni	223
Applicazione del quarzo fuso elettricamente	291
La saldatura ad arco dei pezzi di ghisa	311
Studi sulle proprietà della gomma	338
Le leghe di cadmio e di rame usate per le condutture elettriche	462
Gli impianti di produzione di nickel per via elettrolitica	490
Tipo di acciai speciali al nichel-cromo	520
Forniture importanti di materiali per la Soc. Amer. «Ulen and Co.»	631
Linee a 220.000 volt in Europa	678
Una serie di prove interessanti sugli isolatori Pirex	678
Il maggior produttore di mica nel mondo	707
Una nuova fonte di produzione di caucciù	707
L'Elettricità alla Fiera Campionaria di Padova	746
Nuovi grandi giacimenti di platino nel Transvaal	801
Sugli effetti della temperatura nell'assorbimento dei raggi X da parte dei diversi materiali	823
Impiego di termocoppie per misura di alte temperature	823
Una sospensione di nuovo genere per grandissime portate	846
Cavi di alluminio con anima d'acciaio	846
Sui fenomeni magnetici che si verificano negli acciai soggetti a tensione	846
Proprietà fisiche dell'alluminio puro	846

Norme - leggi - decreti.

Norme per gli attraversamenti delle ferrovie e tranvie extraurbane ed urbane con condutture elettriche	412
--	-----

Libri e pubblicazioni.

Insulated electric cables - Materials and design - C. J. Beaver	67-246
The purification of insulating oils - St. Trefuge	134
Farbenchemisches praktikum - Möhlau-Bucherer	416
Bibliography on core losses in electrical machinery and related subjects 1885-1924	416

La nostra industria.

Isolatore a sospensione Passarin	171
--	-----

Verbali delle Riunioni.

I lavori della Commissione elettrotecnica internazionale a Nuova York	326
---	-----

27. - Meccanica.

Note di redazione.

Misure di piccole velocità dell'aria	69
La forza centrifuga nelle macchine elettriche	117
Misura elettrica della velocità dei gas	253
L'industria elettromeccanica in America	613
Supporti a pressione di liquido	637

Articoli e comunicazioni.

Sulla misura delle velocità dei gas - G. Maione	70
Sollecitazioni tangenziali e forzamenti nelle ruote polari dei motori alternatori - A. Epicoco	121
Sulla misura delle piccole velocità dei gas - U. Bordoni	260
Le officine di costruzioni elettromeccaniche negli Stati Uniti d'America nel 1926 - G. Morelli	613
Supporti a pressione di liquido - P. Bruné	646

Sunti e sommari.

Sui metodi termici in generale e sui procedimenti elettrotermici per la misura delle piccole velocità dei liquidi - V. Gallina	489
--	-----

Cronaca.

Torsiometro per la lettura a distanza	199
Dispositivo della misura per via elettrica delle piccole pressioni nei liquidi	411
Riunione del Comitato generale per l'unificazione dell'industria meccanica	552
Una mostra internazionale permanente di meccanica agraria a Milano	609
Un nuovo sistema di ingranaggi	631
Nuovo tipo di motore rapido per comando di macchine utensili	655
L'Elettricità alla Fiera Campionaria di Padova	746

Libri e pubblicazioni.

Lezioni di meccanica razionale svolte nel Politecnico di Milano - U. Cisotti	67-246
Lubrificazione scientifica del vostro macchinario - Vacuum Oil Company	134
Annuario dell'Industria meccanica italiana - A. N. I. M. A.	134

Note al corso di disegno di macchine - A. Gilardi	416
Manuale dell'Ingegnere civile ed industriale - G. Colombo	416
La meccanica e le macchine nella scuola e nell'industria - P. Conaldi	632
Manuale enciclopedico dell'ingegneria moderna «Hutte»	707
I torsiometri e le misure di potenza - M. Rubino	732
Aide-mémoire formulaire de l'électricité, de la mécanique et de l'électromécanique - M. E. Pacoret	732
Manuale Enciclopedico dell'Ingegneria moderna	847

Verbali delle Riunioni.

Supporti a pressione di liquido - P. Bruné	660
--	-----

28. - Misure: metodi ed Istrumenti.

Note di redazione.

Le valvole ioniche e le misure elettriche	25
Misure di piccole velocità dell'aria	69
Perfezionamenti nelle misure idrauliche di portata	93
Misura elettrica della velocità dei gas	253
Prove sui combinatori (controller)	297
Misure di potenza ed energia apparenti	445
Ancora sugli accumulatori piombo-zinco	613
Prove di collaudo dei cavi	613
Centrali termiche e criteri industriali nord-americani	637
Macchine polifasi a collettore	685
Il laboratorio di radiologia dell'Università di Milano	685
Riunioni e manifestazioni internazionali	709
Prove sui condensatori	733
Sistemi assoluti di unità di misura	809
Misura elettrica della velocità dell'acqua	833

Articoli e comunicazioni.

La valvola termoionica nelle misure - E. Pugno Vanoni	26
Sulla misura delle piccole velocità dei gas - G. Maione	70
Il metodo chimico-elettrico per la misura delle portate dei corsi di acqua - A. Barbagelata	93
Teoria, errori ed approssimazione del metodo chimico-elettrico per la misura delle portate - E. Bottani	99
Misura di correnti pulsanti - G. Fagiani	239
Sulla misura delle piccole velocità dei gas - U. Bordoni	260
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. S. N.	380
Perfezionamenti nei metodi ed apparecchi di misura industriale della potenza ed energia apparente e del fattore di potenza - R. Arnò	454
Il vero significato della temperatura ambiente, dei limiti massimi di temperatura e delle sopraelevazioni di temperatura - G. Morelli	483
Relazione del Comitato di studio per le Macchine - E. Morelli	547
Esperienze su accumulatori leggeri tipo Pouchain - C. Palestrino	617
Rilievi sperimentali sulla illuminazione di strade - G. Peri	620
Prove sui cavi ad alta tensione - E. Soleri	624
Centrali termiche nord americane - P. Ferrerio	644
Laboratorio radiologico di taratura e ricerca - E. Pugno Vanoni	697
Il «Bureau of Standards» degli Stati Uniti - L. Lombardi	710
Prove su condensatori a mica - G. Vallauri	733
Un sistema di «Unità definitive» proposto per uso universale - G. A. Campbell	814
La misura elettrica della velocità dell'acqua	837

Sunti e sommari.

L'elettrometro a quadranti - W. B. Kouwenhoven	15
Cimometri - L. B. Turner	61
Misure d'intensità del campo elettromagnetico di onde r. t. transverse - L. W. Austin	83
Su un nuovo metodo di misura della resistenza di un conduttore, per correnti ad alta frequenza - P. O. Pedersen	126
Analisi delle correnti alternate per mezzo del tubo di Braun - L. Casper - K. Hubmann - T. Zennek	128
Ponte per la misura delle frequenze - K. Kurokawa e T. Hoashi	143
La misura della potenza resa di grossi turboalternatori durante le prove del consumo d'acqua in caldaia - E. S. Lee	167
La misura delle perdite di energia nei grandi interruttori in olio - B. G. Curcher - C. Daunatt	198
Sul «Magnetron» di Albert W. Hull - G. Polvani	219
Le perdite nel ferro sotto l'azione di due eccitazioni sovrapposte, a c. a. ed a c. c. - O. E. Charlton - J. E. Jackson	221
Caratteristiche di funzionamento di tubi elettronici rivelatori di oscillazioni r. t. - H. M. Freeman	222
Misura della distribuzione della tensione e del campo elettrico su catene d'isolatori - Regerbis	241
Studio sullo spinterometro ad aghi - K. B. Mc. Eachron - E. J. Wade	264
Un nuovo metodo per misurare l'assorbimento dielettrico - R. E. Marbury	384
La misura della potenza reattiva negli impianti con raddrizzatori a mercurio - M. Schenkel	385
Un nuovo dispositivo per la misura del fattore di forma d'onda - L. A. Doggett - J. W. Heim - M. W. White	428

Misura di piccole variazioni di frequenza mediante l'oscillografo - <i>Ph. Schuchmann - W. Schweihage</i>	488
Sui metodi termici in generale e sui procedimenti elettrotermici per la misura delle piccole velocità dei liquidi - <i>V. Gallina</i>	489
Ponte di misura a frequenza radio - <i>K. Kupfmüller</i>	628
Studio sperimentale circa la possibilità di risonanza nei trasformatori dovuta alla quinta e settima armonica - <i>A. Boyajian</i>	654
La nuova sala sperimentale delle «Costruzioni meccaniche Riva» - <i>F. Marzolo</i>	672
La rigidità dielettrica a caldo degli isolanti solidi	674
La sottostazione di Pittsfield della General Electric Company per la prova delle elevate capacità di rottura - <i>G. F. Links</i>	705
Metodi di misura della resistenza d'aereo - <i>M. Osnos</i>	821
Prova a corrente continua dei cavi per alta tensione già posati - <i>A. Allen</i>	842
Misure di tensione a frequenza radio - <i>Palm A.</i>	843
Metodo di misura dell'intensità del campo prodotto da segnali radio per frequenze fino a 40 megacicli. - <i>Friis H. T. - Bruce E.</i>	844

Cronaca.

Oscillografo senza inerzia	19
Dispositivi per misure di portata	37
Determinazione del contenuto di acqua negli oli minerali	38
Per la misura del riscaldamento dei motori ad induzione	132
Torsiometro per la lettura a distanza	199
Sull'impiego dello spinterometro a sfere per la misura delle alte tensioni	223
Verifica della resistenza elettrica delle rotaie	224
Prove di vita su triodi a filamento di tungsteno	291
L'applicazione dei termometri elettrici alla misura delle temperature nell'interno delle dighe	311
Metodo oscillografico per la soluzione di sistemi elettromeccanici	338
Dispositivo per la misura per via elettrica delle piccole pressioni dei fluidi	411
Prove sulle grandi caldaie a carbone polverizzato della Centrale di Lakeside	411
L'incremento delle correnti vaganti dovuto alla penetrazione nel terreno di soluzioni saline	411
Una serie importante di prove su di una linea a 120.000 V	463
Impianto per prove a tensione fino a 2.000.000 di volt	656
L'Elettricità alla Fiera campionaria di Padova	746
Impiego di termocoppie per misura di alte temperature	823
Applicazione di termocoppie per la misura della distribuzione delle temperature nei grandi camini in cemento armato	823

Libri e pubblicazioni.

Strumenti di misura ed apparecchi elettrici - <i>E. Biffi</i>	87
Photometry - <i>J. W. T. Walsh</i>	707
I torsiometri e le misure di potenza - <i>M. Rubino</i>	732
Aide-mémoire-formulaire de l'électricité, de la mécanique et de l'électromécanique - <i>M. E. Pacoret</i>	732

Verbalì delle Riunioni.

Metodo chimico elettrico per la misura delle portate dei corsi di acqua - <i>A. Barbagelata</i>	228-294
Perfezionamenti nei metodi ed apparecchi di misura industriale della potenza ed energia apparente e del fattore di potenza - <i>R. Arnò</i>	343
La misura elettrica della velocità dell'acqua - <i>B. Del Nunzio</i>	832
Centrali termiche nord-americane - <i>P. Ferrerio</i>	829
Il «Bureau of Standards» degli Stati Uniti - <i>L. Lombardi</i>	830

29. - Motori elettrici.

Note di redazione.

La forza centrifuga nelle macchine elettriche	117
La dispersione del calore per irradiazione	205
Forze magnetiche nelle macchine elettriche	253
Geometria ed elettrotecnica	297
Le operazioni geometriche	297
I diagrammi circolari delle macchine elettriche	361
Temperatura e potenza del macchinario elettrico	469
L'industria elettromeccanica in America	613
Macchine polifasi a collettore	685
Il diagramma del motore sincrono	809

Articoli e comunicazioni.

Il calcolo delle trasmissioni di calore per irradiazione - <i>U. Bordoni</i>	213
Calcolo delle forze di attrazione magnetica nelle macchine elettriche - <i>C. Della Salda</i>	258
Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative - <i>C. Rimini</i>	274-297-321-345-369-393
L'elettrotecnica alla Fiera campionaria di Milano - <i>R. S. N.</i>	380
Il vero significato della temperatura ambiente, dei limiti massimi di temperatura e della sopraelevazione di temperatura - <i>E. Morelli</i>	483
L'induzione più conveniente nel nucleo delle macchine a corrente continua - <i>F. Tedeschi</i>	485

L'isolamento degli avvolgimenti - <i>G. Rebora</i>	533
Relazione del Comitato di studio per le tensioni normali - <i>L. Lombardi</i>	546
Relazione del Comitato di studio per la nomenclatura - <i>L. Lombardi</i>	547
Relazione del Comitato di studio per i simboli - <i>L. Lombardi</i>	547
Relazione del Comitato di studio per le macchine - <i>E. Morelli</i>	547
Limitatore induttivo e autoavviatore sistema R. I. F. - <i>F. Rai- mondi</i>	590
Le officine di costruzioni elettromeccaniche negli Stati Uniti di America nel 1926 - <i>E. Morelli</i>	613
Sulla macchina in serie, a corrente alternata trifase ed a collettore - <i>M. Paris</i>	685
Relazione del Comitato di studio per i motori di trazione - <i>R. Vallauri</i>	724
Su alcuni problemi relativi al rifasamento degli impianti - <i>P. Staderini</i>	809

Sunti e sommari.

Regolazione dei motori ad induzione col sistema Brown-Boveri-Scherbius	106
L'applicazione dei motori elettrici nell'industria della frantumazione delle pietre - <i>E. W. Pilgrim</i>	166
Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. A. - <i>L. Liston</i>	406
Motori per macchine di sollevamento per miniere	489
Interruttore automatico per motori ad induzione	771
Freno a solenoide per motori a corrente alternata con rotore avvolto - <i>H. H. Vernon</i>	797
Ventilazione per le macchine di grande potenza	797

Cronaca.

Per la misura del riscaldamento dei motori ad induzione	132
Uno dei più grandiosi impianti di motori reversibili per laminatoi	132
Nuovo motore asincrono compensato	144
Perdite dovute alle legature metalliche eseguite nei rotor dei motori di trazione a c. c.	291
Nuovo tipo di motore rapido per comando di macchine utensili	655
L'Elettricità alla Fiera Campionaria di Padova	746
Un nuovo tipo di «controller» per motori di trazione a corrente continua ad alta tensione	824

Libri e pubblicazioni.

Lubrificazione scientifica del nostro macchinario - <i>Vacuum Oil Company</i>	134
Costruzioni elettromeccaniche, Vol. II - <i>E. Morelli</i>	632
Lehrbuch der Elektrotechnik - <i>Esselborn</i>	633
Corso teorico-pratico di elettrotecnica - <i>L. Lombardi</i>	707
Costruzioni elettromeccaniche, Vol. III - <i>E. Morelli</i>	707
Notes on the induction motor - <i>H. E. Dance</i>	707-732
Avvolgimenti delle macchine elettriche a corrente continua ed alternata - <i>M. Mazzocchi</i>	707
L'électrotechnique des praticiens - <i>J. Fischer-Hinnen</i>	707

Discussioni.

Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative - <i>C. Rimini</i>	319
I lavori della Commissione elettrotecnica internazionale a Nuova York	326
Teoria e rappresentazione geometrica delle correnti alternate - <i>C. Rimini</i>	660
Le officine di costruzioni elettromeccaniche negli Stati Uniti d'America nel 1926 - <i>E. Morelli</i>	830
La temperatura di regime degli avvolgimenti - <i>G. Rebora</i>	832
L'isolamento degli avvolgimenti - <i>G. Rebora</i>	832

30. - Motori primi, caldaie, ecc.

Note di redazione.

Turbine idrauliche ed impianti idroelettrici nel Nord-America - <i>N. Ratti</i>	757
Impianto idroelettrico di Galliciano della Società Ligure-Toscana di elettricità	767-781

Articoli e comunicazioni.

L'impianto idroelettrico del lago Matese della Società meridionale di elettricità	470-494
Relazione del Comitato di studio per i motori primi - <i>N. Ratti</i>	606
La Conferenza mondiale dell'energia (World Power Conference) a Basilea	721
Turbine ed impianti idraulici dell'America del Nord	757
L'impianto di Galliciano	760-781

Sunti e sommari.

I più recenti progressi negli impianti di produzione di energia	124
---	-----

La misura della potenza resa di grossi turboalternatori durante le prove del consumo d'acqua in caldaia - <i>E. S. Lee</i> . . .	167
Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. I. A. - <i>L. Liston</i> . . .	406
I primi nove anni delle passate decadi . . .	461
La nuova sala sperimentale delle «Costruzioni meccaniche Riva» - <i>F. Marzolo</i> . . .	672
La nuova turbina da 24.000 kW per il Velino - <i>F. Marzolo</i> . . .	820

Cronaca.

Il condensatore di vapore più grande del mondo . . .	66
Utilizzazione delle sorgenti naturali di vapore in California . . .	144
Esposizione internazionale per la navigazione interna e per l'utilizzazione delle forze idrauliche a Basilea . . .	167
Un incidente ad un turboalternatore da 40.000 kW . . .	266
Nuovo impianto di forza motrice a vapore di mercurio . . .	338
Comando elettrico delle valvole sulle condotte di vapore . . .	338
Una delle maggiori installazioni di motore a gas povero per generazione di energia elettrica . . .	388
Prove sulle grandi caldaie a carbone polverizzato della Centrale di Lakeside . . .	411
Utilizzazione dei vecchi gruppi turbo-generatori . . .	434
Un nuovo metodo per sfruttare il moto ondoso del mare . . .	462
Turbogeneratori da 200.000 kW . . .	462
Le cause di incidenti alle turbine a vapore . . .	490
Il ritorno dell'acqua di condensazione in caldaia con ciclo completamente chiuso . . .	631
Una delle più grandi turbine del mondo . . .	679
Turbine idrauliche del tipo ad elica di dimensioni rilevantissime . . .	823
Applicazione di coppie termoelettriche per la misura della distribuzione delle temperature nei grandi camini in cemento armato . . .	823

Libri e pubblicazioni.

Lubrificazione scientifica del nostro macchinario - <i>l'vacuum Oil Company</i> . . .	134
Engines of high output - <i>H. R. Ricardo</i> . . .	134-224
Vorlesungen über Wasserkraftmaschinen - <i>R. Camerer</i> . . .	416-633
Combustione e combustibili - <i>L. Boncinelli</i> . . .	416
Gli aereomotori - <i>L. Lavagnolo</i> . . .	416
Manuale dell'ingegnere civile ed industriale - <i>G. Colombo</i> . . .	416
Manuale enciclopedico dell'ingegneria moderna - « <i>Hutte</i> » . . .	707
Aide-mémoire-formulaire de l'électricité, de la mécanique et de l'électromécanique - <i>M. E. Pacoret</i> . . .	732

Verbali delle Riunioni.

I lavori della Commissione elettrotecnica internazionale a Nuova York . . .	326
I motori aereodinamici - <i>L. d'Amelio</i> . . .	367
Sulla recente riunione di New-York della Commissione elettrotecnica internazionale - <i>N. Ratti</i> . . .	468
Apparecchio per la distillazione dei liquidi e concentrazione delle soluzioni - <i>A. Ponzini</i> . . .	520
Turbine idrauliche ed impianti idroelettrici nel Nord-America - <i>N. Ratti</i> . . .	830

31. - Necrologie.

Alberto Bertschinger . . .	273
Angelo Taveggia . . .	520
Francesco Piola . . .	560
Alessandro Grassi . . .	560
Fulmini Umberto . . .	808

32. - Note e questioni economiche e finanziarie.**Note di redazione.**

La funzione economica dell'energia . . .	417
--	-----

Articoli e comunicazioni.

La funzione economica della produzione dell'energia - <i>G. Revessi</i> . . .	424
La Conferenza dell'energia mondiale (World power conference) a Basilea . . .	721

Riassunti.

Movimento delle società elettriche - <i>R. S. Nicolò</i> . . .	38-111-168-242-312-388-463-552-680-748-824
--	--

Cronaca.

Conferenza mondiale dell'energia . . .	310
Concorso della Camera di Commercio Italo-Cecoslovacca di Trieste . . .	584
31 Ottobre - Giornata mondiale del risparmio . . .	707

Libri e pubblicazioni.

Electrical Power and National Progress - <i>H. Quigley</i> . . .	67
Indicatore della produzione francese 1925 . . .	87
Die deutsche Elektrizitätswirtschaft - <i>G. Dehne</i> . . .	732

Verbali delle Riunioni.

Funzione economica della produzione dell'energia - <i>G. Revessi</i> . . .	635-832
--	---------

33. - Note e questioni legali.

Le acque industriali e l'energia elettrica nei rapporti internazionali - <i>L. Pesci</i> . . .	20
Esercizio ed impianti di ascensori - <i>L. Pesci</i> . . .	86
Le sfiammate dei trams - <i>L. Pesci</i> . . .	86-656
Ancora sulla radiotelegrafia e sulle sue norme legislative - <i>L. Pesci</i> . . .	86
Il nuovo decreto sulle tariffe dell'energia elettrica - <i>L. Pesci</i> . . .	315
Controversie sul sopraprezzo dell'energia - <i>L. Pesci</i> . . .	415
Il regime giuridico internazionale delle comunicazioni senza filo - <i>L. Pesci</i> . . .	584
Sulla servitù di elettrodotto - <i>L. Pesci</i> . . .	656
Questioni relative al R. D. L., 4 marzo 1926, n. 681 - <i>L. Pesci</i> . . .	828

Lettere alla redazione.

Sul riscaldamento elettrico - <i>G. B. Lombardo</i> . . .	362
» » » - <i>M. Becca</i> . . .	581

Cronaca.

Marchi di fabbrica . . .	86
--------------------------	----

34. - Radiotelegrafia e radiotelegrafia.**Note di redazione.**

I convertitori statici di corrente ed i nuovi rami dell'elettrotecnica . . .	181
Generatori statici di oscillazioni . . .	205
Progresso scientifico . . .	229
Il trentennio della radiotelegrafia . . .	369
Onoranze a Guglielmo Marconi . . .	417
I progressi delle onde corte . . .	445
Raddrizzatori a contatto . . .	589
Prove su condensatori . . .	733

Articoli e comunicazioni.

Convertitori statici di corrente elettrica (Raddrizzatori, generatori di oscillazioni, moltiplicatori di frequenza) - <i>G. Vallauri</i> . . .	182-205-230
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - <i>R. S. N.</i> . . .	380
Esperienze di radiotelegrafia commerciale ad onde corte - <i>G. Pes-sion - G. Montefinale</i> . . .	446
Su un nuovo tipo di raddrizzatore - <i>D. Senigalliesi</i> . . .	605
Il «Bureau of Standards» degli Stati Uniti - <i>L. Lombardi</i> . . .	710
Prove su condensatori a mica - <i>G. Vallauri</i> . . .	733

Lettere alla redazione.

Su di un nuovo tipo di raddrizzatore - <i>P. Barreca</i> . . .	818
» » » » » » » » - <i>D. Senigalliesi</i> . . .	818

Sunti e sommari.

Su un nuovo fenomeno nei rilevamenti radiogoniometrici precedenti il tramonto - <i>L. W. Austin</i> . . .	16
Cimometri - <i>L. B. Turner</i> . . .	61
Confronto fra accoppiamento induttivo ed accoppiamento diretto - <i>F. Rossmann - J. Zenneck</i> . . .	78
Ricerche sperimentali su circuiti oscillanti con induttanze a nucleo di ferro - <i>L. Casper - K. Hubmann - J. Zenneck</i> . . .	79
Misure d'intensità del campo elettromagnetico di onde r. t. trans-pacifiche - <i>L. W. Austin</i> . . .	83
Frequenza naturale di bobine - <i>Ridder</i> . . .	83
Produzione di oscillazioni polifasi a mezzo di tubi elettronici - <i>R. Mesny</i> . . .	106
Produzione di una sola banda laterale per la radiotelegrafia transatlantica - <i>R. A. Heising</i> . . .	108
Su un nuovo metodo di misura della resistenza di un conduttore, per correnti ad alta frequenza - <i>P. O. Pedersen</i> . . .	126
Analisi delle correnti alternate per mezzo del tubo di Braun - <i>L. Casper - K. Hubmann - J. Zenneck</i> . . .	128
Ponte per la misura delle frequenze - <i>K. Kurokawa e T. Hoashi</i> . . .	143
Sull'accoppiamento in parallelo di alternatori ad alta frequenza tipo Alexander - <i>J. L. Finch</i> . . .	220
Caratteristiche di funzionamento di tubi elettronici rivelatori di oscillazioni r. t. - <i>H. M. Freeman</i> . . .	222
Radiotelegrafia fotografica - <i>F. Schroeter</i> . . .	363
Tubi elettronici con catodo di tungsteno al torio - <i>J. C. Warner - O. W. Pike</i> . . .	384
Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. A. - <i>L. Liston</i> . . .	406
Recenti progressi nella costruzione dei tubi elettronici - <i>R. Jouaust</i> . . .	459
Il complesso ricevente di Villa Elisa - <i>C. W. Doetsch</i> . . .	460

Progressi nel campo della radioricezione durante l'anno 1925 - A. N. Goldsmith	460
I primi nove anni della passata decade	461
La regolazione della lunghezza d'onda di apparati radiotrasmettenti - Ph. Schuchmann	488
Misura di piccole variazioni di frequenza mediante l'oscillografo - Ph. Schuchmann - W. Schreihage	488
Sull'effetto rigenerativo negli apparati radio riceventi a triodi - V. D. Landon e K. W. Jarvis	490
L'effetto della forma delle antenne trasmettenti sui rilevamenti radio-goniometrici - R. L. Smith-Rose	490
Un apparato trasmettente a triodi da 200 kW - B. van der Pol jr - K. Postumus	550
Sulle variazioni d'intensità dei segnali radiotelegrafici - E. V. Appleton - A. F. Barnett	582
Su un nuovo sistema ricevente direzionale - H. T. Friis	607
Ponte di misura a frequenza radio - K. Kumpf Müller	628
Risultati sperimentali di radiotelegrafia con onde corte - H. Rukop	674
Aviazione - J. F. Curry	676
La stazione radio di Rugby	745
La stazione di Rugby - A. S. Augwin - T. Walmsley	745
Osservazioni sulla propagazione delle onde corte - A. Hoyt Taylor	772
Proposta di modifiche nella formula di trasmissione Austin-Cohen - L. W. Austin	798
Cellule fotoelettriche a metalli alcalini - H. E. Ives	818
Metodi di misura della resistenza d'aereo - M. Osnos	821
Leggi di propagazione delle onde elettromagnetiche intorno alla terra - L. B. Turner	842
Misure di tensione a frequenza radio - A. Palm	843
Metodo di misura dell'intensità del campo prodotto da segnali radio per frequenze fino a 40 megacicli - H. T. Friis - E. Bruce	844

Cronaca.

Incidenti derivati dal fulmine alle installazioni di radiotrasmissioni	19
Emissione ad onde corte della stazione di Nauen	66
La regolamentazione delle lunghezze d'onda	167
Sull'utilizzazione del fenomeno piezo-elettrico dei cristalli nelle radiotrasmissioni	223
Il centro radiotelegrafico di Varsavia	242
Su un generatore di oscillazioni a frequenza costante	267
Interessanti esperimenti di conversazione telefonica fra navi in pieno oceano	267
Prove di vita su triodi a filamento di tungsteno	291
Perfezionamenti nelle radio-trasmissioni con il convertitore ad arco	291
Effetto dell'eclissi solare sulle ricezioni radiotelegrafiche	311
Apparati radio ad onde corte	338
Statistica delle stazioni radiotrasmettenti esistenti nel mondo	339
Sistema di trasmissione telegrafica segreto e rapido	339
Recenti perfezionamenti nella costruzione di induttanze per aerei radio-trasmettenti	388
Esposizione internazionale di radio a Vienna	462
Mostre di T. S. F. a Parigi	609
Impiego delle onde corte negli allacciamenti intercoloniali francesi	631
Concorsi per monografie di radiotecnica	656
La «forza cimo-motrice»	679
Una applicazione interessante di telemeccanica per mezzo di radio-trasmissioni	707
Un dispositivo di radiotrasmissioni destinato a guidare le navi per l'entrata in porto in caso di nebbia	707
La conferenza di Marconi all'Augusteo	774
Sui disturbi atmosferici	774
L'applicazione delle onde ultrasonore alla telefonia fra le navi	846

Norme - leggi - decreti.

Ancora sulla radiotelegrafia e sulle sue norme legislative - L. Pesci	86
Il regime giuridico internazionale delle comunicazioni senza filo - L. Pesci	584

Libri e pubblicazioni.

«Super-neutro-ultra-dina» ed i montaggi classici - A. Orsi	66
Raccolta di tavole costruttive originali di apparecchi radiofonici - U. Guerra	416
Radiotechnique générale - G. Gutton	707
Ricevitori neutrodina - G. De Colle - E. Montù	707

Verballi delle Riunioni.

Sul circuito Duddel e sulle sue possibili applicazioni alla telegrafia e telefonia senza fili - G. Campos	228
Lo stato attuale della trasmissione a distanza delle immagini e la televisione - A. Banfi	808
Il «Bureau of Standards» degli Stati Uniti - L. Lombardi	830
La riproduzione dei suoni in radiotelegrafia - G. Saggiori	832

35. - Società scientifiche, associazioni, concorsi, ecc.

Note di redazione.

L'A. E. I. all'Esposizione di Grenoble	25
L'Italia all'Esposizione di Grenoble	45

Concorso per un posto di ingegnere presso l'Ufficio Centrale dell'A. E. I.	45
La celebrazione Voltiana del 1917	69
Manifestazioni elettrotecniche internazionali e nazionali	297
Viaggio dell'A. E. I. in Francia	321
La gita dell'A. E. I. in Francia	345
L'escursione dell'A. E. I. in Francia	369-417
La Riunione di New-York della Commissione elettrotecnica internazionale	393
L'Esposizione di Basilea ed il concorso italiano	781

Articoli e comunicazioni.

L'industria italiana all'Esposizione di Grenoble - L. Locatelli	56
L'elettrotecnica alla Fiera campionaria di Milano - R. S. N.	380
Riunione della Commissione elettrotecnica internazionale a New York - L. L.	401
L'escursione dell'A. E. I. in Francia, 7-20 giugno 1926	440
Echi della gita in Francia	468
Il «Bureau of Standards» degli Stati Uniti - L. Lombardi	701

Cronaca.

Esposizione di elettrotecnica ad Osaka	37
Nuova Associazione italiana della stampa tecnica	38-132
Concorso ad un posto di assistente presso la R. Scuola d'ingegneria di Pisa	85
Associazione nazionale per lo sviluppo della illuminazione	132
Comitato Autonomo per l'esame delle invenzioni	132
Missione messicana a Milano	132
La Fiera campionaria di Parigi	133
La regolamentazione delle lunghezze d'onda	167
Congresso internazionale di chimica pura ed applicata - Palermo	167
Esposizione internazionale per la navigazione interna e per l'utilizzazione delle forze idrauliche a Basilea	167
Concorso a due posti di ispettore di prima classe delle FF. SS.	266
Conferenza mondiale dell'energia	310
Terza Conferenza internazionale di Unificazione	388
Concorso a Borse di perfezionamento	411
Congresso della Società francese per il progresso delle Scienze	461
Esposizione internazionale per la navigazione interna e per la utilizzazione delle forze idrauliche a Basilea	462
Esposizione internazionale radio a Vienna	462
Società per il perfezionamento dell'illuminazione in Francia	462
Il Comitato inglese per le ricerche sull'illuminazione	490
Bando per la costruzione di una centrale termoelettrica in Bulgaria	520
Concorso a due premi offerti dalla Fondazione politecnica italiana e Fondazione Carlo Esterle	552
Riunione del Comitato generale per l'unificazione dell'industria meccanica	552
Concorso della Camera di Commercio italo-cescoslovacca di Trieste	584
Fondazione G. Montefiore di Liegi	584
Una mostra internazionale permanente di meccanica agraria a Milano	609
Mostra di T. S. F. a Parigi	609
Forniture importanti per la Soc. Amer. «Ulen and Co»	631
Concorsi per monografie di radiotecnica	656
Richiesta di ventilatori per Haukow	707
Il primo Congresso dell'«Union internationale des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique»	731
L'Elettricità alla Fiera campionaria di Padova	746
La partecipazione italiana alla Esposizione della Navigazione interna e dell'Utilizzazione delle forze idrauliche a Basilea	798
Il secondo Congresso della stampa tecnica	801
Echi dell'Esposizione di Grenoble	823

Programmi - Bandi di concorso.

Concorso per un posto di ingegnere presso l'Ufficio Centrale	44-67-92
Esposizione internazionale delle comunicazioni elettriche, Como 1927	89
Programma della visita agli impianti elettrici in Francia	272-343

36. - Statistiche.

Lettere alla redazione.

Linee americane a 220 kV - E. Ciavarelli	817
--	-----

Sunti e sommari.

Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. A. - L. Liston	406
Una rassegna delle industrie elettriche - E. V. Rice	461

Cronaca.

Impiego dell'elettricità per uso domestico	19
Numero degli apparecchi telefonici nei Paesi civili del mondo	38
Notizie sugli impianti elettrici della Svezia	65
L'Industria elettrica italiana alla fine del 1925	133
L'Industria elettrica in Spagna nel 1925	199

Gli impianti elettrici spagnuoli a'la fine del 1925	267
La produzione di energia elettrica agli Stati Uniti nel 1925	338
Sviluppo assunto nel 1925 dagli impianti elettrici nel Canada	339
Statistica delle stazioni radiotrasmittenti esistenti nel mondo	339
La produzione di energia elettrica nella Svizzera	632
Le risorse idroelettriche del Giappone	824
L'energia elettrica disponibile in Finlandia	846
La produzione di energia nel mondo	846

37. - Tarifficazione e vendita.

Note di redazione.

La regolarità del funzionamento degli impianti ed il Congresso di Brescia	230
Misure di potenza ed energia apparenti	445
Riunioni e manifestazioni internazionali	709
Il diagramma del motore sincrono	809

Articoli e comunicazioni.

Perfezionamenti nei metodi ed apparecchi di misura industriale della potenza ed energia apparente e del fattore di potenza - A. Arnò	454
La Conferenza dell'energia mondiale (Word power conference) a Basilea	721
Su alcuni problemi relativi al rifasamento degli impianti - P. Staderini	809

Lettere alla redazione.

Sul riscaldamento elettrico - G. B. Lombardo	362
» » » - M. Becca	581

Sunti e sommari.

La convenienza degli impianti di rifasamento per gli utenti - H. Vogt	336
---	-----

Cronaca.

Introduzione della tariffa multipla	38
---	----

Norme - leggi - decreti.

Il nuovo decreto sulle tariffe dell'energia elettrica - L. Pesci	315
Disposizioni sulle tariffe dell'energia elettrica	316
Controversie sul sopraprezzo dell'energia - L. Pesci	415
Questioni relative al R. D. L. 4 marzo 1926, N. 681 - L. Pesci	828

Verbalì delle Riunioni.

Le tariffe per la vendita dell'energia elettrica e i preconcetti degli utenti - M. Ascoli	156
La tarifficazione negli Stati Uniti - G. Semenza	831

38. - Telefonia, telegrafia, segnalazioni.

Note di redazione.

Il ritorno per la terra ed i disturbi telegrafici e telefonici	157
Attraversamenti	393

Articoli e comunicazioni.

Propagazione delle correnti di terra negli impianti elettrici e fenomeni connessi di induzione elettromagnetica sulle linee di telecomunicazione - F. Ajani	157-188
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. S. N.	380

Sunti e sommari.

Fenomeni di induzione causati da circuiti di illuminazione stradale su circuiti telefonici - R. G. Mc. Curdy	16
Nuovi apparati elettro-acustici - E. Lau	84
Inserzione dei ricevitori nelle cuffie telefoniche - K. Ammon	128
La protezione degli impianti a correnti deboli lungo le ferrovie elettrificate - H. W. Schuler	288
Influenza dei raddrizzatori a mercurio sulle linee a correnti deboli - Zastrow - Benda	362
Radiotelegrafia fotografica - F. Schroeter	363
La protezione dei circuiti a correnti deboli contro i disturbi della trazione elettrica	364
Contributo al calcolo delle tensioni indotte nelle linee telefoniche dalle linee ad alta tensione - G. Eggeling	385
Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. A. - L. Liston	406
Progetto di ricevitori telefonici - C. R. Hanna	432
Spegni-eco per lunghi circuiti telefonici - A. B. Clark - R. C. Mathes	552
Cellule fotoelettriche e metalli alcalini - H. E. Ives	818

Cronaca.

Numero degli apparecchi telefonici nei paesi civili del mondo	38
Posa di una linea telefonica attraverso un corso di acqua	86

Posa del cavo telefonico fra New York e Chicago	267
Sistema di trasmissione segreto e rapido	339

Norme - leggi - decreti.

Norme per gli attraversamenti delle ferrovie e tramvie extraurbane ed urbane con condutture elettriche	412
--	-----

Verbalì delle Riunioni.

Lo stato attuale della trasmissione a distanza delle immagini e la televisione - A. Banfi	808
Segnalazioni stradali per la regolazione del traffico negli Stati Uniti - G. Semenza	757-781

39. - Trasformatori, convertitori, raddrizzatori, ecc.

Note di redazione.

I convertitori statici di corrente ed i nuovi rami dell'elettrotecnica	181
Generatori statici di oscillazioni	205
I verbalì di Napoli e la prossima riunione di Brescia	205
La dispersione di calore per irradiazione	205
Geometria ed elettrotecnica	273
Le operazioni geometriche	297
I diagrammi circolari delle macchine elettriche	369
Temperatura e potenza del macchinario elettrico	469
La struttura elettrica della centrale del Matese	493
Trasformatori a rapporto variabile sotto carico	561
L'industria elettromeccanica in America	613
Conversione di correnti alternate in continue	637
L'impianto di Galliciano	757-781

Articoli e comunicazioni.

Convertitori statici di corrente elettrica (raddrizzatori - generatori di oscillazioni - moltiplicatori di frequenza) - G. Vallauri	182
Il calcolo delle trasmissioni di calore per irradiazione - U. Bordoni	205-230
Misure di correnti pulsanti - G. Fagiani	213
Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative - C. Rimini	239
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. S. N.	274-297-321-345-369-393
L'impianto idroelettrico del lago Matese della Società Meridionale di Elettricità	389
Il vero significato della temperatura ambiente, dei limiti massimi di temperatura e delle sopraelevazioni di temperatura - E. Morelli	470-494
L'isolamento degli avvolgimenti - G. Rebera	483
La temperatura di regime degli avvolgimenti - G. Rebera	531
Relaz. del Comitato di studio per le tensioni normali - L. Lombardi	533
» » » per la nomenclatura - L. Lombardi	546
» » » per i simboli - L. Lombardi	547
» » » per le macchine - E. Morelli	547
Trasformatori con variazione di rapporto sotto carico - B. Cerretelli	561
Le officine di costruzioni elettromeccaniche negli Stati Uniti d'America nel 1926 - E. Morelli	561
Nuove macchine ed apparecchi di conversione - L. e P. Lombardi	613
Impianto idroelettrico di Galliciano della Società Ligure-Toscana di elettricità	637
	760-781

Lettere alla redazione.

Linee americane a 220 kV - Ciavarelli	817
---	-----

Sunti e sommari.

Ricerche sperimentali sui trasformatori statici di frequenza - L. Kasper - K. Hubmann - J. Zennek	35
Cambiamento del rapporto di trasformazione senza interruzione del carico - M. H. Bates	129
Sottostazione a raddrizzatori di Zweilütschinnen	143
Parallelo fra reti per mezzo di un trasformatore con variazione di rapporto sotto carico - M. H. Bates	265
Marcia in parallelo dei raddrizzatori a vapori di mercurio fra loro e con altri gruppi generatori - E. K.	290
Influenza dei raddrizzatori a mercurio sulle linee a correnti deboli - Zastrow - Benda	362
Le misure della potenza reattiva negli impianti con raddrizzatori a mercurio - M. Schenkel	362
Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. A. - L. Liston	385
I fondamenti elettrotecnici di un nuovo sistema di trasformazione di fase per le ferrovie - L. von Verebily	406
Un grande impianto di raddrizzatori a mercurio in una officina metallurgica - W. Zimmermann	407
Il nuovo locomotore Ford con convertitori di corrente	439
La sottostazione a raddrizzatori di Forch	410
L'uso di materiali isolanti costituiti da ercolite nei trasformatori - V. M. Montsinger - W. S. Moody	432
Confronto fra convertitori sincroni e gruppi di conversione motore sincrono-dinamo per impianti industriali - W. B. Snyder	582
	583

Studio sperimentale circa la possibilità di risonanza nei trasforma-	
tori dovuta alla quinta e settima armonica - <i>A. Boyajian</i> . . .	654
Piccoli trasformatori per alte tensioni - <i>G. W. Lentz</i> . . .	822

Cronaca.

Trasformazioni di correnti continue in correnti alternate polifasi	66
Installazione di convertitori a vapori di mercurio . . .	110
Sull'impiego dello spinterometro a sfere per la misura delle alte	
tensioni . . .	223
Il più grande convertitore di frequenza . . .	267
Fra i più grossi trasformatori monofasi finora costruiti . . .	267
Alcuni dati su raddrizzatori di grande potenza . . .	462
Impianti per prove a tensione fino a 2.000.000 di volt . . .	656
Un tipo di raddrizzatore di grande potenza . . .	679
L'Elettricità alla Fiera Campionaria di Padova . . .	746
Un convertitore di frequenza da 40.000 kVA . . .	801
Comando a distanza di cabine di conversione di corrente alternata	
in continua . . .	923
I più grandi trasformatori monofasi a raffreddamento naturale . . .	824

Libri e pubblicazioni.

The purification of insulating oils - <i>St. Trefuge</i> . . .	134
Costruzioni elettromeccaniche, vol. II - <i>E. Morelli</i> . . .	632
Lehrbuch der Elektrotechnik - <i>Esselborn</i> . . .	633
Corso teorico pratico di elettrotecnica - <i>L. Lombardi</i> . . .	707
Costruzioni elettromeccaniche, vol. III - <i>E. Morelli</i> . . .	707
Avvolgimenti delle macchine elettriche a corrente continua ed al-	
ternata - <i>M. Mazzocchi</i> . . .	707
L'électrotechnique des praticiens - <i>J. Fischer - Hinnen</i> . . .	707
Aide-mémoire-formulaire de l'électricité de la mécanique et de	
l'électromécanique - <i>M. E. Pacoret</i> . . .	732

La nostra industria.

Grossi trasformatori trifasi della San Giorgio S. A. Ind. Sestri	
Ponente . . .	133

Verbalì delle Riunioni.

Conversione delle frequenze - <i>G. Sartori</i> . . .	116
XXX ^a Riunione dell'A. E. I. . .	174-201-225
Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative - <i>C. Ri-</i>	
<i>mini</i> . . .	319
I lavori della Commissione elettrotecnica internazionale a Nuova	
York . . .	326
Le correnti di corto circuito . . .	368
XXXI ^a Riunione dell'A. E. I. . .	491-556
Teoria e rappresentazione geometrica delle correnti alternate. - <i>C.</i>	
<i>Rimini</i> . . .	660
Trasformatori con variazione di rapporto sotto carico - <i>B. Cerretelli</i>	805
Nuove macchine ed apparecchi di conversione - <i>L. e P. Lombardi</i>	828
Le officine di costruzioni elettromeccaniche negli Stati Uniti d'A-	
merica nel 1926 - <i>E. Morelli</i> . . .	830
La temperatura di regime degli avvolgimenti - <i>G. Rebora</i> . . .	832
L'isolamento degli avvolgimenti - <i>G. Rebora</i> . . .	832

40. - Trasmissione e distribuzione.*Note di redazione.*

Sul funzionamento in parallelo delle grandi reti . . .	1
Il ritorno per la terra ed i disturbi telegrafici e telefonici . . .	157
Geometria ed elettrotecnica . . .	273
Le operazioni geometriche . . .	297
La moderna tecnica dei cavi . . .	345
Attraversamenti . . .	393
La protezione delle reti in cavo . . .	493
La Riunione di Brescia . . .	521
Trasformatori a rapporto variabile sotto carico . . .	561
Prove di collaudo dei cavi . . .	613
Le sovratensioni negli impianti elettrici . . .	661
Riunioni e manifestazioni internazionali . . .	709
Il diagramma del motore sincro . . .	809

Articoli e comunicazioni.

Note sugli scambi di energia fra impianti elettrici - <i>A. Roncaldier</i>	8
Propagazione delle correnti di terra negli impianti elettrici e fe-	
nomi connessi di induzione elettromagnetica sulle linee di	
telecomunicazione - <i>F. Ajani</i> . . .	157-188
Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative - <i>C. Ri-</i>	
<i>mini</i> . . .	274-297-321-345-369-393
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - <i>R. S. N.</i> . . .	380
La protezione dei cavi contro i corti circuiti ed i contatti a terra -	
<i>L. Bosone</i> . . .	505
Sulla protezione differenziale delle linee - <i>A. Barbagelata</i> . . .	522
Le caratteristiche ed i vantaggi della protezione ultrarapida su tutte	
le reti a corrente continua, con speciale considerazione delle	
linee di trazione ad alta tensione - <i>L. Laccetti</i> . . .	527

Alcune note sugli interruttori a richiusura automatica per gli ali-	
mentatori a corrente alternata - <i>T. Scolari</i> . . .	541
Relaz. del Comitato di studio per le tensioni normali - <i>L. Lombardi</i>	546
" " " per la nomenclatura - <i>L. Lombardi</i> . . .	547
" " " per i simboli - <i>L. Lombardi</i> . . .	547
Trasformatori con variazione di rapporto sotto carico - <i>B. Cerretelli</i>	561
I problemi della protezione contro le sovratensioni - <i>E. Piffner -</i>	
<i>G. Picker</i> . . .	596
Prove sui cavi ad alta tensione - <i>E. Soleri</i> . . .	624
Nuove osservazioni sui fenomeni che minacciano gli impianti elet-	
trici - <i>G. Rebora</i> . . .	661
La Conferenza dell'energia mondiale (World power conference) a	
Basilea . . .	721
Su alcuni problemi relativi al rifasamento degli impianti - <i>P. Sta-</i>	
<i>derini</i> . . .	809

Riassunti.

Studi e discussioni sui problemi dei cavi per alta tensione - <i>Dun-</i>	
<i>sheath</i> . . .	354

Lettere alla redazione.

Linee americane a 220 kV - <i>E. Ciavarelli</i> . . .	817
---	-----

Sunti e sommari.

Fenomeni di induzione causati da circuiti di illuminazione stradale	
su circuiti telefonici - <i>R. G. Mc. Curdy</i> . . .	16
Aspetti tecnici ed economici dei sistemi di distribuzione per terri-	
tori a consumo crescente - <i>L. M. Applegate - W. Brenton</i> . . .	17
Stabilità dell'e trasmissioni - <i>C. L. Fortescue</i> . . .	36
Sulla natura delle perdite per effetto corona - <i>C. T. Hesselmeyer -</i>	
<i>I. K. Kostko</i> . . .	62
Considerazioni fondamentali sui limiti di potenza dei sistemi di	
trasmissione - <i>R. E. Doherty - H. H. Dewey</i> . . .	109
Problemi vitali intorno alla protezione degli impianti elettrici . . .	141
La lunga campagna attraverso il Narrows presso Tacoma - <i>J. V.</i>	
<i>Gongver - A. F. Darland</i> . . .	262
Parallelo fra reti per mezzo di un trasformatore con variazione di	
rapporto sotto carico - <i>M. H. Bates</i> . . .	265
Scaricatori per circuiti di trasmissione e di distribuzione - <i>E. E.</i>	
<i>Burger</i> . . .	307
La regolazione del fattore di potenza nella marcia in parallelo di	
più centrali - <i>J. Kristen</i> . . .	308
Teoria dello scaricatore «Autovalvola» - <i>J. Slepiau</i> . . .	335
Contributo al calcolo delle tensioni indotte nelle linee telefoniche	
dalle linee ad alta tensione - <i>G. Eggeling</i> . . .	385
Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli	
S. U. A. - <i>L. Liston</i> . . .	406
La sottostazione automatica di Bourbon Street della New Orleans	
Public Service - <i>F. P. Fischer</i> . . .	519
L'Officina di Arquata Scrivia della Società Edison - <i>G. Guastalla</i>	654
Storia delle sottostazioni automatiche per varie applicazioni - <i>W.</i>	
<i>H. Rowney</i> . . .	655
Stabilità sui sistemi di trasmissione a regime costante - <i>E. Clarke</i>	676
Studi sulla stabilità di trasmissione - <i>K. D. Evans - C. F. Wagner</i>	706
Piccoli trasformatori per alte tensioni - <i>G. W. Lentz</i> . . .	822
Alcuni problemi dei sistemi Edison e mezzi per giungere alla loro	
soluzione - <i>C. M. Fulk</i> . . .	845

Cronaca.

Apparecchio per la verifica degli isolatori di linea . . .	19
Apparecchio per il calcolo delle lunghe linee di trasmissione (Hea-	
vidision) . . .	66
Apparecchio sensibilissimo per le messe a terra . . .	132
Tipo interessante di tavola calcolatrice dei corti circuiti . . .	133
Sull'impiego dello spinterometro a sfere per la misura delle alte	
tensioni . . .	223
Sull'efficacia della protezione ottenute con il filo di guardia nelle	
linee di trasmissione . . .	223
Determinazione della distanza e delle dimensioni da dare alle ca-	
bine di trasformazione . . .	242
Attraversamento di una città da parte di una linea ad altissima ten-	
sione . . .	311
Metodo oscillografico per la soluzione di sistemi elettromeccanici	338
Predeterminazione della temperatura assunta dalle bobine d'impe-	
denza di protezione nel corso di corti circuiti . . .	366
Una serie importante di prove su di una linea a 120.000 V . . .	463
Indicatore di alta tensione . . .	678
Sulla bobina di Petersen . . .	678
Linee a 220.000 volt in Europa . . .	678
Esportazione di energia elettrica dalla Svizzera . . .	679
Il primo Congresso dell'«Union internationale des Producteurs et	
Distributeurs d'énergie électrique» . . .	731
L'Elettricità alla Fiera Campionaria di Padova . . .	746

Norme - leggi - decreti.

Norme per gli attraversamenti delle ferrovie e tramvie extraurbane	
ed urbane con condutture elettriche . . .	412
Sulla servitù di elettrodotto - <i>L. Pesci</i> . . .	556

Libri e pubblicazioni.

La trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica - G. Revessi	66
Insulated electric cables Materials and design - C. J. Beaver	67-246
Calcul et construction des réseaux - C. Van Castel	134-224
Principles of electric power transmission and distribution - Woodruff	246
Manuale dell'Ingegnere civile ed industriale - G. Colombo	416
Corso teorico-pratico di elettrotecnica - L. Lombardi	707
Manuale enciclopedico dell'ingegneria moderna «Hutte»	707
Aide-mémoire-formulaire de l'électricité, de la mécanique et de l'électromécanique - M. E. Pacoret	732

Verbalì delle Riunioni.

Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative - C. Rimini	319
I lavori della Commissione elettrotecnica internazionale a Nuova York	326
Teoria e rappresentazione geometrica delle correnti alternate - C. Rimini	660
Sulla protezione differenziale delle linee - A. Barbagelata	774
Alcune note sugli interruttori a richiusura automatica per alimentatori a corrente alternata - T. Scolari	777
Le caratteristiche ed i vantaggi della protezione ultra rapida su tutte le reti a corrente continua, con speciale considerazione delle linee di trazione ad alta tensione - L. Laccetti	778
Nuove osservazioni sui fenomeni che minacciano gli impianti elettrici - G. Rebora	779
I problemi della protezione contro le sovratensioni - E. Piffner - G. Picker	802
Trasformatori con variazione di rapporto sotto carico - B. Cerretelli	805
Le officine di costruzioni elettromeccaniche negli Stati Uniti d'America nel 1926 - E. Morelli	830
Produzione e distribuzione di energia negli Stati Uniti - G. Semenza	830
Nuovi dispositivi per migliorare la stabilità delle linee ad altissima tensione - Ing. Ferrari	850

41. - Trazione e propulsione.

Note di redazione.

Autobus, tramvie e metropolitane	1
Riscaldamento elettrico dei veicoli ferroviari	181
Prove sui combinatori (controller)	297
Attraversamenti	393
L'industria elettromeccanica in America	613
Riunioni e manifestazioni internazionali	709
L'Esposizione di Basilea ed il concorso italiano	781

Articoli e comunicazioni.

Il riscaldamento dei treni viaggiatori sulle linee esercite a trazione elettrica - G. B.	193
Campi magnetici di soffiamento nei combinatori tramviari - P. Lombardi	304
L'elettrotecnica alla Fiera campionaria di Milano - R. S. N.	380
Le caratteristiche ed i vantaggi della protezione ultra rapida su tutte le reti a corrente continua, con speciale considerazione delle linee di trazione ad alta tensione - L. Laccetti	527
Relazione del Comitato di studio per le tensioni normali - L. Lombardi	546
Relazione del Comitato di studio per i simboli - L. Lombardi	547
Le officine di costruzione elettromeccaniche negli Stati Uniti di America nel 1926 - E. Morelli	613
La Conferenza dell'energia mondiale (World power conference) a Basilea	721
Relazione del Comitato di studio per i motori di trazione - R. Vallauri	724

Lettere alla redazione.

Sui servizi di pubblico trasporto a Milano - E. Belloni	13
" " " " " " " " - M. Semenza	13
" " " " " " " " - M. Guastalla	14
A proposito di tramvie interurbane - E. Belloni	106
Sul riscaldamento elettrico dei treni - G. Tirone	195
Locomotive Diesel elettriche - Tecnomasio Ital. Brown Boveri	219
Sul riscaldamento elettrico dei treni - G. Mascarini	286
Dinamo per la ferrovia Milano-Agordo - L. Laccetti	286
Sui «controller» - S. Rossi Danielli	487
Sui «controller» - P. Lombardi	488
Sul sistema monotrifase di trazione - R. Arndt	703

Sunti e sommari.

Nuovi locomotori per treni diretti delle ferrovie austriache - A. Lorenz	18
I risultati finanziari dell'esercizio a trazione elettrica sulla Chicago-Milwaukee e St. Paul	63

Locomotori a 3000 volt per le ferrovie del Sud Africa	84
L'economia della trazione elettrica in relazione alla manutenzione dei locomotori e relative officine - W. Sorger	130
Una locomotiva Diesel-elettrica - G. Soria	130
Veicoli Diesel-elettrici - Gu.	130
Sottostazione a raddrizzatori di Zweilütschinen	143
Prove di trazione trifase a frequenza industriale sulla linea del Cenisio - G. B. Santi	265
La protezione degli impianti a correnti deboli lungo le ferrovie elettrificate - H. W. Schuler	288
La elettrificazione delle ferrovie dello Stato dell'isola di Giava - J. R. Johnson	290
Criteri tecnici ed economici nella costruzione dei moderni locomotori per grande trazione - A. Latenser	310
Risultati economici della trazione elettrica sulle ferrovie federali Svizzere nell'esercizio 1924 - V. Kummer	337
La protezione dei circuiti a correnti deboli contro i disturbi della trazione elettrica	364
Vetture automotrici della ferrovia Montreux-Alpi Bernesi	386
Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. A. - L. Liston	406
I fondamenti elettrotecnici di un nuovo sistema di trasformazione di fase per le ferrovie - L. von Verebely	407
La sottostazione di Brugg delle ferrovie federali svizzere	410
Il nuovo locomotore Ford con convertitori di corrente	410
La sottostazione di Puidoux delle ferrovie federali svizzere	431
Le nuove elettrificazioni delle ferrovie austriache - H. Luithlen	461
I primi nove anni della passata decade	461
Elettrificazione per servizio viaggiatori sulle linee della Staten Island della Baltimora and Ohio Railroad	583
Il locomotore elettrico a tre assi della ferrovia della Valle della Sihl (Svizzera)	609
Impressioni sull'esercizio delle tramvie urbane europee	631
Storia delle sottostazioni automatiche per varie applicazioni - W. H. Rowney	655
Locomotori ed automotrici elettriche con motori ad olio	677
L'illuminazione dei piazzali della stazione ferroviaria di Selkirk N. Y. della New York Central Railroad - W. C. Gilman e W. T. Hedley	705
Fari elettrici per illuminazione non richiedenti sorveglianza - A. W. Tupper	705
Alcuni aspetti interessanti dell'elettrificazione di un tronco ferroviario della rete del Nord in Ispagna - L. B. Rogers	730
Funzionamento di equipaggiamenti di comando per trazione sulle automotrici della Staten Island Rapid Transit Company - F. Guillot	822

Cronaca.

Sistema di trazione elettrica senza fermate	38
Elettrificazione delle linee della Virginian Railway Co.	66
Notizie sulla trazione con accumulatori	110
Automotrice Diesel-elettrica delle ferrovie nazionali del Canada	199
Verifica della resistenza elettrica delle rotaie	224
Conferenza mondiale dell'energia	310
L'incremento delle correnti vaganti dovuto alla penetrazione nel terreno di soluzioni saline	411
Esposizione internazionale per la navigazione interna e per la utilizzazione delle forze idrauliche a Basilea	462
Le leghe di carbonio e di rame usate per le condutture elettriche	462
Tramvai di Lima	463
La completa elettrificazione delle ferrovie in Cecoslovacchia	679
La funicolare Merano-Avelengo	680
Un dispositivo di radiotrasmissioni destinato a guidare le navi per l'entrata in porto in caso di nebbia	707
Elettrificazione delle ferrovie suburbane di Città del Capo	707
La partecipazione italiana alla Esposizione della Navigazione interna e dell'Utilizzazione delle forze idrauliche a Basilea	798
Un dispositivo elettrico per scoprire i difetti interni delle rotaie ferroviarie	823
Un nuovo tipo di «controller» per motori di trazione a corrente continua ad alta tensione	824
Sulla elettrificazione delle ferrovie americane	824

Norme - Leggi - Decreti - Note legali.

Le sfiammate dei trams - L. Pesci	86-656
Norme per gli attraversamenti delle ferrovie e tramvie extraurbane ed urbane con condutture elettriche - L. Pesci	412

Libri e pubblicazioni.

La grande trazione elettrica - P. Verole	134-632
Manuale dell'Ingegnere civile ed industriale - G. Colombo	416
Costruzioni elettromeccaniche, vol. III - E. Morelli	707
Corso teorico-pratico di elettrotecnica - L. Lombardi	707
Manuale enciclopedico di ingegneria moderna «Hutte»	707
Costruzioni elettromeccaniche - E. Morelli	847

La nostra industria.

Trasportatore aereo di carbone fossile e coke nelle officine a gas della Bournemouth Gas and Water Company at Pitwines. Poole	339
---	-----

Verbalì delle Riunioni.

I lavori della Commissione elettrotecnica internazionale a Nuova York	326
Apparati centrali di blocco e di segnalamento di Sestri Levante - Zanini	443
Considerazioni sulla trazione elettrica ferroviaria con accumulatori - L. Ventrella	444
Le caratteristiche ed i vantaggi della protezione ultra rapida su tutte le reti a corrente continua, con speciale considerazione delle linee di trazione ad alta tensione - L. Laccetti	778

42. - Varie.*Note di redazione.*

L'illuminazione degli alberghi	25
Singolare giudizio inglese sugli impianti italiani	69
La Riunione di Brescia	733

Articoli e comunicazioni.

L'illuminazione delle camere negli alberghi - C. Clerici	33
L'elettrotecnica alla Fiera Campionaria di Milano - R. S. N.	380

Sunti e sommari.

L'applicazione dei motori elettrici nell'industria della frantumazione della pietra - E. W. Pilgrim	166
Rassegna della letteratura sui mezzi di cura coi raggi ultravioletti - A. W. Hull	167
Verso il riscaldamento elettrico degli ambienti - V. Gallina	240
La saldatura ad arco nelle costruzioni meccaniche o metalliche - A. M. Hobart - W. Spraragen	262

L'elettricità nell'industria del ghiaccio artificiale - D. W. Mc. Lennegan	307
I primi nove anni della passata decade	461
Motori per macchine di sollevamento per miniere	489
Un importante impianto di ascensori veloci in un grattacielo di New York - C. R. Callaway - E. D. Harrington	519
Aviazione - J. F. Curry	676

Cronaca.

Il rimboschimento in Inghilterra	38
Un curioso apprezzamento inglese sull'industria elettrotecnica italiana	85
Marchi di fabbrica	86
Missione messicana a Milano	132
Impianti di raffreddamento d'aria di 24 teatri negli Stati Uniti	338
Studi sulle proprietà della gomma	338
La fornitura di energia elettrica per usi domestici	411
Un nuovo processo elettrico per sgelare le carni congelate	584
Orologio a ricarica elettrica	680
31 Ottobre - Giornata mondiale del risparmio	707
Richiesta di ventilatori per Haukow	707
Una nuova macchina elettrica per miniere di carbone	801
Incendi provocati da installazioni elettriche	801
Impiego delle proprietà termoelettriche per misurare le temperature generate durante il lavoro nei ferri delle macchine utensili	823

Verbalì delle Riunioni.

Apparecchio per la distillazione dei liquidi e concentrazione delle soluzioni - A. Ponzini	520
XXXI ^a Riunione annuale dell'A.E.I.	752
Il Porto di Marghera - Coen Cagli	832



L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RSTITUISCONO

L'A. E. I. nel 1926.

Con una puntualità che merita di essere rilevata, negli ultimi giorni dello scorso anno, l'Ufficio Centrale inviava alle Sedi delle varie Sezioni gli annuari dell'A.E.I. per l'anno 1926, cosicchè tutti i Soci diligenti che già versarono la loro quota per il nuovo anno, poterono aver subito gratuitamente il bel volume. Con questa sua seconda edizione, l'annuario si afferma definitivamente ed inizia una nuova e bella tradizione del nostro Sodalizio. Si tratta di un grosso volume di oltre 800 pagine, contenente calendario ed agenda, statuti, regolamenti, cariche sociali, l'elenco dei soci — arricchito di nuove ed utili indicazioni — l'elenco dei fabbricanti materiali elettrici in Italia e tutte le Norme tecniche emanate dall'A.E.I. — comprese le nuove Norme per gli impianti di bordo — e le norme internazionali per le macchine. Per quest'ultima parte soprattutto, il rosso annuario è destinato a diventare sempre più un volume di frequente consultazione, e, reciprocamente, la sua annuale diffusione in molte migliaia di copie contribuirà nel modo più efficace alla divulgazione delle norme stesse ed alla notorietà ed alla autorità della nostra Associazione. Alla quale, l'iniziativa del 1926 si annuncia come un anno di intensa attività. Ai lavori ordinari, comprendenti la revisione di tutte le norme già pubblicate e la pubblicazione di nuove norme per i motori primi e per i motori di trazione — fatica particolare del Comitato elettrotecnico —; alla preparazione della XXXI^a riunione annuale, sul cui programma tecnico speriamo di poter presto dare definitive notizie, si aggiungerà infatti il lavoro preparatorio per la celebrazione Voltiana del 1927. Da oltre un anno il comitato nazionale preordinatore lavora per porre le basi delle varie iniziative destinate a ricordare degnamente il centenario della morte del grande Fisico. Ormai il programma è definito in tutte le sue linee fondamentali e ce ne occuperemo ampiamente in un prossimo numero: qui basterà ricordare che l'Associazione Elettrotecnica Italiana assume le funzioni di consulente del comitato ordinatore per tutte le manifestazioni di carattere tecnico che culmineranno nella esposizione internazionale delle comunicazioni elettriche che si terrà in Como.

Nel campo internazionale anche il 1926 si annuncia ricco di eventi elettrotecnici, a cominciare dalla riunione di tutti i comitati di studio della Commissione Elettrotecnica Internazionale, definitivamente stabilita per la prima quindicina di aprile a New York, secondo il programma di massima che pubblichiamo più avanti.

Sui fondamenti dell'Elettrotecnica.

La recente polemica internazionale sulle leggi dell'induzione — polemica che si riaccende quasi periodicamente, ogni tanti anni, per ricordarci quanto arbitrarie siano ancora certe nostre interpretazioni dei fenomeni fisici — ha indotto il Prof. GIORGI ad inviarci il lucido scritto che oggi pubblichiamo con vero piacere. Esso gioverà a riprecisare idee e concetti per molti dimenticati, per altri, non bene appresi, riconducendo un po' tutti ad una chiara visione di quei principi scientifici che, nonostante tutti i tentativi degli innovatori, rimangono sempre i veri fondamenti della elettrotecnica.

Sull'effetto Peltier.

Solo lo studio sperimentale dei fenomeni non ancora ben conosciuti potrà forse aprire un giorno nuove vie alla formulazione di principi scientifici diversi da quelli su cui oggi ci basiamo, e la schiera dei fisici che, nei vari laboratori del mon-

do, passano la loro vita a sperimentare preparano verosimilmente il terreno ai futuri progressi, anche quando si occupano di fenomeni singolari che, presi isolatamente, possono apparire di modesta importanza. Ai risultati di tali studi sperimentali dovrebbe quindi essere sempre fatto posto nelle riviste tecniche e scientifiche, e perciò siamo lieti di ospitare oggi una breve nota del Prof. RUTELLI sull'effetto Peltier nei campi magnetici ad orientazione variabile.

Autobus, tramvie e metropolitane.

Colla pubblicazione delle tre lettere che riportiamo più avanti, riteniamo di poter chiudere la discussione, iniziata nei numeri scorsi dall'Ing. BELLONI, discussione che, come giustamente osserva il collega M. SEMENZA, ha, forzatamente assunto un interesse troppo locale per il nostro giornale. Tuttavia essa ha riportato l'attenzione dei lettori su problemi che sono generalmente studiati da pochissimi, pur essendo considerati da molti, in grazia appunto della loro influenza sugli interessi di vasta parte delle popolazioni delle grandi città, come facilmente risolvibili. A parole infatti, la competenza sulle questioni dei pubblici trasporti è diffusissima, e chi non se ne intende sostiene spesso, in buona fede, la soluzione che più si adatta alle proprie particolari esigenze. Si tratta invece di problemi delicatissimi, e dalla loro razionale risoluzione dipendono vastissimi interessi, e del pubblico e del personale, e solo coloro che se ne sono occupati, sanno quali sono le enormi difficoltà che si frappongono per raggiungere queste razionali soluzioni.

Nel caso di Milano poi, al problema tecnico dei mezzi di trasporto è connesso il problema della costruzione delle linee sotterranee, che in un sottosuolo costituito da numerose zone di sabbie e ghiaie con acque freatiche, presenta incertezze e preoccupazioni. Inoltre e dovunque gli interessi dei mezzi di trasporto preesistenti, vengono naturalmente influenzati dai nuovi mezzi, e ciò aggiunge altre difficoltà, e non delle più facilmente superabili, a quelle tecniche.

Dal punto di vista elettrotecnico, il problema dei mezzi di trasporto cittadini, siano essi tramvie o metropolitane, è risolto completamente ed in modo perfetto, sanzionato ormai da decine di anni di pratica. Ciò che, da noi almeno, rappresenta ancora un principio di applicazione, è il servizio con autobus a batterie d'accumulatori, su cui dà alcune interessanti informazioni la lettera dell'Ing. GUASTALLA. Non v'ha dubbio che, ove la pratica sanzionasse questa applicazione, e nei mezzi di trasporto pubblici la sanzione non può venire che dopo molti anni di esercizio, l'energia elettrica avrebbe trovato ancora un altro vasto campo nel quale estendere il suo impiego benefico per il benessere sociale.

Sul funzionamento in parallelo delle grandi reti.

Riprendiamo la pubblicazione dei contributi italiani all'ultima Conferenza internazionale di Parigi, con la interessante relazione dell'Ing. RONCALDIER, nella quale sono sinteticamente riassunti, da un punto di vista più particolarmente italiano i problemi e gli inconvenienti dei paralleli troppo estesi.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

SULLE AZIONI DOVUTE AGLI ELEMENTI DI CIRCUITI ELETTRICI □ □ □ □

G. GIORGI

1. — Come ho promesso nel pubblicare la mia lettera al Prof. Lombardi ⁽¹⁾ riprendo la discussione sulle azioni fra elementi di circuiti elettrici, per svilupparla più ampiamente, quale contributo allo studio rigoroso dei punti controversi sui fondamenti dell'elettrodinamica.

La questione sulla formulazione giusta delle leggi di queste azioni è stata sollevata recentemente come cosa nuova da Hering, il quale in base a certi suoi esperimenti sui conduttori metallici in fusione ha sostenuto non essere adeguate nemmeno per le applicazioni tecniche le leggi di Laplace e di Maxwell, e doversi ammettere un effetto elementare di distensione ⁽²⁾; e inoltre ha calcolato nuove leggi elementari per gli effetti induttivi ⁽³⁾. Alla discussione hanno preso parte Mailloux, Karapetoff, Morecroft, Brinton, Brown, Northrup, Kennard ed altri autorevolissimi scienziati americani ⁽⁴⁾ allargandone molto la portata. Indi Lombardi ⁽⁵⁾, Liénard ⁽⁶⁾, e separatamente Guéry ⁽⁷⁾ hanno ripreso in esame questi diversi argomenti, esprimendo nuove idee sulla convenienza relativa delle diverse leggi elementari già conosciute; e più volte nel corso di queste discussioni è stato formulato il dubbio che la formula di Ampère o qualche altra eventualmente più complessa, risulti forse più adatta che non quella di Maxwell ad esprimere il vero.

Mostrerò che questi dubbi si possono eliminare, e che, riconsiderando questo capitolo dell'elettrodinamica da un punto di vista moderno si arriva a concludere sempre come la formula qui più oltre riportata col numero (1), che è quella usata da tutti i tecnici, sia da preferire in ogni caso, e non solo per le applicazioni, ma anche dal punto di vista didattico per l'esposizione della teoria.

Come ordine di esposizione, dirò prima delle correnti permanenti o quasi permanenti, indi accennerò al caso delle correnti rapidamente variabili, per ricavare infine le conclusioni generali.

2. — E' noto come la teoria classica, pre-maxwelliana, considerava volentieri il circuito come scomponibile nella somma di elementi lineari ids ; e questi erano correnti aperte. Di qui le leggi di Laplace, di Ampère, di Grassmann o Reynard, di Neumann, e simili, che definivano « azioni » magnetiche, meccaniche ed altre, esercitate da questi elementi. La teoria di Faraday e Maxwell ha preferito, per non perdere il contatto con la realtà fisica, considerare solamente correnti chiuse, e quando occorre, decomporre un circuito finito in circuiti chiusi o maglie elementari secondo l'area e non secondo la lunghezza; modo di decomposizione razionale, che Ampère aveva additato per primo.

Nonostante ciò, per abitudine o per comodità di alcuni calcoli, si sono conservate nella letteratura elettrodinamica, formule, locuzioni e concetti relativi agli elementi lineari; e si

parla di corrente rettilinea indefinita, di contributo ad azioni dovuto a parti di un circuito, e così via, senza mettere abbastanza in evidenza quanto di artificiale e di pericoloso vi sia nel riguardare le cose in questa forma.

E' necessario invece procedere su terreno molto fermo, e non condurre ragionamenti su elementi di corrente o di circuito senza ben riflettere su ogni passo. E in primo luogo quando si tratta di dividere un circuito in elementi lineari, bisogna distinguere fra elementi di conduttore ed elementi di corrente, e distinguere se si vuol ragionare di azioni esercitate sul circuito o dal circuito.

3. — Lo studio più semplice è quello delle azioni esercitate sul circuito. L'esperienza prova che queste si riducono sempre a forze meccaniche sul conduttore percorso da corrente, perchè nei conduttori normali ⁽¹⁾ ogni azione del campo può tendere a muovere il conduttore, non a spostare la corrente entro di esso. Queste azioni sono risolubili per elementi; perchè ogni elemento, cioè ogni piccolo tratto, del conduttore materiale che compone il circuito può immaginarsi materialmente segato dal resto, purchè continui a restare in posto, con le due estremità in contatto elettrico cogli altri tronchi del circuito, in modo che la corrente possa circolare; e questo basta perchè la forza meccanica (ponderomotrice) esercitata su quell'elemento di conduttore sia misurabile come cosa a parte. Senza questa separabilità non esisterebbero i motori a corrente continua e quelli monofasi a collettore.

Ogni esperienza eseguita finora in dipendenza di tali condizioni, prova che la detta forza meccanica su un elemento di conduttore dipende esclusivamente dal campo magnetico in cui il conduttore è immerso; e ciò qualunque sia la provenienza del campo stesso, sia esso dovuto al solo circuito di cui il conduttore fa parte, o anche ad altri eventuali circuiti o a magneti e corpi magnetizzabili circonvicini. Indicando con B l'intensità del campo (misurata come induzione) e con ids l'intensità di corrente moltiplicata per la lunghezza dell'elemento conduttore, la forza risulta uguale al prodotto di ids per B pel seno dell'angolo compreso, ed è forza traslatoria, normale al conduttore e al campo.

In formula

$$(1) \quad F = [ids \cdot B]$$

dove il segno $[\]$ indica vettor-prodotto. Questa formula è assoluta e vale per qualunque sistema assoluto ⁽²⁾. Per es. nel sistema assoluto-pratico (metro, kg-massa, secondo) si misurerà B nell'unità weber per metro quadrato (pari a 10.000 unità C.G.S.), i in amp., ds in metri, e si otterrà F in unità assolute pratiche di forza (uguali a un kg-peso diviso per 9,80). Il che vuol dire che se un conduttore nell'intraferro di una dinamo è lungo 1 metro, è percorso da 10 amp., ed è immerso in un campo di 10.000 unità C.G.S., subisce una forza trasversale totale di 1 kg quasi esattamente.

4. — Si può ricercare se oltre all'effetto della forza (1), un conduttore subisca azioni longitudinali, oppure tensioni interne. Gli esperimenti ingegnosi di Hering avevano dato l'illusione, ma solamente l'illusione, di forze longitudinali: in realtà i movimenti e gli sforzi longitudinali osservati erano effetto ben definito di forze trasversali del tipo (1) esercitate su varie parti del circuito. Per sperimentare su forze longitudinali, bisognerebbe prendere un lungo tubo di vetro di sezione uniforme pieno di mercurio, e fare entrare e uscire la corrente da due elettrodi collocati lungo il tubo, in modo che la corrente percorra un tratto della colonna di mercurio solamente: immergendo tutto in un campo magnetico forte, una eventuale forza longitudinale si rivelerebbe con un movimento del mercurio lungo il tubo. Tutti sono convinti in base ad antichi e piuttosto primitivi esperimenti di Ampère, e in base a una diuturna esperienza di carattere generico, che questo effetto sarebbe nullo; e quindi non si è tentati di ripetere l'esperienza con mezzi moderni. Si ha dunque come concesso che la forza longitudinale non esiste.

⁽¹⁾ escluso cioè l'effetto Hall, e fenomeni consimili.

⁽²⁾ Alcuni scrivono H nella formula invece di B , ma questa sostituzione si può fare solo nel sistema C. G. S. elettromagnetico, e in quello di Gauss, nei quali H si confonde con B . La formula scritta con B è quella razionale, perchè vale in tutti i sistemi. Questa osservazione non allude a conduttori di materia paramagnetica, nel quale se la permeabilità è variabile bisogna usare una formula data da Liénard. Il caso che considero è quello di conduttori immersi nell'aria.

⁽¹⁾ A proposito di una recente polemica sulle leggi di elettrodinamica. *L'Elettrotecnica*, 25 giugno 1925, Vol. XII, pag. 435-437.

⁽²⁾ Electromagnetic Forces, etc., Midwinter Convention of A.I.E.E., febr. 1923. *Journal of American Institute of Electrical Engineers*, 1923, t. XLII, p. 139-154; Longitudinal Electromagnetic Forces, *Science* 18 nov. 1921, p. 402; Revision of some of the Electromagnetic Laws, *Journ. Frankl. Inst.* (nov. 1921), p. 599, etc.; v. la traduzione e l'analisi di questi lavori fatta da Brüninghaus nella *Revue Générale de l'Electricité*, 18 e 25 agosto 1923.

⁽³⁾ A single straight conductor as a new fundamental. *Journ. Frankl. Inst.*, febr. 1925; Magnetic flux around a conductor, *Journ. A.I.E.E.*, maggio 1923.

⁽⁴⁾ Discussions at the Midwinter Convention, 1923, *Journ. A.I.E.E.*, loco citato, e altrove.

⁽⁵⁾ Fenomeni di reostrizione, ecc., *L'Elettrotecnica*, 5 ott. 1923, Vol. X; Su le proprietà di un conduttore, ecc., ibid. 5 aprile 1925, vol. XII.

⁽⁶⁾ Examen des idées de M. C. Hering, ecc., *Revue Générale de l'Electricité*, 22-29 nov. 1924, XVI, p. 811-19 e 851-59.

⁽⁷⁾ Essai sur l'électromagnétisme considéré comme dû à un déplacement d'électrons, *Revue Gén. de l'Electricité*, 21 e 28 marzo 1925, XVII, p. 435-45 e 475-84.

Lo stesso ragionamento va ripetuto per l'eventualità di trovare generata direttamente dalla corrente, una sollecitazione interna (*stress*) cioè una distribuzione di tensioni e pressioni interne che tendono non a spostare il conduttore ma a deformarlo. Queste sollecitazioni interne esistono di fatto, ma come conseguenza della distribuzione interna delle forze trasversali di tipo (1) e delle conseguenti reazioni dei vincoli: tale è la pressione di Northrup a cui si devono gli effetti di contrazione dei conduttori fluidi trovati da Hering, e su cui ho riferito nella lettera citata. Altre sollecitazioni che derivino direttamente dalla corrente, e che quindi vadano computate in aggiunta agli effetti della (1), non sono state constatate mai. ⁽¹⁰⁾ E così pure non si sono mai trovate coppie (forze rotative) agenti sui conduttori.

Tutti gli effetti conosciuti, anche quelli di distensione, di torsione, ecc., osservati in singoli casi non sono nulla più che conseguenze della (1).

5. — Veniamo ora a dire delle azioni esercitate dagli elementi di un circuito percorso da corrente.

La prima osservazione da fare è che questi elementi non hanno esistenza individuale. I fisici pre-maxwelliani li prendevano in considerazione, ma ragionavano sul vuoto. Non si può isolare in un elemento lineare di circuito dal resto, non si può dar vita a un elemento non chiuso di corrente permanente. Non si misura quindi e non si definisce, salvo convenzioni suppletive, alcuno degli effetti magnetici dell'elemento stesso, nè la sua energia elettromagnetica, nè la sua induttanza, nè il contributo di forza ponderomotrice che esso esercita su altro conduttore o magnete o sistema qualunque. La ragione della non separabilità, in contrasto col caso precedente, sta in ciò che qui si tratta di azioni esercitate dalla corrente, non dal conduttore; e la corrente, quando è permanente, è sempre chiusa e agisce come un tutto unico. E' contrario alla realtà fisica parlare di azione separata esercitata da uno od altro tratto di circuito: talvolta, nel corso di un ragionamento si osserva che l'azione esercitata su un corpo da un tratto lontano del circuito è trascurabile; ma questo può essere solo linguaggio convenzionale o abbreviato, perchè nel fatto, basta sopprimere da un circuito un tratto anche piccolo e lontano perchè la corrente non possa più circolare e cessi ogni effetto.

Dobbiamo dunque riguardare ogni azione proveniente da circuiti siccome esercitata da correnti chiuse, nella loro integrità, ma non escludere convenzioni che permettano di decomporle formalmente in elementi.

6. — Ogni decomposizione siffatta va considerata come segue. L'azione di un circuito intero si lascia in molti casi scrivere come sommatoria o integrale di termini, in ognuno dei quali figurano i dati di un elemento *ids* del circuito. Allora prendendo a prestito il linguaggio antico si usa dire che ognuno di quei termini distaccati rappresenta l'azione esercitata dal singolo elemento. Ma è un semplice modo di dire; e il carattere convenzionale risulta anche dal fatto che il termine distaccato contiene sempre un'indeterminata: esso è definito solo a meno di un differenziale esatto; cioè di un termine arbitrario che dia risultato nullo quando è esteso a tutto il circuito.

Le discussioni molte volte aperte, da Maxwell e Neumann fino ai moderni scrittori, sulla preferenza da accordare all'una o all'altra delle leggi proposte per rappresentare dette azioni elementari, si risolvono, quando si voglia portarle sul terreno reale, in un riflesso di teorie già superate; e Maxwell stesso nei capitoli in cui faceva qualcuno di quei paragoni intendeva esporre la teoria antica dell'elettricità, non la propria. Se invece quelle discussioni s'impostano sul terreno puramente aritmetico, hanno un contenuto positivo perchè conducono a preferire una od altra formula più adatta pei calcoli, o più adatta pel coordinamento colle altre e per l'esposizione della teoria.

7. — Così può riuscire comoda in molti casi come strumento di calcolo la formola di Laplace che dà il campo magnetico generato in un punto *P* di un mezzo ambiente omogeneo da un fittizio elemento di corrente *ids*. Questa formola in misura

assoluta e razionalizzata si scrive così

$$(2) \quad dH = \frac{1}{4\pi} [ids \cdot S]$$

dove *S* è un vettore diretto secondo la distanza *OP* dell'elemento dal punto, e in grandezza uguale al reciproco del quadrato della distanza medesima; il segno $[\]$ è, come prima, usato per denotare il vettor-prodotto. Se *i* è in amp. mentre le lunghezze sono in metri, centimetri, etc., risulta *H* espresso in amp. per metro, amp. per cm., etc. Di cui si può calcolare la forza meccanica esercitata da quel fittizio elemento su un fittizio polo magnetico isolato; e questo è ancora più convenzionale. In realtà l'una e l'altra azione elementare sono meri differenziali destinati all'integrazione. La mancanza di significato fisico si prova anche osservando che il campo definito dalla (2) non è irrotazionale ma dà nello spazio esterno

$$\text{curl } H > 0$$

e siccome nella teoria di Maxwell-Heaviside il *curl H* definisce addirittura la corrente, si dedurrebbe l'esistenza di un sistema di correnti che riempiono lo spazio e formano il ritorno dell'elemento lineare fittizio, in modo di chiudere il circuito; contrariamente all'ipotesi fatta.

Quando la formola di Laplace si adopera per l'azione fra elemento e polo isolato, non soddisfa alla legge d'azione e reazione, perchè la forza così calcolata va applicata al polo, e la controforza che il polo esercita sull'elemento di corrente in base alla (1) è applicata al conduttore, e non hanno la stessa linea d'azione, e lasciano una coppia non compensata. Ma che perciò? La legge d'azione e reazione non è legge fisica generale. Un proiettore che emetta onde elettromagnetiche in un senso solo verso lo spazio infratto, riceve una spinta o reazione indietro senza compenso; e così via in tanti casi. E allora, se all'azione e reazione non soddisfano i veri sistemi fisici, devono forse soddisfare i poli e gli elementi di corrente, che non sono corpi ma termini matematici?

Similmente, dalla formola così isolata, non sarebbe soddisfatta la conservazione dell'energia. Ma non è lecito trattare di energia magnetica o di selfinduzione dovuta a un elemento di corrente: i termini matematici non hanno energia nè selfinduzione.

Per contro, le leggi tutte dell'energia e dell'azione e reazione si trovano verificate quando eseguendo le integrazioni si calcola l'effetto dovuto a sistemi completi.

Resta solo il fatto che per questi motivi la (2), come base d'insegnamento, è poco illustrativa e può ingenerare malintesi: meglio è considerarla come un puro mezzo di calcolo.

8. — In un recente lavoro E. Guéry ⁽¹¹⁾ ha criticato a lungo la formola di Laplace, non però per passare a quelle dei circuiti completi, ma per sostituirne altre relative a elementi di circuito e meno semplici. La critica è quasi tutta fondata sulla legge d'azione e reazione, e finchè si applica ai casi di circuiti aperti, non sposterebbe quanto detto sopra in generale. Ma poi il Guéry considera due circuiti chiusi, un cerchio grande e un quadro piccolo, con lo stesso centro, e in piani normali fra loro, e trova che le azioni risultanti dall'un circuito sull'altro, due coppie *C₁₂* e *C₂₁*, calcolate colla formola di Laplace risultano una la metà dell'altra; e questo, che è in contraddizione con quanto ora ho rilevato, porterebbe a condannare la formola del tutto. Controllando però il ragionamento, si vede che il risultato è dovuto a un mero errore d'applicazione: il Guéry per fare il calcolo dell'azione esercitata dal quadro sul cerchio asserisce che i lati verticali del quadro esercitano (in base alla formola di Laplace) un'azione complessiva nulla; e questo è inesatto, perchè bensì le due azioni si compensano sugli elementi del cerchio che stanno agli estremi di un certo diametro, ma su ogni altro elemento lasciano una differenza, e la risultante di queste differenze dà una coppia uguale a quella data dai lati orizzontali: aggiungendola, si ottiene *C₁₂* = *C₂₁*, e l'assurdità è tolta. Per due circuiti completi qualunque accade sempre lo stesso, perchè la formola di Laplace per integrazione lungo due circuiti chiusi conduce alle formule di Neumann le quali danno per l'azione e la reazione risultanti un'espressione unica.

Dunque nemmeno queste critiche recenti non spostano la posizione, e se una formola si vuol tenere per l'azione elettro-

⁽¹⁰⁾ Le pressioni e tensioni di Maxwell sarebbero bensì sollecitazioni interne, ma ipotetiche e non verificabili, e applicate all'etere, non ai corpi materiali; su questi ultimi si applicherebbero solo i loro eventuali residui non compensati, i quali residui, nel caso dei conduttori percorsi da corrente, producono la forza (1), e non un altro sforzo da aggiungere alla medesima.

⁽¹¹⁾ loco citato, art. II.

magnetica di un fittizio *ids* isolato, quella di Laplace è certamente raccomandabile per la semplicità.

9. — Meno interessante è formulare l'azione fra due elementi *ids* qualunque o fra due circuiti non chiusi, perchè non si ottengono espressioni semplici e adatte pei calcoli. E' nota

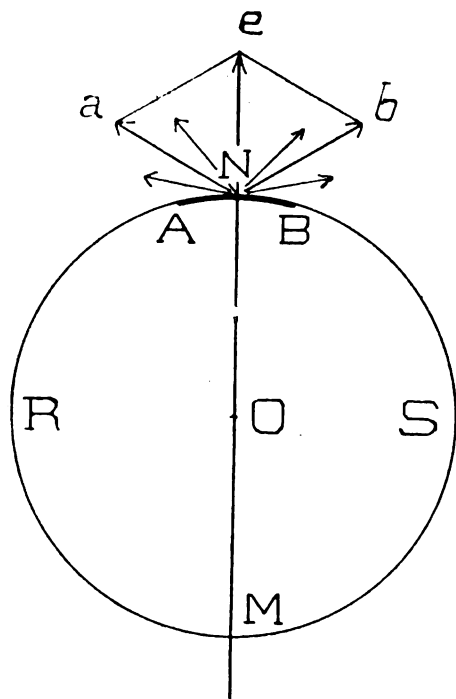


Fig. 1.

la teoria di Ampère e di Maxwell, secondo la quale, in base a una convenzione sottintesa di additività, si scrive per l'azione di un elemento di un circuito su un altro una certa espressione generale e complicata che contiene alcuni elementi arbitrari: questi arbitrari equivalgono all'aggiunta o sottrazione di quei differenziali esatti che spariscono quando si fa l'integrazione lungo un circuito chiuso, sia pure per cercare l'azione di esso circuito su un elemento di *conduttore* aperto. Questa ultima azione è la cosa fisica concreta, sperimentale, e la formola generale è fatta in modo da predire un risultato conforme all'esperimento. Scegliendo gli arbitrari con ipotesi o convenzioni determinate, si ottengono come è noto tante diverse formole di Ampère, quella di Grassmann-Reynard, e altre, tutte ugualmente vere.

Molti autori hanno dato la preferenza alla formola di Ampère, fondata sull'ipotesi che azione e reazione fra due elementi sieno uguali e contrarie e dirette secondo la congiungente: una repulsione fra due elementi. Come ho detto sopra, non vedo che ammettere il principio di azione e reazione fra due enti fittizi abbia qualche interesse. Per contro, è un inconveniente vero, nella formola di Ampère, attribuire all'azione su un elemento di corrente una componente longitudinale (secondo l'asse dell'elemento), la quale è uno di quei differenziali esatti che danno contributo nullo in ogni caso effettivo, e quindi introduce una complicazione gratuita, una possibile fonte di equivoci. Ma ciò che è più grave, è che la formola di Ampère è in disaccordo con quella di Laplace, e con la (1), perchè combinando queste due fra loro si trova ben altro risultato. E' quasi contraddittorio ammettere che il campo magnetico generato da un elemento, e per ipotesi assimilato a tutti gli altri campi magnetici, produca su un altro elemento una forza obliqua o longitudinale, mentre sappiamo bene che qualunque campo magnetico su qualunque elemento di conduttore produce solo uno sforzo trasversale.

Invece la legge di Grassmann-Reynard, che è quella che si deduce applicando la formola di Laplace insieme con la (1), e che dà come azione e reazione due forze trasversali e non uguali fra loro, è esente da questi appunti, e per queste ragioni di forma può meritare di essere preferita, tanto più che essendo una deduzione di altre due non ha bisogno di essere formulata a parte.

Del resto, nessuna di queste leggi fra elementi di corrente si presenta semplice, nè praticamente molto utile: quindi data l'assenza di significato fisico, è bene non metterne alcuna in evidenza, e sta bene ritenere quella di Grassman-Reynard quale modesto corollario.

10. — Esporrò un esempio pratico in cui, per singolare eccezione, la legge di Ampère si presta abbastanza bene per la costruzione del risultato; e mostrerò come si procede per applicarla senza incontrare equivoci.

Sia un circuito formato da un filo conduttore con percorso circolare (fig. 1). Sia *AB* un piccolo elemento del conduttore, e sia *MON* il diametro di simmetria. Cerchiamo la forza meccanica che sollecita *AB*, considerata come proveniente dal resto del circuito. Allora, gli elementi del semi-circuito di sinistra *MRA* danno forze di repulsione dirette verso destra rappresentate dalle piccole frecce, con risultante *Nb*; quelli di destra *MSB*, similmente danno una risultante *Na* verso sinistra. Componendo *Na* e *Nb* si ottiene una risultante *Ne* puramente radiale: le componenti longitudinali sono scomparse, annullate a due a due nel fare la somma, e rimane *AB* soggetto a una forza diretta dall'interno verso l'esterno, che è quella che l'esperienza constata.

Ragionando invece con la regola di Grassmann, si trova che ogni elemento del circuito esercita su *AB* una forza radiale diretta verso l'esterno; e tutte queste forze elementari sono parallele e dello stesso segno, e si sommano tutte, e danno la risultante, senza componenti longitudinali da annullare.

Similmente avviene quando si vuole applicare direttamente la (1) dopo aver costruito il campo risultante e tenuto conto della sua dissimmetria attraverso la sezione finita del filo.

Con qualunque delle tre regole si sia ottenuto il risultato, si continua poi considerando che ogni elemento del filo conduttore è soggetto così a una forza analoga, come un elemento di lamina di caldaia sotto l'effetto della pressione interna; e allora se il materiale conduttore è solido ne consegue, come effetto meramente indiretto e di reazione, una sollecitazione interna di distensione in tutto il filo: questa è una vera *stress*, non una forza, perchè tende ad allungare il filo, non a spostarlo; e si deve guardare di non confonderla con le forze componenti longitudinali di Ampère, che equilibrandosi a due a due in ogni punto ⁽¹²⁾ non producono effetto.

11. — L'esempio addotto ora si presta per esaminare un'eccezione che potrebbe sollevarsi contro l'asserto della non verificabilità delle diverse ipotesi che distinguono la formola di Ampère, quella di Grassmann-Reynard, e le altre consimili.

Seguendo il modo di ragionare di Ampère, la forza che sollecita *AB* sarebbe scomponibile in due, quella proveniente da *AB* stesso e quella dovuta al resto del circuito *BMA*. La prima si analizza scomponendo ulteriormente il volume di *AB* in particelle, e tenendo conto che le azioni amperiane di queste particelle le une sulle altre soddisfano all'azione e reazione e quindi si elidono. Per conseguenza *AB* risente solo l'azione di *BMA*. Sembra così di avere isolata e resa misurabile l'azione dovuta a un arco non chiuso da circuito; e di poter verificare la formola d'Ampère. Ma è un'illusione: perchè essendo (per conseguenza dell'ipotesi di Ampère) nulla l'azione di *AB* su *AB*, quella di *BCA* su *AB* non si distingue da quella dovuta all'intero circuito chiuso; e questa non possiede componente longitudinale. Quindi l'ipotesi della componente longitudinale non si può assoggettare a verifica. Se poi l'elemento *AB* non è rigido, il ragionamento deve farsi su ogni sua particella, col risultato sempre che le uniche forze prodotte e sperimentabili sono quelle trasversali, deducibili dalla (1); e le componenti longitudinali rimangono come astrazioni matematiche.

Quest'analisi era necessaria per rigore dei ragionamenti.

12. — Fin qui è stato detto delle correnti permanenti. Venendo alle correnti rapidamente variabili, una delle premesse va modificata, perchè elementi lineari di correnti momentanee, o di correnti oscillanti con frequenza elevata, possono esistere fisicamente: così è p. es., un'antenna emittente di radiotrasmissione, e così è anche il caso di un elettrone in moto, a cui tanto Hering quanto Lombardi hanno fatto allusione nella recente polemica.

I fisici dell'antica teoria avevano certo in mente queste correnti momentanee quando ragionavano sui circuiti aperti: nel loro concetto le medesime erano vere correnti non chiuse. Può apparire alla prima che se si accetta questo punto di vista, si possa trovare un'applicazione concreta delle formole di La-

⁽¹²⁾ E' essenziale questa restrizione « in ogni punto ». Se due forze uguali e contrarie arrivassero in due punti diversi dell'elemento conduttore, produrrebbero tensioni interne; ma equilibrandosi sempre a due su ogni singolo frammento, la distensione non esiste.

place, di Ampère, e simili, al caso di questi elementi che hanno realtà fisica. Ma non è così: i risultati non corrisponderebbero con l'esperienza; perchè quelle formole fanno parte di uno schema teorico che presuppone azione immediata, secondo cui la radiotrasmissione non esisterebbe; proprio dunque in quel campo dove s'incontrano gli elementi di circuiti interrotti, le formole di tipo antico non sono più applicabili nemmeno come intermediario di calcolo.

Nella teoria di Maxwell invece queste correnti momentanee in conduttori non chiusi si richiudono nel dielettrico, il che, come è ben noto, rende ragione delle onde. Volendo calcolare le azioni che esercitano, bisogna non scinderle dal loro complemento di correnti di chiusura, e quando anche le antenne per convenzione si vogliono considerare come una sorta di realizzazione pratica degli elementi di corrente, occorre non dimenticare che ogni azione si esercita non mai immediatamente da un'antenna all'altra, ma da un'antenna al mezzo e dal mezzo successivamente all'altra antenna. Nei rapporti fra un'antenna e l'altra, o fra un'antenna e un magnete, manca la simultaneità e non si può parlare della legge di azione e reazione.

Poco diverso si presenta il collegamento dei fatti nella teoria di relatività. Secondo Einstein la corrente di chiusura o un suo equivalente esiste sempre, come nella teoria di Maxwell, ma soltanto assume diversi aspetti dipendentemente dall'osservatore che la riguarda; le azioni immediate o contigue non si esercitano più fra conduttore ed etere, ma bensì fra il conduttore e l'onda elettromagnetica, che sarebbe dotata d'inerzia e avrebbe un certo grado di materialità.

Tanto col sistema di Maxwell quanto con quello di Einstein, le azioni sarebbero da calcolare per mezzo delle equazioni differenziali del campo, nelle quali la variabile tempo figura in aggiunta alle variabili di spazio; queste ultime variabili invece erano state considerate da sole nella teoria dell'azione a distanza. Pel caso dei due elementi di conduttore o di due elettroni in moto, le equazioni si possono integrare: i risultati finali dedotti formano parte integrante della teoria di Lorentz nei suoi più recenti sviluppi. Ma questi risultati non sono ancora tutti acquisiti con certezza completa, e la differenza tra ipotesi relativiste e non relativiste porta a divergenze apprezzabili ⁽¹³⁾. In ogni caso le formole risultano molto complesse ⁽¹⁴⁾ e non hanno nulla che vedere con quelle dei fisici antichi.

Ma non si può lasciare questo campo senza ricordare che una teoria rigorosa dell'azione a distanza esiste anche nella scienza moderna. Questa è la teoria di Walter Ritz ⁽¹⁵⁾ che è costruita con la vera architettura di un edificio scientifico, perchè è esente dalle contraddizioni e dalle incoerenze delle teorie antiche, e concorda coi fatti della radiotrasmissione e della velocità finita di propagazione. In questa teoria l'etere scompare per davvero, e così le correnti dielettriche: rimane il campo e rimangono le onde come entità emesse e proiettate dai corpi materiali, simili a quelle di Einstein, ma con altro meccanismo: le antenne e gli elettroni in moto divengono veri elementi di corrente aperta. Le azioni esercitate da questi elementi e fra di essi vengono rappresentate da Ritz con formole assai complicate dove entrano i potenziali ritardati, e che non è il caso di riprodurre qui.

Se la teoria di Ritz possa accettarsi per vera, a preferenza di quelle di Maxwell, Lorentz o Einstein, è cosa che solo esperimenti futuri potranno decidere. Il campo in cui le diverse teorie differiscono tra loro è finora male accessibile alle esperienze: quindi non interessa le applicazioni. Per la pratica positiva, sono tutte speculazioni da lasciare da parte. Quello che preme constatare è che nel caso di velocità lente (in confronto a quella della luce) e di variazioni relativamente lente, le azioni degli elementi di corrente in queste diverse teorie risultano approssimativamente le stesse, e come caso limite, si ottengono sempre le forze trasversali di Maxwell, non quelle di Ampère o consimili. Quindi anche ogni possibile tentativo di richiamare in vita le antiche formole collegandole con la teoria di Ritz non riuscirebbe.

13. — Concludendo:

I metodi della teoria di Maxwell sono quelli che conviene applicare pel calcolo dei fenomeni effettivi, senza preoccuparsi nè delle teorie antiche, nè di quelle più moderne e complete.

E' legittimo ragionare di azioni esercitate su elementi di circuito, e queste azioni sono sempre forze meccaniche trasversali, che agiscono sul conduttore materiale, non sulla corrente, e si calcolano con la ben nota formula (1).

Invece le azioni, magnetiche, meccaniche o induttive esercitate da elementi di circuito isolati, non sono entità fisiche definite di per sè, e possono aver vita solamente in dipendenza di convenzioni o di teorie ipotetiche. Conviene considerarle come puri termini matematici, a solo scopo di calcolo; delle diverse formole delle antiche teorie, che esprimono queste azioni fittizie, quella di Laplace è talvolta utile, quella di Ampère genera più equivoci che vantaggi, e quella di Grassmann può ridursi a un semplice corollario; è bene però lasciare tutte e tre in disparte quando si tratta di esporre i fondamenti della teoria, ovvero quando si discute sui casi come quello di Hering che possono dar luogo a difficoltà di concetto o a malintesi.

POTERE TERMoeLETTRICO ED EFFETTO PELTIER IN UN CAMPO MAGNETICO DI ORIENTAZIONE VARIABILE □ □ □

G. P. RUTELLI

Tra gli effetti galvanomagnetici e termomagnetici — il più noto dei quali è quello di Hall — alcuni s'invertono, cioè cambiano segno, invertendo il senso del campo magnetico che li provoca, sono, come può dirsi, funzioni *dispari* di H ; gli altri non s'invertono, sono cioè funzioni *pari* di H .

Il più noto di questa seconda categoria è la variazione di resistenza che alcuni corpi — come il bismuto — subiscono nel campo magnetico (Righi, Leduc), la qual variazione — com'è noto — viene appunto utilizzata per la misura del campo. Rientrano anche in questa categoria le variazioni che il campo provoca negli effetti termoelettrici: il primo ad accorgersi di questo fatto fu il Thomson nel 1856. Recentemente se n'è occupato anche il Prof. La Rosa ⁽¹⁾, il quale ideando un metodo elegante di ricerca sperimentale, ha posto meglio in chiaro certi fatti. E' qui opportuno rilevare che questo argomento potrebbe anche rivestire interesse tecnico, oggi che l'uso delle pinze termoelettriche per la misura delle temperature nello interno delle macchine elettriche è affatto generalizzato.

La predetta distinzione dei fenomeni galvano-termomagnetici in due categorie ha la sua ragion d'essere non soltanto nella espressione matematica dei fenomeni, ma soprattutto nella profonda differenza fra le cause fisiche che devono presiedere ai due ordini di fatti. I fenomeni di una stessa categoria devono avere affinità di cause ed affinità di comportamento. Fondandosi su questo concetto il Sellerio ⁽²⁾ pensò che, come si era già trovato che alcuni dei fenomeni pari variano con la orientazione del campo, lo stesso dovesse avvenire per gli altri, ed in particolare per le variazioni che il campo provoca nei fenomeni termoelettrici. In altri termini, egli fu condotto a pensare che, in particolare in una coppia bismuto-rame « l'effetto Peltier vari al variare della orientazione del campo ».

La conferma sperimentale di tale previsione ho potuto ottenere utilizzando il metodo di La Rosa.

Questo metodo — che, per maggior comprensività di quanto verrà dicendo, esporrò brevemente in seguito — elimina bagni a temperatura diversa assai incomodi nelle attuali circostanze, e rende così agevole una indagine che altrimenti difficilmente si potrebbe eseguire, o darebbe risultati imprecisi.

Richiamo del metodo.

Agli estremi a , b , del diametro orizzontale di un disco B_i di bismuto (fig. 1) di 20,4 mm di diametro e 0,6 mm di spes-

⁽¹³⁾ cfr. a questo riguardo una Nota del Prof. E. Fermi: Correzione di una contraddizione, ecc., in *Nuovo Cimento*, Serie VII, Vol. 25, (anno 1923), pag. 160, 170.

⁽¹⁴⁾ Come esempio di una di queste formole, ispirate alla teoria di Lorentz, v. in *Göttinger Nachrichten*, 1903, pag. 132 e segg., quella data da Schwarzschild e che rappresenta le azioni reciproche di due elettroni in moto.

⁽¹⁵⁾ Recherches critiques sur l'électrodynamique générale: Annales de Physique et Chimie, 8 série, vol. XIII, (1908), pag. 145-275.

⁽¹⁾ LA ROSA M. — Potere termoelettrico e resistenza del bismuto nel campo magnetico. - *Nuovo Cimento*, Serie VI, Vol. XVIII, pagine 26-38.

⁽²⁾ SELLERIO A. — Analisi di tre effetti galvanomagnetici e conferma di un nuovo effetto. - *Nuovo Cimento*, Serie VI, Vol. XX, pagg. 51-94.

sore, son saldati due fili di rame aa' ; bb' ; questo insieme costituisce la coppia $B_i - C_u$. Per studiare il potere termoelettrico, occorre riscaldare ad es., a , e raffreddare b , e misurare la f. e. m. così provocata; volendo poi determinare l'influenza di un campo magnetico, bisognerebbe ripetere questo nel traferro di una elettrocalamita e misurare la variazione.

Ora il metodo del Prof. La Rosa, consiste essenzialmente nel produrre il dislivello termico fra le saldature a, b , mandando preventivamente nel circuito una corrente la quale, produce la differenza di temperatura fra a e b a causa dello effetto Peltier.

*

La disposizione sperimentale è molto semplice: i capi dei fili di rame predetti vanno al commutatore C il quale permette di chiudere la coppia in esame una volta sulla pila, che fornisce la corrente i_p di cui si ha bisogno per l'effetto Peltier ed una volta sul galvanometro. Nel circuito della pila si ha un commutatore G per l'inversione di i_p regolata mediante una resistenza ed un milliamperometro.

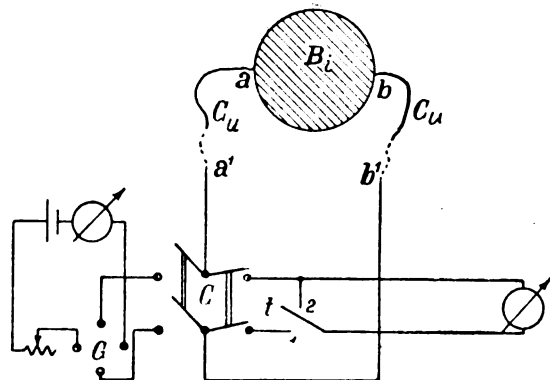


Fig. 1.

Nella fig. 1, non sono segnati nè l'elettromagnete nel cui traferro era posta la coppia, (fig. 2), nè la resistenza e l'amperometro che servivano per la regolazione della corrente che eccitava il campo.

Denotando x_H, x_0 , deviazioni galvanometriche, rispettivamente con e senza campo, P_H, P_0 , poteri termoelettrici nelle medesime condizioni, e posto:

$$a = \frac{x_H - x_0}{x_0} = \frac{\Delta x}{x_0}; \quad \alpha = \frac{P_H - P_0}{P_0} = \frac{\Delta P}{P_0}$$

vige la relazione:

$$(1) \quad x^2 + 2x - a = 0^{(1)}$$

Dalle variazioni x_H, x_0 , si può dunque passare alle variazioni specifiche $x = \frac{\Delta P}{P_0}$ del potere termoelettrico della coppia in esame.

*

Dimostro ora che i valori x misurano anche le variazioni specifiche $\frac{\Delta \pi}{\pi_0}$ dello effetto Peltier.

Le relazioni di partenza per stabilire la (1) sono infatti:

$$(2) \quad x_H = k P_H \cdot \Delta t_H, \quad x_0 = k P_0 \Delta t_0$$

dove $\Delta t_H, \Delta t_0$, sono dislivelli termici fra le saldature della coppia, con e senza campo;

$$(3) \quad \frac{\Delta t_H}{\Delta t_0} = \frac{\pi_H}{\pi_0}$$

dove π_H, π_0 , sono le quantità di calore messe in giuoco dallo effetto Peltier;

$$(4) \quad P = \frac{J}{T} \pi,$$

dove J è l'equivalente dinamico della caloria, T la temperatura assoluta alla quale si esperimenta.

Eliminando P_H, P_0 , ottengo:

$$(5) \quad x_H = K \frac{J}{T} \pi_H^2, \quad x_0 = K \frac{J}{T} \pi_0^2$$

Posto:

$$\pi_H = \pi_0 + \Delta \pi,$$

si ha:

$$\frac{\Delta x}{x_0} = 2 \frac{\Delta \pi}{\pi_0} + \left(\frac{\Delta \pi}{\pi_0} \right)^2$$

ch'è la (1) dove si faccia:

$$\frac{\Delta x}{x_0} = a; \quad \frac{\Delta \pi}{\pi_0} = x$$

Rimane per tal modo acquisito che nella equazione (1) si può interpretare x sia come variazione specifica del potere termoelettrico, sia come variazione specifica dell'effetto Peltier.

Operazioni sperimentali.

Prima d'iniziare gli esperimenti ho dovuto stabilire la durata più opportuna da dare ad i_p . E' infatti evidente che se si manda questa corrente per un tempo troppo breve, non si raggiunge il regime (differenza stazionaria di temperatura fra le saldature a, b), e se invece i_p si prolunga oltre un certo limite, si accresce la durata delle operazioni occorrenti per ottenere un valore $\frac{\Delta x}{x_0}$, quindi si introducono influenze perturbatorie esterne (eventuali correnti d'aria, riscaldamento delle facce polari dell'elettromagnete, ecc.) che comprometterebbero la precisione delle misure.

In base a questi criteri, dopo esperimenti preliminari ho scelto, come durata di i_p , 30 secondi.

In secondo luogo ho avuto cura di esplorare la regione del traferro dello elettromagnete, sia per misurare il campo — il ch'è ho fatto misurando le variazioni percentuali di resistenza di una spirulina di Leduc — sia per accertarmi della uniformità del campo stesso nella regione occupata dalla coppia a, b .

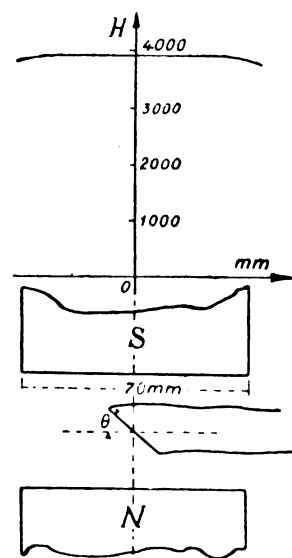


Fig. 2.

Il diagramma (fig. 2) certifica che la regione uniforme si estendeva, anche oltre la regione utilizzata, per lungo tratto.

*

Ciò posto, per determinare un valore $\frac{\Delta x}{x_0}$ procedevo così:

Messo il disco in una posizione θ , il che equivale a fissare l'orientamento delle linee di forza (fig. 2), a campo nullo, chiudevo il commutatore C (fig. 1) sulla pila; dopo 30 secondi, con un rapidissimo movimento, chiudevo la coppia sul galvanometro e immediatamente abbassavo il tasto t (che nella posizione 2 serve a smorzare le oscillazioni, quando non passa corrente). Letta la deviazione x_1 — ad es. rossa — della scala, ripeteva le medesime operazioni dopo di avere invertita i_p , misurando la nuova deviazione x_2 nera.

Ottenevo per tal modo il valore:

$$x_0 = \frac{x_1 + x_2}{2}$$

che interessa (').

(1) Cfr. LA ROSA M.: l. c.

Ripetendo — nello stesso ordine — le misure a campo eccitato aveva α_H , indi

$$\Delta x = \frac{x_H - x_0}{x_0}$$

La tabellina seguente offre un esempio di misure.

$$\vartheta = 0; i_p = 0,25 \text{ Amp.}$$

$H = 1070$	x_1	α_1	2α	$2\Delta\alpha$	$\frac{\Delta x}{x_0}$	$\frac{\Delta x}{x_0}$	$\frac{\Delta x}{x_0}$
O	52	85	137				
H	53	91	144	7	$\frac{7}{137}$	0,051	
O	52	88	140				
H	53	94	147	7	$\frac{7}{140}$	0,050	
O	55	90	145				
H	51	101	152	7	$\frac{7}{145}$	0,048	0,049

Come si vede, ogni valore Δx è la media di tre determinazioni.

Resultati sperimentali.

Per non moltiplicare troppo le esperienze, mi sono limitato a dare al disco B_i successivamente le seguenti orientazioni:

$$\vartheta = 0, \frac{\pi}{4}, 2\frac{\pi}{4}, 3\frac{\pi}{4}, 4\frac{\pi}{4}, 5\frac{\pi}{4}, 6\frac{\pi}{4}, 7\frac{\pi}{4}, 8\frac{\pi}{4} = 2\pi,$$

l'ultima delle quali per verifica.

Mi sono assicurato che invertendo il senso del campo, l'effetto non muta, com'è ovvio, ossia si tratta di effetto pari per il quale vale la evidente proprietà ⁽¹⁾.

$$f(\vartheta, H) = f(\vartheta + \pi, H)$$

dove la funzione f denota l'effetto. In altre parole, le superiori orientazioni, danno a due a due risultati coincidenti. I valori Δx ottenuti, sono riportati nei seguenti diagrammi ⁽²⁾.

Da questi diagrammi, utilizzando la equazione (1) si ricava che al variare dell'orientamento del campo rispetto alla coppia $B_i - C_u$ varia la x , che rappresenta — come ho detto sopra — sia $\frac{\Delta P}{P_0}$ che $\frac{\Delta \pi}{\pi_0}$.

Esiste cioè l'effetto previsto:

Le proprietà termoelettriche dei corpi in generale, dipendono dall'angolo sotto il quale essi sono colpiti dalle linee di forza del campo.

Volendo avere una idea più concreta dell'andamento del fenomeno, basta fissare un valore $H = \text{cost.}$ e dedurre dalle curve precedenti il diagramma $x = \varphi(\vartheta)$.

I due diagrammi corrispondono l'uno ad un campo di 4500 gauss, l'altro ad un campo di 2000. Dallo andamento di queste curve, appare che il modo più semplice di rappresentare il fenomeno — salvo indagini più minuziose — è quello dato dall'equazione empirica:

$$(7) \quad x = \varphi(\vartheta) = A + B \cos 2\vartheta - C \sin^2 2\vartheta$$

in cui il termine $C \sin^2 2\vartheta$ — armonica pari del secondo termine — segna lo scostamento dalla configurazione sinoidale. Au-

mentando H , si scorge che aumentano A, B, C ; ma C aumenta più rapidamente di B , cioè quanto più forte è il campo, tanto maggiore sarà lo scarto dalla sinusoide e tanto più complicato sarà il fenomeno.

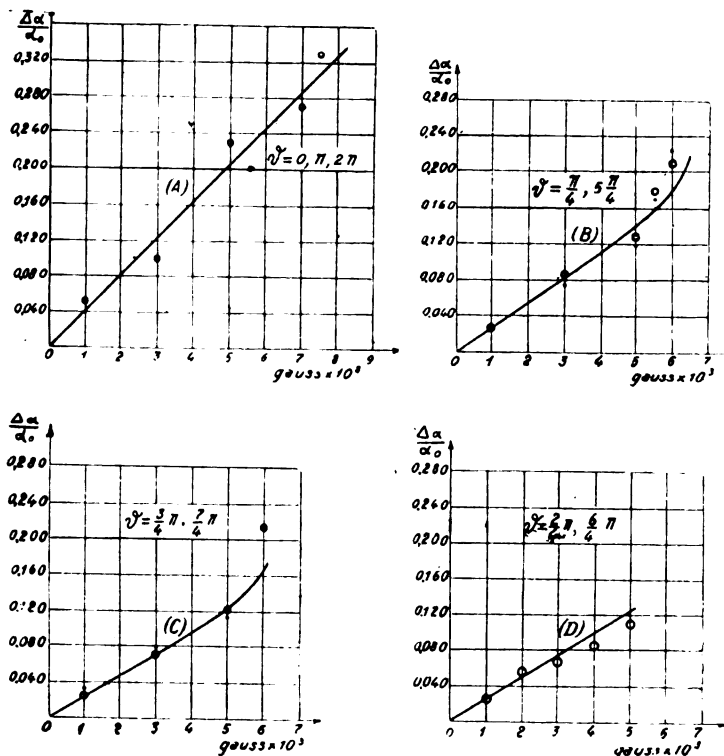


Fig. 4.

Pel campo di 4500 gauss si ha ad es., applicando il metodo dei minimi quadrati alla equazione (7):

$$x = 0,067 + 0,02 \cos 2\vartheta - 0,01 \sin^2 2\vartheta.$$

L'argomento esige d'essere approfondito ulteriormente con ricerche più complete. Purtuttavia m'è parso opportuno rendere nota questa che ha servito, dirò così, a prendere contatto

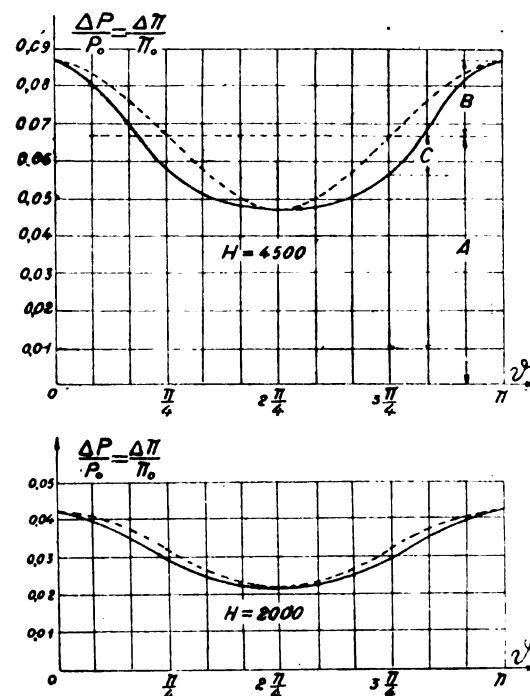


Fig. 3.

col fenomeno, o meglio a stabilirne l'esistenza, anche perchè una citazione di essa è stata ultimamente fatta ⁽³⁾.

Gli esperimenti sono stati eseguiti poco tempo fa nell'Istituto di Fisica della R. Università di Palermo.

Palermo, agosto 1925.

⁽¹⁾ L'inversione di i_p serve evidentemente per eliminare l'effetto Joule che si sovrappone all'effetto Peltier in una singola lettura, ma sparisce dalla media.

⁽²⁾ SELLERIO A.: l. c.

⁽³⁾ I diagrammi mostrano che le posizioni $\vartheta, \pi - \vartheta$ — simmetriche rispetto alle linee di forza — danno risultati eguali. Ciò indica che il disco è ben costruito ossia che il suo asse è asse binario di simmetria geometrica e fisica (struttura cristallina). Infatti, ispirandosi ai modi di ragionare tenuti dal Prof. Sellarìo in «Indagini sulla natura di alcuni effetti galvanomagnetici» (*Nuovo Cimento*, 22, pag. 119, 1921), si vede subito che passare da ϑ a $\pi - \vartheta$ equivale a invertire il campo (il che non altera l'effetto perchè pari) e far ruotare il disco di π intorno al proprio asse, il che non altera l'effetto in istudio quando il disco è ben costruito.

⁽⁴⁾ SELLERIO A. — Zu einem Einwand gegen die axialen galvanomagneten und thermomagneten Erscheinungen *Zeitschrift für Physik* 32, pagina 745, Berlin, 1925.

NOTE SUGLI SCAMBI DI ENERGIA FRA IMPIANTI ELETTRICI

ALDO RONCALDIER

Comunicazione alla 3^a Conferenza internazionale delle reti ad alta tensione
Parigi - Giugno 1925

La messa in valore delle risorse idrauliche di una Nazione porta alla creazione di impianti che per la loro utilizzazione devono essere collegati fra di loro in modo da aiutarsi ed integrarsi a vicenda, valendosi delle diverse caratteristiche della produzione e del consumo delle proprie zone.

A tale riguardo uno dei problemi di maggiore attualità ed importanza è quello dello studio del sistema migliore per effettuare gli scambi di energia fra gli impianti collegati, soprattutto se appartenenti a Società diverse.

La soluzione che prima si presenta alla mente è quella del funzionamento in *parallelo generale*: secondo questo sistema su una grande rete comune inietterebbero energia le varie centrali di produzione, mentre ne preleverebbero carico i vari centri utilizzatori. Così gli impianti ad acqua fluente potrebbero funzionare sempre a pieno carico, mentre quelli a serbatoio, oppure le centrali termiche, regolerebbero la frequenza sopportando le punte; quindi tutta l'energia disponibile potrebbe venire completamente e bene utilizzata.

Questo sistema è però accompagnato da inconvenienti di ordine sia economico, che tecnico, di cui i principali sono i seguenti:

- 1) Aumento del numero e della gravità dei guasti.
- 2) Difficoltà di regolare i valori delle tensioni nei vari punti del vasto complesso così collegato.
- 3) Possibile instabilità del funzionamento in parallelo.
- 4) Difficoltà di disciplinare la ripartizione dei carichi in relazione alle condizioni contrattuali fra le varie Società ed anche in relazione alle disponibilità di energia.

1. - Guasti.

Come è noto il numero di guasti che si verificano in una rete elettrica cresce in ragione quasi geometrica con l'estendersi della rete stessa; altrettanto dicasi per l'entità delle loro conseguenze che con linee estese possono diventare gravissime, in relazione all'aumento delle correnti di corto circuito e delle correnti di capacità verso terra.

Inoltre lo staccarsi di una parte di un impianto per effetto di un guasto, fa riversare tutto il carico sulle altre centrali, le quali non sempre sono in grado di sopportarlo; quindi spesso avviene che una dopo l'altra esse si eliminano dal servizio, in modo che un guasto, anche piccolo, troppo frequentemente conduce ad una paralisi di tutto il sistema.

Alla eliminazione delle conseguenze dei guasti o dei guasti stessi si cerca di provvedere con tutti gli infiniti sistemi di protezione e selezione contro le sovracorrenti e sovratensioni; ma sebbene le cose siano notevolmente migliorate negli ultimi anni, pure alla eliminazione completa dei guai non si è certo ancora arrivati.

Per limitare le ripercussioni troppo estese dei guasti servono i sistemi selettivi di scatto degli interruttori; a tale proposito ricordiamo lo schema proposto vari anni or sono dall'Ing. Guido Semenza secondo il quale le giunzioni fra i vari impianti devono avvenire attraverso un interruttore automatico con relais wattmetrico a scatto istantaneo. Tutte le reti e gli impianti restano in parallelo finché il funzionamento di ogni parte è regolare; mentre il sistema viene suddiviso in tanti gruppi separati, in equilibrio di potenza fra produzione e richiesta, appena avviene un disturbo capace di trascinare con sé l'intero servizio.

Tutti questi sistemi però portano notevoli complicazioni di servizio e non sempre sono di effetto sicuro.

2. - Regolazione della tensione.

Questo problema è di soluzione relativamente facile quando si ha una zona Z alimentata da varie centrali in parallelo A, B, C, D che non facciano altri servizi (v. figura 1).

Se la tensione deve rimanere costante nella rete (come è

il caso più generale) il metodo più semplice è quello di variare la tensione in partenza dalle varie centrali proporzionalmente al carico ed alla corrente sfasata che ciascuna è chiamata a fornire. Tale regolazione — normalmente — si fa in modo da rendere minima la corrente che circola nel sistema; a tale scopo si può provvedere alla creazione, nel nodo di utilizzazione, della potenza reattiva richiesta dai soliti carichi industriali mediante condensatori sincroni od altri mezzi, ottenendo con ciò un notevole risparmio nelle perdite di linea, oltre a molti ulteriori vantaggi sui quali ci soffermeremo in seguito.

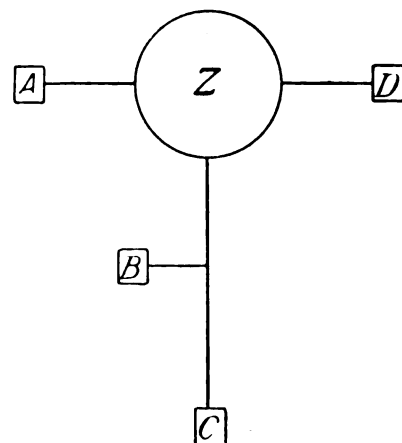


Fig. 1.

Le cose si presentano in modo più complicato quando si tratta di due zone Z_1, Z_2 alimentate ciascuna dal proprio gruppo di centrali e collegate con una linea di allacciamento L che deve permettere il flusso dell'energia nei due sensi (v. fig. 2).

In questo caso le tensioni delle centrali non sono variabili a piacere in relazione alle esigenze del transito dell'energia lungo la linea L , ma sono subordinate alle esigenze delle rispettive zone: non si possono quindi, senza ricorrere a mezzi speciali, effettuare quegli scambi di energia che sono precisamente lo scopo della linea stessa.

Come è noto le condizioni di una trasmissione di energia per quanto riguarda le tensioni si possono regolare sia creando della corrente reattiva all'arrivo, sia modificando direttamente i valori delle tensioni stesse.

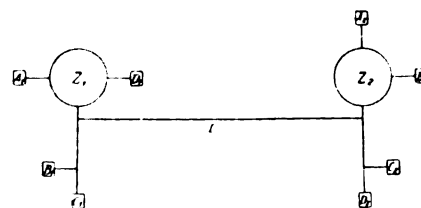


Fig. 2.

Abbiamo già detto che anche per una sola zona spesso si ricorre utilmente al primo sistema, cioè alla *creazione della corrente reattiva* nel centro del consumo; questa misura è poi indicatissima nel caso in esame e costituisce anzi il rimedio principe per assicurare un buon servizio di tensione.

La figura 3 ci dà un esempio raffigurativo di questo sistema di regolazione ⁽¹⁾

In essa il segmento $AB = 120$ kV rappresenta la tensione della zona Z_1 ; i segmenti BC e CO rappresentano le cadute di tensione rispettivamente ohmiche e induttive dovute alla corrente di capacità della linea supposta fornita da Z^2 in modo che nel segmento AO è segnata la tensione che si dovrebbe avere in partenza da Z^2 per avere a vuoto 120 kV nella zona Z_1 .

A partire dal punto O si traccia il triangolo d'impedenza della linea per $\cos \varphi = 1$; il lato di chiusura OD rappresenti in una certa scala i kW trasmessi; sulla direzione perpendicolare si segneranno nella stessa scala i kVA sfasati; le potenze apparenti corrispondenti ai vari fattori di potenza si segneranno

⁽¹⁾ Il diagramma della figura 3, avendo scopo più che altro dimostrativo si riferisce alla sola linea ad alta tensione. Praticamente nello studio di una trasmissione d'energia — soprattutto se ad altissima tensione — occorre tenere ben presenti le caratteristiche dei trasformatori ai due estremi, che esercitano una influenza notevolissima sul funzionamento dell'insieme.

sulle rette uscenti da O e formanti con OD gli angoli relativi.

Così un carico nella zona Z_1 di 25 000 kW a $\cos \phi = 0,75$ è rappresentato dal segmento OE ; se detto carico deve venire trasmesso da Z_2 occorre che la tensione in partenza sia di circa 165 kV; se invece essa è di soli 130 kV allora il carico sulla linea data può essere trasmesso solo nelle condizioni rappresentate dalla figura cioè con fattore di potenza di circa 0,99; ed i kVA sfasati in ritardo richiesti dal carico della zona Z_1 e rappresentati dal segmento FG devono venire creati nella zona Z_1 stessa; (il segmento EF rappresenta le perdite legate alla creazione di tali kVA sfasati).

Se la tensione della zona Z_2 fosse di 120 kV come quella di Z_1 la trasmissione si effettuerebbe con corrente in anticipo e all'arrivo occorrerebbe creare una maggiore potenza reattiva. Se si volesse invertire il senso del flusso di energia lungo la linea occorrerebbe ovviamente creare la potenza reattiva in Z_2 anziché in Z_1 .

La potenza reattiva si può creare con vari metodi.

I condensatori statici sono soprattutto adatti per potenza e tensione non molto rilevanti; un loro punto debole consiste nella difficoltà di variare la corrente in anticipo secondo varie condizioni di carico.

Tale inconveniente è eliminato colla adozione di condensatori o meglio reattori rotanti (motori sincroni sovra e sottoeccitati) soprattutto se essi sono accoppiati a regolatori automa-

survoltore è opportunamente accoppiato ad una macchina sincrona in derivazione. Un esame approfondito della questione, quale è già stato fatto da altri, dimostra che per seguire le esigenze della regolazione bisognerebbe — al variare del carico e della tensione — modificare con un mezzo qualunque le posizioni relative degli induttori delle due macchine rotanti. Si intuisce pertanto che un tale sistema riuscirebbe alquanto complicato; infatti finora esso non si è generalizzato.

Anche la macchina asincrona in serie sulla linea può essere adoperata per la regolazione delle tensioni negli impianti marcianti in parallelo; di questo sistema si è fatto paladino in Italia il Prof. Giuseppe Sartori. Ed inverso la macchina asincrona soprattutto se munita di adatta eccitatrice che le fornisca la corrente magnetizzante e se accoppiata ad una motrice indipendente, si presta egregiamente per tale regolazione, che si potrà fare (anche automaticamente) sia agendo sulla potenza reattiva mediante l'eccitazione — caso di carichi molto sfasati sia in anticipo che in ritardo — sia agendo sulla potenza attiva mediante la motrice accoppiata. Pregio fondamentale di questo sistema — che sembra specialmente indicato dove esistono, presso il centro di consumo, fonti di energia eventualmente anche di scarsa importanza, che con gli ordinari sistemi non sarebbero forse di sfruttamento conveniente — è il fatto che la macchina asincrona nel funzionamento in parallelo non ha vincolo di posizione per la parte mobile come lo ha invece la macchina sincrona. Quest'ultima per un certo scarto di velocità « può sconfinare fuori dell'angolo limite di stabilità

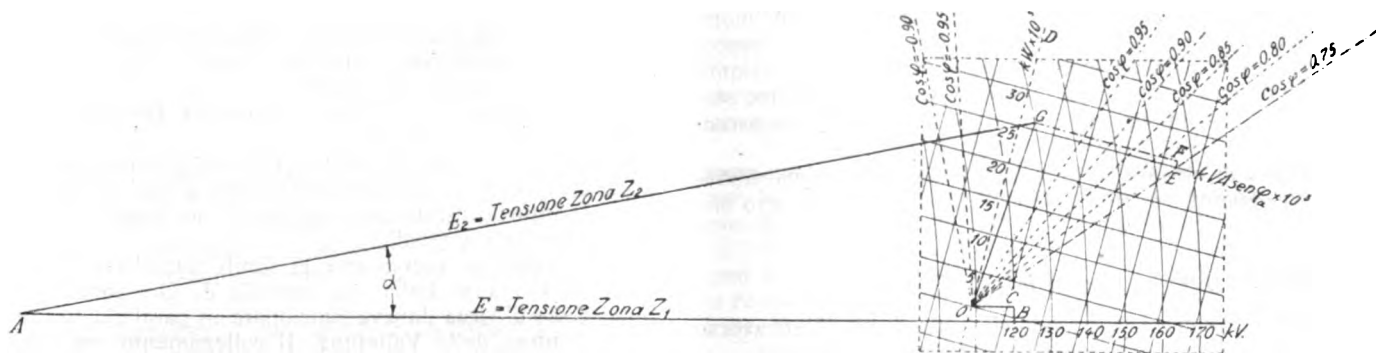


Fig. 3.

tici rapidi di tensione (ad es. tipo Brown Boveri e Tirrill) con i quali si riesce a seguire le variazioni di carico anche se molto rapide. ⁽²⁾

E' questo il sistema che va diffondendosi dovunque: anche in Italia si può dire che ormai non vi sia zona importante di distribuzione nella quale non facciano servizio i condensatori rotanti, i quali, in certi casi, possono eventualmente essere costituiti dagli alternatori delle centrali-termiche di riserva che sono generalmente situate nei centri principali di consumo.

Molto raccomandabile è l'inserzione del motore sincrono sull'avvolgimento terziario a triangolo del trasformatore abbassatore che si trova all'estremo della linea; con tale avvolgimento si risparmia il trasformatore che altrimenti sarebbe necessario per il sincrono.

D'altra parte il circuito terziario ha altri effetti benefici sul funzionamento dell'insieme del trasformatore perchè, come è noto, diminuisce o annulla le terze armoniche e disciplina le correnti di corto circuito.

I reattori sincroni offrono poi un altro vantaggio di capitale importanza nel caso di linee molto lunghe ad altissima tensione, che è quello di poter fornire — se funzionano ad eccitazione ridotta — la corrente reattiva in ritardo destinata a compensare la corrente in anticipo dovuta alla capacitance della linea durante il funzionamento a vuoto o a poco carico, e quindi danno modo di tenere in tensione la linea stessa, senza provocare eccessi di tensione.

Agli effetti della regolazione di tensione si può adoperare la macchina sincrona, anche con inserzione in serie sulla linea, facendola così funzionare come survoltore o devoltore sincrono.

Il funzionamento in tali condizioni è stabile solo se il

proprio nel momento in cui la turbina ha pure una variazione di coppia motrice e quindi può contribuire ad esagerare il moto perturbato». Invece nella macchina asincrona ogni scarto di velocità viene automaticamente frenato senza perturbazioni pendolari. Evidentemente questo sistema richiede alle motrici dei regolatori che agiscano in modo che la velocità cresca (entro certi limiti) col carico della linea, regolatori la cui costruzione non presenta inverosimili difficoltà.

La regolazione della tensione si può fare oltre che agendo sulla corrente reattiva con i mezzi ora esaminati (che sono naturalmente di impianto costoso) anche agendo direttamente sui valori delle tensioni stesse agli estremi della linea di collegamento.

Ritornando all'esempio della figura 3) abbiamo già detto che se la tensione in partenza dalla zona Z_2 si potesse portare a 165 kV circa, la trasmissione del carico 25 000 kW potrebbe essere effettuata con $\cos \phi = 0,75$ e quindi nella zona Z_1 non sarebbe necessario creare corrente reattiva.

Questo risultato si potrebbe eventualmente ottenere con la adozione di trasformatori a rapporto variabile, oppure di regolatori ad induzione, oppure ancora con una combinazione dei due tipi; ma nell'esempio della fig. 3, evidentemente non sarebbe conveniente adottare questo sistema che invece è specialmente indicato nei casi in cui sono piccole le potenze in gioco ed in cui interessa di limitare al massimo le spese di impianto.

I trasformatori a rapporto variabile sono in genere degli auto-trasformatori in serie con molte prese: per passare dall'una all'altra senza interrompere il servizio occorrono degli accorgimenti costruttivi speciali. Inoltre fra le prese successive non si devono avere differenze di potenziali eccessive e fra i contatti fissi e mobili la densità di corrente ad una inserzione indiretta mediante trasformatori ausiliari appena si supera una certa tensione (13 000 V) e una certa potenza. La manovra di passaggio da un rapporto all'altro si può fare sia a mano che automaticamente.

Come è noto nei regolatori ad induzione in generale la corrente di linea passa nell'avvolgimento statorico, mentre quello

(2) I regolatori automatici di tensione devono essere una caratteristica statica per evitare instabilità di funzionamento e quindi oscillazioni di tensione; e la loro efficacia è molto maggiore se inseriti sui rifasatori rotanti all'arrivo piuttosto che sui generatori delle centrali in causa della maggiore inerzia magnetica di questi, che li rende meno pronti a seguire i regolatori.

rotorico è alimentato dalla tensione costante. La f.e.m. indotta riesce più o meno sfasata rispetto alla tensione principale a seconda della posizione relativa dei due avvolgimenti. A questo inconveniente si può rimediare con la adozione dei regolatori doppi composti ognuno di due regolatori semplici eguali accoppiati meccanicamente fra loro e collegati in modo che il campo rotante dell'uno giri in senso opposto a quello dell'altro. Gli spostamenti di fase di ciascun regolatore semplice restano quindi compensati da quelli dell'altro. Quando si hanno carichi molto squilibrati si adottano tre regolatori monofasi anziché uno trifase. La manovra anche per i regolatori ad induzione può essere a mano od automatica; e per le alte tensioni bisogna pure ricorrere alla inserzione indiretta mediante trasformatori ausiliari.

Provvedimenti analoghi si prenderanno per la regolazione della tensione nel caso di più di due gruppi funzionanti in parallelo.

In definitiva la tecnica offre oggi il modo di variare con sufficiente praticità tanto la potenza reattiva quanto i valori delle tensioni agli estremi delle linee di collegamento; si potranno così avere condizioni tali da permettere che l'energia lungo le linee stesse circoli nel senso voluto e — con uno studio accurato — anche nelle condizioni economicamente più vantaggiose.

Si tende ora a considerare come condizione più conveniente di trasmissione di energia quella tensione costante in tutti i punti della linea, per i seguenti vantaggi:

- facilità di effettuare scambi di energia indifferentemente nei due sensi;
- eliminazione delle prese nei trasformatori;
- miglioramento del fattore di potenza della trasmissione;
- riduzione di dimensioni del macchinario e dell'apparecchiatura;
- possibilità di elevare i valori della reattanza nel macchinario con conseguente benefico effetto sulle correnti di corto circuito.

3. - Stabilità del funzionamento in parallelo.

Il funzionamento in parallelo di varie centrali attraverso lunghe linee può talvolta presentare delle serie difficoltà per quanto riguarda la sua stabilità.

Su questo argomento ci limitiamo a riportare alcune note riassuntive redatte dall'Ing. Dalla Verde.

Con riferimento alla figura 3, se chiamiamo α l'angolo fra i vettori delle tensioni agli estremi della linea di collegamento, ad ogni condizione di carico corrisponderà un certo valore di α . Ogni cambiamento di velocità nei motori primi dovuto ad una variazione di carico, si converte immediatamente in uno spostamento delle posizioni relative dei due vettori delle tensioni; il passaggio dal vecchio al nuovo stato ha luogo attraverso oscillazioni pendolari, le quali in certe condizioni speciali possono entrare in risonanza con il sistema elettromagnetico dei generatori e, amplificandosi, oltrepassare il limite di stabilità e portare il macchinario fuori sincronismo. L'analisi del fenomeno dimostra che le velocità delle macchine durante il periodo transitorio sono rappresentabili da curve composte di:

- una parte costante corrispondente alla velocità finale;
- una parte decrescente secondo una legge esponenziale;
- una parte oscillante secondo una legge sinusoidale di ampiezza a sua volta decrescente secondo una legge pure esponenziale.

Lo smorzamento di questi movimenti pendolari dipende anzitutto dalla regolazione del fluido motore, nel senso che esso smorzamento è tanto maggiore quanto più debole è il grado di staticità dei regolatori delle turbine⁽³⁾; dipende poi dall'inerzia magnetica del macchinario elettrico e dai momenti di inerzia delle parti rotanti; ed infine in modo molto notevole dalle caratteristiche delle linee di collegamento.

Per quanto riguarda queste ultime converrà che siano piccoli quanto più è possibile gli spostamenti angolari corrispondenti alle variazioni di carico e di velocità prevedibili negli impianti. Se chiamiamo « potenza sincronizzante » P_s della linea la variazione di potenza trasmessa per una variazione

piccolissima di α dell'angolo α , si ha:

$$P_s = \frac{\sqrt{3} \cdot E_2 \cdot E_1}{1000} \cdot \frac{X}{Z^2} \cos \alpha \cdot d\alpha$$

nella quale: X = reattanza della linea in Ohm;
 Z = impedenza della linea in Ohm.

Dalla formula si ricava che P_s è nulla per circuiti che non contengono reattanza ma solo resistenza; ed è invece massima quando la resistenza è trascurabile rispetto alla reattanza. Per un dato valore della resistenza R la potenza sincronizzante è massima quando:

$$X = R$$

e decresce poi rapidamente per valori anche di poco differenti.

A parità di altre condizioni essa è inoltre massima per $\alpha = 0$ cioè quando il carico trasmesso è nullo, ed è minima al carico massimo trasportabile sulla linea.

E' molto difficile assegnare a priori dei valori limiti, per la potenza sincronizzante necessaria ad assicurare la stabilità del funzionamento in parallelo, essendo troppe numerose le grandezze interessate. Come norma generale si può ritenere

che la potenza data dalla espressione $\frac{P_s}{d\alpha}$ deve essere maggiore od almeno uguale alla potenza del più piccolo degli impianti che sono collegati; ciò quando le fluttuazioni di carico non sono molto notevoli.

La potenza sincronizzante, come sopra definita, è indipendente dalle caratteristiche del macchinario; volendo tener conto delle quali lo studio si complica notevolmente (vedi relazione dell'Ing. Bakker alla Prima Conferenza Internazionale delle Grandi Linee di Parigi 1921).

A questi fenomeni pendolari la maggioranza dei tecnici è propensa a dare poca importanza, perchè essi si verificano, in verità, piuttosto raramente, ma quando avvengono danno luogo a inconvenienti notevoli.

Un esempio interessante di simili perturbazioni si è avuto poco tempo fa in Italia: la centrale di Gressoney la Trinité nella Valle d'Aosta doveva funzionare in parallelo con un gruppo di centrali della Valtellina. Il collegamento era fatto attraverso ad una linea lunga qualche centinaio di chilometri con sezione di rame — per un tratto — forse un po' debole. Appena la centrale di Gressoney si metteva in parallelo si constatavano ai wattmetri delle varie centrali in parallelo delle oscillazioni che andavano crescendo di ampiezza a seconda della ubicazione, dalla Valle d'Aosta verso la Valtellina e provocavano scatti di interruttori ed altri guai più seri. Un primo miglioramento si ebbe con l'aumentare la tensione di trasmissione da 45 000 a 75 000 volt; le oscillazioni però persistevano per quanto di minore ampiezza. Si constatò che esse erano originate da movimenti vorticosi che assumeva l'acqua nei tubi in immediata vicinanza della turbina ed erano poi esaltati dalle caratteristiche della linea poco favorevoli alla stabilità (resistenza troppo grande). Il rimedio consistè nella adozione di opportune crociere che vennero introdotte nei tubi; i vortici dell'acqua scomparvero ed il funzionamento divenne tranquillo e soddisfacente.

4. - Ripartizione dei carichi.

E' questa la questione di maggiore importanza pratica per i suoi effetti sia tecnici che economici.

Le cose sono semplici quando si tratta di una sola zona alimentata da più centrali (vedi fig. 1); per la ripartizione della potenza tra le varie centrali il sistema generalmente adottato è il seguente:

Sulla base del carico presumibile viene compilato un programma settimanale (od anche giornaliero se del caso) che le varie officine devono osservare, ad esempio la centrale A ad acqua fluente nel cui bacino si sono avute recentemente abbondanti precipitazioni fa il servizio di base funzionando per 24 ore; le centrali B e C pure ad acqua fluente, ma con minore disponibilità d'acqua nel momento, intervengono solo per un orario limitato, così da poter utilmente valersi del bacino settimanale o giornaliero di cui gli impianti sono dotati; ed infine la centrale D che è a serbatoio, regola la frequenza facendo il servizio di punta in modo da consumare il minor quantitativo possibile d'acqua.

Naturalmente, a seconda delle stagioni, il compito assegnato alle varie centrali può spostarsi dall'una all'altra. Il dirigente dell'esercizio, (che è sempre in contatto telefonico con

⁽³⁾ Notiamo che questa condizione di piccola staticità è in contrasto con la buona ripartizione del carico di regime fra le varie unità, la quale è invece favorita da un grado di staticità un po' elevato.

le officine di produzione) controlla la buona esecuzione del programma.

Le cose si complicano notevolmente se si tratta di un complesso di due zone analoghe a quelle della figura 2.

Consideriamo nel momento in cui il funzionamento ed il riparto dei carichi siano a regime: ciascun gruppo di centrali seguirà il programma stabilito secondo le modalità già viste e lungo la linea L fluirà un dato carico nel senso voluto (ad es., da Z_2 a Z_1) con le caratteristiche di tensione e corrente contemplate nel contratto che regola lo scambio di energia.

Si presenta ora spontanea la domanda: come si modificheranno le mutue relazioni fra i due gruppi di impianti, nel caso di una modificazione di regime prodotta, ad esempio, dalle variazioni del carico richiesto dalle zone di consumo.

E' evidente che ogni perturbazione di regime viene risentita da entrambi i gruppi di centrali in misura variabile da caso a caso e dipendente dal posto dove avviene la perturbazione, dalle caratteristiche elettriche della linea di collegamento e del carico, dai gradi di sensibilità e di staticità dei regolatori delle turbine, dall'inerzia sia meccanica che elettrica del macchinario rotante, dalla presenza o meno di regolatori automatici di tensione, ecc.

Comunque potremo senz'altro affermare che il nuovo regime conseguente alla variazione di carico, sarà tale che il flusso d'energia lungo la linea di collegamento non corrisponderà più al prefissato. Questo nuovo regime durerà fino al momento in cui il personale delle centrali di punta dei due gruppi, orientatosi su quanto succede, agisce nel senso opportuno sui variatori delle turbine riportando le cose, lungo la linea di collegamento, nelle condizioni primitive; se pure prima non si sarà aperto, come talvolta succede, l'interruttore di collegamento per eccesso di carico o per inversione del senso di energia.

Come sono attualmente predisposti i servizi di questo genere in Italia — e crediamo anche negli altri paesi — prima che il personale di centrale possa intervenire passa un certo tempo, talvolta anche lungo quanto basta per dar luogo a sprechi d'acqua e — nel caso — che le due zone appartengano a Società diverse — a contestazioni in sede di liquidazione delle forniture.

Un miglioramento — nel senso di accelerare l'intervento del personale — si potrebbe ottenere se nella centrale di punta del sistema che deve regolare la fornitura o il prelievo globale, vi fosse modo di leggere direttamente il carico transiente sulla linea di connessione.

A tale scopo possono servire i sistemi di *trasmissione a distanza* delle indicazioni dei wattmetri; di questi sistemi attualmente esistono vari tipi fondati su basi diversissime:

utilizzazione, su una linea ausiliaria a due fili, di una corrente a frequenza variabile proporzionalmente al carico, che viene registrata all'arrivo da motorini sincroni la cui velocità è misurata da apparecchi wattmetrici speciali;

impulsi di corrente continua lanciati, pure su una linea ausiliaria, da appositi contatori muniti di commutatori speciali collegati a relais tipo telefonico — detti impulsi all'arrivo azionano un meccanismo a scappamento le cui indicazioni registrano i kW;

metodo di compensazione delle correnti (studiato anche in Italia dalla C. G. S.); secondo questo metodo alla bobina mobile di un wattmetro a relais, è collegato l'equipaggio mobile di un amperometro a magnete permanente. I contatti del relais regolano un reostato che varia la corrente nell'equipaggio dell'amperometro, finchè il suo momento di torsione sia eguale ed opposto a quello del wattmetro. La corrente è quindi proporzionale alla potenza da misurare, essa percorre una linea ausiliaria ed è ricevuta da un comune amperometro.

Recentemente la C. G. S. ha adottato un nuovo sistema di trasmissione a distanza che si sta attualmente installando presso vari impianti ed è basato su un principio analogo a quello del frequenziometro registratore della stessa Ditta; cioè su variazioni prodotte dal trasmettitore su una induttanza inserita in serie con una coppia elettrodinamica dello strumento a relais ricevitore, di cui l'altra coppia è in serie con una seconda induttanza variabile identica alla prima e variata dal relais ricevitore stesso in modo da ristabilire sempre l'equilibrio.

Come abbiamo detto, perchè la cosa fosse veramente efficace agli effetti della regolazione, sarebbe necessario che le indicazioni dei wattmetri venissero trasmesse direttamente alla centrale che deve regolare, in modo che il personale potesse intervenire prontamente; ma siccome l'incarico della regolazione non è in genere affidato sempre alla stessa centrale in causa delle variazioni nelle disponibilità di energia a seconda

delle stagioni e inoltre può necessitare di affidarlo a più centrali, ne segue che tale trasmissione praticamente troverà impiego solo in casi poco complessi.

Per ottenere un intervento più rapido del personale serviranno certo i miglioramenti nelle comunicazioni telefoniche, anche se non si vuole ricorrere a sistemi di *comando a distanza* delle turbine, i quali sono forse più adatti in zone poco estese che in zone estese con centrali sparse su una vasta superficie; ciò almeno nello stato attuale della tecnica.

Qualche esempio di tale sistema di comando a distanza si ha però anche in Italia (Matese, Turbigo) e finora l'esercizio ne è soddisfacente nonostante la delicatezza della manutenzione.

La trasmissione a distanza delle indicazioni dei wattmetri e dei comandi può pertanto essere una via per migliorare la regolazione del carico nel funzionamento in parallelo, di più impianti, ma non risolve certo il problema generale.

Un sistema per regolare il carico transiente fra due zone distinte potrebbe essere quello dell'adozione di gruppi rotanti di collegamento fra le due zone, costituiti ad esempio:

da macchine asincrone a velocità regolabile mediante resistenze da inserirsi sull'avvolgimento rotorico o meglio, mediante dispositivi tipo Krämer o Scherbius a ricupero meccanico od elettrico;

da gruppi speciali con circuiti ausiliari a corrente continua analoghi a quelli installati già da vari anni a Dalmine (Bergamo).

Questi sistemi presentano il vantaggio di poter regolare il flusso d'energia proprio nei punti di giunzione indipendentemente dal funzionamento delle reti allacciate; ma hanno l'inconveniente di introdurre delle nuove perdite e di essere di impianto costoso. Di conseguenza possono bene prestarsi nei casi in cui contemporaneamente si debba anche trasformare la frequenza.

Ci siamo soffermati un po' a lungo sul caso relativamente semplice del parallelo fra due gruppi di impianti perchè siamo così ora in grado di estendere subito a casi più complessi le considerazioni fatte ed arrivare rapidamente alle conclusioni.

Ed invero, immaginando di avere anche solo tre reti collegate in parallelo, possiamo senz'altro affermare che, se pure la regolazione delle tensioni si può soddisfacentemente fare con i mezzi già passati in rassegna, quelle dei carichi percorrenti le linee di unione presenta tali difficoltà che non può effettuarsi soddisfacentemente neppure mediante la più stretta e continua collaborazione dei dirigenti i servizi delle singole zone (ad un dirigente unico per tutte le zone crediamo non si possa seriamente pensare se non si vuole condannare al manicomio dopo breve termine l'infelice prescelto a tale incarico!) per quanto integrata da tutti quegli artifici tecnici a cui abbiamo prima accennato.

Dalle considerazioni svolte risulta che il funzionamento in parallelo non può essere esteso oltre certi limiti; pertanto quando si tratta di scambi di energia fra gruppi numerosi ed importanti, bisogna attenersi ad un altro sistema se si vuole assicurare un esercizio soddisfacente e razionale.

Si ricorre allora alla *separazione dei servizi* suddividendo sia le centrali di produzione che le zone di utilizzazione in sezioni separate e funzionanti in modo indipendente fra di loro. A seconda delle varie disponibilità di energia e delle varie esigenze dei consumi nelle diverse ore e stagioni, tali sezioni si potranno raggruppare in modo diverso secondo la massima convenienza e i passaggi tra un servizio e l'altro si effettueranno mediante dei paralleli momentanei, per la breve durata dei quali non possono verificarsi gli inconvenienti relativi alla marcia in parallelo, quale aumento dei guasti, difficoltà di regolare la tensione ed il carico, ecc.

Con questo sistema si va bensì a rischio di incontrare qualche piccolo sacrificio nell'integrale sfruttamento delle risorse naturali (che però non è completo neppure con il funzionamento in parallelo generale) ma questo sacrificio può essere ridotto al minimo con uno studio accurato dei servizi (cioè della suddivisione in sezioni e degli orari per i paralleli di passaggio) ed è in ogni modo ben piccolo rispetto al grande vantaggio della eliminazione di tutti gli inconvenienti sopra elencati.

Naturalmente lo studio dei limiti fino ai quali conviene la marcia in parallelo e della convenienza di separare i servizi deve essere fatto caso per caso a seconda delle varie condizioni cui si tratta di soddisfare.

A tale proposito osserviamo che nello studio di nuovi collegamenti e di nuove grandi linee di trasporto — conviene tenere sempre in considerazione la necessità pratica che può presentarsi di separare i servizi con conseguente necessità di au-

mentare il numero delle terne in linea più di quanto richiederebbero le necessità del solo trasporto.

Può essere questo talvolta un fattore determinante per la scelta di un valore non eccessivamente alto della tensione di trasmissione.

Nella figura 4 presentiamo un caso abbastanza complesso di passaggi di energia fra varie zone.

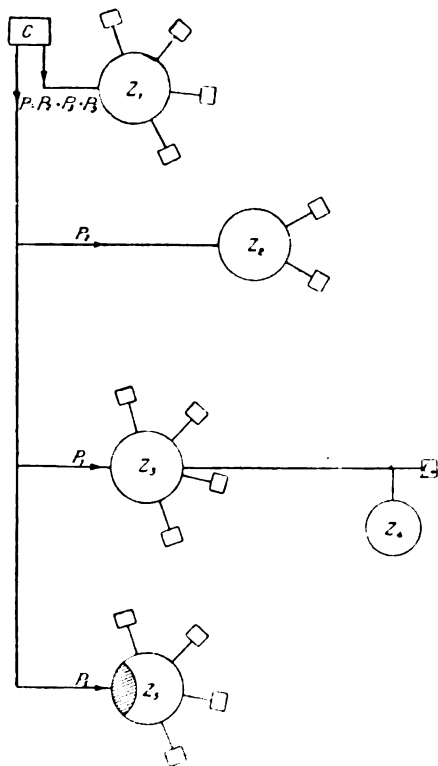


Fig. 4.

I gruppi di impianti e di reti utilizzatrici Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5 appartengano ad altrettante società distinte e sia per esempio il gruppo Z_1 che deve fornire alle zone Z_2, Z_3, Z_4 i carichi determinati P_2, P_3, P_4 .

Il servizio si potrà stabilire ad esempio come segue: la centrale C più importante del primo gruppo funzionerà con due servizi separati, uno per la propria zona in parallelo con le altre centrali del suo gruppo ed uno per gli scambi di energia con le altre zone con il carico complessivo $P = P_2 + P_3 + P_4$. La zona Z_2 che è alimentata da poche centrali regolerà il suo prelievo agendo sulle proprie turbine in modo da mantenerlo sempre al valore contrattuale P_2 ; la zona Z_3 utilizzerà la potenza P_3 in una sua sezione separata il cui carico si può con sufficiente esattezza stabilire in precedenza; la centrale C regolando il carico globale P regolerà in conseguenza P_4 e quindi la zona Z_4 (che non può regolare il suo prelievo perchè è troppo estesa ed ha altre fonti di alimentazione proveniente da altri gruppi) riceverà il carico corrispondente al valore prefissato.

Naturalmente si può pensare ad estendere ulteriormente il complesso di impianti allacciando altre piccole zone in parallelo come Z_2 oppure zone nuove separate, analoghe a quella di Z_3 ; la regolazione di P_4 diventa però sempre più difficile e converrebbe allora ricorrere alla trasmissione in C dell'indicazione del carico in arrivo sulla zona Z_4 con quei sistemi cui abbiamo prima accennato.

*

Per quanto riguarda i rapporti economici fra le diverse società interessate negli scambi essi possono essere facilitati se le condizioni contrattuali sono redatte con larghezza di vedute ed in particolare se è data maggiore importanza allo scambio di kWh in un determinato orario che non allo scambio di potenza.

Conclusioni.

In conclusione il funzionamento in parallelo di vari impianti non è già quella specie di panacea che ritiene l'ottimista o il profano secondo il quale si dovrebbe arrivare presto alla realizzazione, in ogni paese, di una grande rete nazionale, nella quale tutte le centrali dovrebbero versare la loro energia e dalla

quale si diramerebbero le reti della distribuzione vera e propria.

Questo quadro allo stato attuale delle cose e per un prossimo futuro è indubbiamente troppo roseo, prescindendo esso dalle varie difficoltà pratiche, tanto d'ordine tecnico, quanto d'ordine economico, contro le quali un simile mastodontico funzionamento in comune verrebbe ad urtarsi.

Ed infatti è bensì vero che il funzionamento in parallelo di molti impianti permette teoricamente il miglior sfruttamento delle risorse naturali; è bensì vero che esso permette di ridurre l'entità del macchinario di riserva globale ed assicura al servizio, in generale, una maggiore elasticità nel senso che date le potenze complessivamente installate è quasi sempre possibile fronteggiare ad un buon numero di accidenti senza interrompere o ridurre gli utenti; ma a questi vantaggi sono associati gravi inconvenienti tecnici ed economici di impianti ed esercizio di cui il più grave è quello della impossibilità pratica di disciplinare le ripartizioni di carico, per il miglior sfruttamento degli impianti.

Per tutte queste ragioni crediamo che ottima soluzione sia quella di limitare il funzionamento in parallelo ai casi non troppo complessi, ed effettuare gli scambi di energia fra vari gruppi mediante servizi separati su sottozone sezionabili e smistabili da un servizio all'altro mediante paralleli di passaggio.

Con questo sistema si realizzano quasi tutti i vantaggi presentati dal funzionamento in parallelo generale mentre se ne attenuano o eliminano tutti gli inconvenienti.

Tenendo presenti tali considerazioni si potrà ottenere, mediante i collegamenti fra gli impianti, quello sfruttamento completo delle risorse naturali che non è possibile raggiungere con impianti isolati.

Tali collegamenti pertanto sono destinati indubbiamente a proseguire nel loro sviluppo così poderosamente iniziato.

* *

Bibliografia di alcuni articoli d'autori italiani sulla marcia in parallelo e questioni annesse.

1. - R. ANAU: Sulla regolazione dei motori idraulici negli impianti elettrici. - *Elettrotecnica* 1920, pag. 362.
2. - G. ANFOSSI: Per il collegamento degli impianti idroelettrici. - *Elettrotecnica* 1917, pag. 586.
3. - G. CAMPOS: Un wattmetro sommatore. - *Elettrotecnica* 1922, pagina 671.
4. - G. CAMPOS e B. USIGLI: Trasmettitore di registrazioni o di comandi a distanza. - *Elettrotecnica* 1923, pag. 638.
5. - C. CASTELLANI e C. MELINOSSI: Sul comportamento di più linee di trasmissione di energia funzionanti in parallelo. - *Elettrotecnica* 1923, pag. 823.
6. - A. DALLA VERDE: Su alcuni problemi relativi al funzionamento in parallelo degli impianti elettrici. - *Elettrotecnica* 1922, p. 600.
7. - G. DELLA SALDA: Survolatore-devolatore sincrono. - *Elettrotecnica* 1922, pag. 441.
8. - F. NERI: Alcune osservazioni intorno alla regolazione della tensione. - *Elettrotecnica* 1924, pag. 689.
9. - R. NORSA: Le grandi reti elettriche di trasmissione e di intercomunicazioni in Italia. (Comunicazione alla Prima Conferenza Internaz. des grands reseaux - Parigi 1921). - *Elettrotecnica* 1922, pag. 117-141.
10. - R. NORSA: Sviluppo e limiti dei collegamenti e dei paralleli fra grandi sistemi elettrici. (Comunicazione alla World Power Conference - Londra, luglio 1924). - *Elettrotecnica* 1924, pagina 989.
11. - C. PELLIZZARI: Scambi di energia fra regioni alimentate a frequenza diversa - *L'Impresa Elettrica* 1924, pag. 580.
12. - G. REVESSI: Studi sulle trasmissioni - *Elettrotecnica* 1921, pagina 417; 1922, pag. 543; 1923, pag. 455; 1924, pag. 641.
13. - G. SARTORI: La macchina asincrona in servizio della regolazione di tensione nei grandi trasporti di energia. - *Elettrotecnica* 1922, pag. 213.
14. - G. SARTORI: Possibilità della raccolta sulle nostre reti di piccole potenze. - *Elettrotecnica* 1920, pag. 466.
15. - G. SEMENZA: Alcune considerazioni sul problema degli scambi di energia fra reti elettriche. (Comunicazioni alla Soc. Franc. des Electriciens, 1° dicembre 1923). - *Elettrotecnica* 1924, pag. 309.
16. - G. SEMENZA: Sulla continuità e regolarità del servizio nelle grandi elettriche. (Comunicazioni alla World Power Conference - Londra, luglio 1924). - *Elettrotecnica* 1925, pag. 67.
17. - E. VANNOTTI: Gruppi di macchine per il collegamento fra reti a frequenze diverse. - *Elettrotecnica* 1921, pag. 2-29.
18. - C. PALESTRINO: Su alcune particolarità notevoli delle lunghe linee ad altissima tensione (in corso di pubblicazione).

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sui servizi di pubblico trasporto a Milano.

Mi è facile dimostrare quanto siano infondate le obiezioni dell'Ing. Marco Semenza alle quali accenna la nota di Redazione del Num. 35.

Il prospetto del costo della vettura-km. a pag. 861 è impostato con molta larghezza: L. 180.000 per una autotrice di 20 tonn. col carico alla velocità massima di 36 km. all'ora e 1200 kg. di sforzo massimo all'avviamento, ossia 90 HP (le motrici tramviarie nuove con 2 motori di 50 HP orari costano L. 137.000); e L. 10 milioni per km. la sede (totale 13 km.) che per 4/5 corre sotto strade ampie, senza ostacoli, come via Legnano, Foro Bonaparte, corso Venezia, via Palestro, corso Genova e Vittoria, viale Bianca Maria e in sede esistente (Darsena e Naviglio di S. Damiano). Con queste basi e con un numero di biglietti a pagamento doppio di quello del 1924 (nel 1925 si ha già il 15 % di aumento) che facilmente si raggiungerà per effetto della tariffa di 20 cent., per la maggior celerità e regolarità del servizio e per l'ampliarsi della città, non è certo esagerata la previsione di 80 milioni di utili all'anno con 130 milioni di spesa d'impianto. Se per l'Ing. Marco Semenza questa è una spesa rilevantissima e se le finanze del Comune ne soffrirebbero, vorrei sapere quali sono le spese non rilevanti, s'intende in relazione al reddito e che percentuale si deve dare al Comune di Milano perchè non soffra.

La rete da me proposta è già prevista e si presta a meraviglia per l'ulteriore estensione delle linee man mano che il bisogno lo richiederà, perchè basterà allora proseguire col doppio binario verso ciascun dazio e portare il giro di ritorno alla linea dei Viali od oltre, come è proposto per la linea di Principe Umberto e Porta Venezia che hanno già ora traffico sufficiente e che potranno formare l'anello appena sarà libero fra 2 o 3 anni l'alveo del Redefossi, se a quell'epoca il corso Buenos Aires non avrà ancora raggiunto i limiti di traffico per giustificare il proseguimento nel sottosuolo mantenendo anche il tram.

Oggi, e qui è il punto sostanziale, tutte le altre arterie fuori della Circonvallazione, corso Indipendenza, 22 Marzo, Lodi, S. Gotardo, Vercelli, Sempione, Como, via Solari, Farini, Ponte Seveso, Vittor Pisani, Settembrini, non hanno neppure la quarta parte del traffico limite rispetto alla loro ampiezza. Inoltre dopo 200 o 300 metri alcune si dividono in parecchie altre di pari importanza come la Baggina, la Vercellese e S. Siro da P. Magenta, viale Monza, città degli Studi e Lambrate da Porta Venezia. Infine le radiali esterne devono arrivare fino alla Circonvallazione la quale è importante quanto il nucleo centrale di piazza del Duomo per il collegamento dei vari rioni.

Il vero controsenso tecnico e il pessimo affare sarebbe quindi quello di prolungare oggi la metropolitana all'esterno dove il tram è sufficiente e necessario e lo sarà per molti anni ancora con servizio assai migliore per effetto della metropolitana interna, non richiede un milione all'anno per km di spesa fissa e non ingombra come al centro anzi serve a dar vita alle strade.

L'Ing. Marco Semenza ammette che a liberare le strade del centro dalle tramvie — l'imperativo categorico dell'ora — si deve provvedere in ogni modo, e poi dichiara che per il servizio della zona interna della città saranno sufficienti poche linee di metropolitana, rapide, a grande capacità di trasporto, purchè esse si prolunghino molto verso la campagna.

Le linee da me proposte sono in totale 7 radiali, o meglio una radiale e 3 diametrali e anzi 2 per ora, avendo in comune il tronco più importante da piazza Cavour al largo Cairoli che verrà sdoppiato quando si costruirà la trasversale di S. Babila, portando la linea di Porta Tenaglia sotto via Broletto e via Foro. L'Ing. Semenza giudicando ancora eccessivo due linee e mezza, ne verrebbe quindi una sola, a larghe curve, rapida, ossia senza fermate. Seguendo la linea del massimo traffico, questa idea si concreterebbe in un rettilineo Porta Venezia-Largo Cairoli, alla profondità di 15 o 20 metri, sotto i Giardini Pubblici, la Villa Reale, il Politecnico, i palazzi di via Manzoni, Monte di Pietà, Brera, Orso, lungo m. 2000 in luogo di 2500 e con due sole fermate agli estremi dai quali proseguirebbe per Monza e per Varese.

Il costo per km sarebbe certo più del doppio della mia che è una semplice trincea coperta dalla soletta in cemento armato costituente la pavimentazione, e la misura dell'utilità per Milano sarebbe in ragione del numero di fermate, ossia nel rapporto 2 a 42, meno di 1/20, perchè oltre i 350 m. di distanza dalle fermate si devono cercare altri mezzi di trasporto, e allora addio celerità, comodità e economia.

L'errore dell'Ing. Marco Semenza è quello di confondere il servizio cittadino con quello esterno. Al primo non si può oggi provvedere

che portando i binari nel sottosuolo; le altre soluzioni, che non risolvono, si riducono a due: l'autobus con pavimentazione in asfalto che, come risulta dal mio prospetto, costerebbe 15,1 cent. invece di 3,27 per passeggero-km., ossia a parità di traffico (la metà, del totale per la rete interna) 138 milioni all'anno in luogo di 43, oltre al maggior tempo perduto, e per 550.000 passeggeri al giorno avrebbe 690 vetture in movimento attraverso piazza del Duomo, con ingombro ben maggiore dell'attuale. L'altra soluzione è l'apertura di nuove grandi arterie dal centro, da me sostenuta fin dal 1910 con le due cardinali est-ovest dall'Adda al Ticino e nord-sud dalle Prealpi al Po, con visione abbastanza larga dell'avvenire di Milano. Praticamente occorrono diecine d'anni per aprire una frazione di km.; es., i 210 m. del corso Italia, i 140 m. di S. Pietro in Gessate e attualmente l'angolo di S. Rade-gonda; e intanto si sta male.

Fuor di città siamo alla mercè delle Ferrovie di Stato che non permettono linee concorrenti in omaggio a un certo paradosso per cui le aziende statizzate e municipalizzate possono e devono fare anche il danno del pubblico anzichè il vantaggio, come le private quando manca la concorrenza, e perciò se non c'è il monopolio si deve creare, pur di presentare bilanci attivi. Ad ogni modo sono ancora libere alcune linee di penetrazione di costo minimo, come l'alveo della Martesana fino a S. Marco od anche fino al crocivio Andegari-Romagnosi, il corso di Porta Vittoria fino al Naviglio, ossia a meno di 500 metri dalla piazza del Duomo, la via Legnano.

Ad un mio studio dell'anno scorso relativo alla prima accenna l'Ing. M. Semenza; ma la soluzione più conveniente e sufficiente certo fino alla organizzazione di regolari trasporti aerei, che assieme all'autoveicolo su strada pavimentata renderanno inutile la ferrovia, mi venne suggerita dal progetto dell'Ing. Gaetano Mannino per la nuova stazione viaggiatori sull'area della attuale, esposto in una conferenza al Collegio degli Ingegneri e Architetti e nella rivista «L'Industria», che io semplificherei e completerei con l'elettrificazione a terza rotaia delle linee vicinali attorno a Milano e precisamente quelle di Arona, Luino, Como, Bergamo (via Usmate), Treviglio, Piacenza e Voghera, e conservando l'attuale fabbricato principale. Accessi per veicoli, bagagli, posta e biglietterie in corrispondenza alle singole linee troverebbero ampio collocamento sotto il piazzale di m. 240 per 64 ore occupato per metà dai binari del tram e di proprietà della ferrovia. Le due stazioni Est e Ovest verrebbero congiunte con 8 binari, se occorre, costituendo una stazione di transito solo per treni elettrici, ed assieme ai 6 binari interni per i treni di grande comunicazione a vapore od ai nuovi binari a nord per le linee di Monza, in complesso di capacità quasi doppia di quella del Trotter senza i gravissimi inconvenienti di questa: allungamento di 5 km., storpimento con numerose curve, attraversamento di fasci di binari coi treni in transito e in manovra, 750 m. di maggior distanza dal centro e 420 milioni sprecati fra nuovi lavori e aree e costruzioni realizzabili oggi, mentre la sistemazione che propongo non costerebbe che 15 milioni e 80 milioni l'elettrificazione.

Come per il tram di Monza che su un solo binario a Porta Venezia ha 52 coppie di treni al giorno, si potranno effettuare corse dirette e omnibus ad ogni ora da Como a Lecco a Bergamo, da Varese a Treviglio, da Luino a Piacenza, da Arona a Voghera, con tutte le combinazioni offerte dal centro comune, Milano, e applicando le tariffe delle Varesine, L. 8,40 per l'andata-ritorno di 60 km. che sulle altre linee costa oggi L. 21,50.

Ing. EMILIO BELLONI.

✱

Poche parole di risposta alle osservazioni dell'Ing. Belloni, in seguito alle quali dichiaro che da mia parte non prolungherò più oltre la polemica che ha interesse troppo locale per il nostro giornale.

E' il punto di partenza sul quale non andiamo d'accordo coll'Ingegner Belloni. Io faccio presente la necessità di provvedere i mezzi adatti a far fronte al traffico futuro, in un avvenire prossimo peraltro, traffico che deve essere incanalato in modo completamente diverso dall'attuale, per permettere un razionale sviluppo della città. L'Ing. Belloni invece si preoccupa del traffico com'è attualmente e come si è formato in seguito alla erronea ed antiquata disposizione dei mezzi pubblici di trasporto. So benissimo anch'io che nelle radiali esterne il traffico attuale è ridotto, ma ciò avviene per l'eccessivo accentramento delle abitazioni nella zona interna della città, causato a sua volta dalla insufficienza dei mezzi di trasporto decentrali. Una volta che questi ci siano, il traffico radiale esterno aumenterà enormemente, le abitazioni nel centro spariranno, soppiantate da uffici e da locali di ritrovo e divertimento, ed allora, e solo allora si potrà trasformare la zona centrale a larghe strade e grandi palazzi. Nessun risanamento edilizio interno della città (del quale realmente può l'Ing. Belloni chiamarsi, come per le autostrade, un precursore) è possibile fin quando non esista un drenaggio energico

a mezzo di mezzi di trasporto rapidi, a buon mercato, e che favorisca in ogni modo la costituzione delle zone d'abitazione a grande distanza dal centro. E' un circolo vizioso, il traffico crescendo richiede nuovi trasporti, e questi creano nuovo traffico. L'arte sta nel promuovere razionalmente lo sviluppo di questi due elementi così intimamente collegati fra loro e dai quali dipende la vita presente e futura di tutta la città.

Ora io credo fermamente e lo si può dimostrare con una quantità di esempi delle città dell'estero che hanno già dovuto risolvere gli stessi problemi, che non si prevede mai abbastanza lo sviluppo futuro dei trasporti cittadini. Una mezza misura, come quella proposta dall'Ing. Belloni, sarebbe un palliativo momentaneo, ma chiuderebbe la porta all'avvenire. Milano ha già sofferto enormemente nel suo sviluppo per il fatto che le ferrovie dello Stato non hanno mai fatto nulla, contrariamente ai loro interessi, per sviluppare il traffico interurbano (de banlieue) che avrebbe dato risultati imponenti, la Milano-Varese insegna. Ora non è possibile mutare questo ordine di cose deleterio se non costruendo nuove linee radiali esterne, o trasformando le attuali e connettendole alla rete metropolitana. Solo in questo modo si provvederà realmente ai bisogni di una città come è e come sarà Milano.

Se fino ad ora si è, come giustamente nota l'Ing. Belloni, rimasti alla mercé delle ferrovie dello Stato, e, soggiungo io, delle tramvie interurbane su strada, che in maggioranza sono ancora a vapore, non v'è alcuna ragione né tecnica, né economica, che questa paradossale situazione continui e che la città nulla faccia per mutarla, tanto più che esiste l'esempio delle Ferrovie Nord da imitare. Se la città si chiude da sé stessa, coll'Ing. Belloni, a mezzo dei tram sotterranei entro la cinta della vecchia circonvallazione, tutto è finito e Milano continuerà a vivacchiare fin quando la sua forza di espansione sarà tale, e ciò avverrà ben presto, da rompere tutte le artificiali resistenze opposte ad essa. Allora si vedrà e riuscirà chiaro a tutti che l'espediente di porre le tramvie sotto terra avrà fatto sì guadagnare qualche anno, ma dovrà cedere davanti a soluzioni più razionali che fin d'ora appaiono nettamente e che annulleranno d'un colpo tutte le spese fatte nel periodo di transizione fra lo stato attuale e quello a cui si dovrà forzatamente giungere. Per la economia generale conviene di adottare addirittura soluzioni radicali, senza per altro giungere a prevedere linee traversanti la città senza fermate come l'Ing. Belloni, nella passione polemica, ritiene che io vorrei proporre.

MARCO SEMENZA.

*

La cortese polemica sorta tra l'Ing. Belloni e l'Ing. Marco Semenza sulla sistemazione dei servizi di pubblico trasporto a Milano, per quanto tragga origine da particolari condizioni cittadine, investe problemi di carattere e di interesse tecnico generale e precisamente la necessità per i grandi agglomerati urbani del rapido afflusso e deflusso di cittadini dal centro alla periferia senza ingombro eccessivo delle strade e rovinio della sede stradale, oltre ad un problema di bene intesa economia finanziaria.

Su un punto sono d'accordo i due ingegneri e cioè che il servizio tramviario urbano, che fino a prima della guerra era considerato come soluzione ideale del problema, ed effettivamente lo era perchè allora la tramvia era quasi unica ed assoluta padrona delle strade, deve oggi cedere il campo alla vittoriosa diffusione degli automezzi per passeggeri e per merci, che le contendono palmo a palmo la superficie stradale.

E infatti se consideriamo che in alcuni punti centrali di una grande città, a Roma, per esempio, nel tratto Plebiscito-Argentina si ha ogni 15-12 secondi e anche meno, un passaggio di vettura tramviaria, la quale, se munita di rimorchio, impiega non meno di quattro secondi a percorrere una tratta uguale alla lunghezza del convoglio, vediamo quale grande parte della superficie stradale sia permanentemente sottratta al traffico degli autoveicoli, che già di per sé stesso è così congestionato.

Ciò senza tener conto delle frequenti interruzioni, guasti, mancanze di corrente, ecc., per le quali, per esempio, una volta ho contato a Milano, come a Roma del resto, sino ad ottanta vetture tramviarie fra motrici e rimorchi, immobilizzate in una interminabile colonna.

La tramvia è ancora un mezzo che può ottimamente servire alla periferia dove la velocità commerciale dei convogli può notevolmente aumentare, sia per un maggiore distanziamento delle fermate, sia per un aumento della velocità di marcia, possibile su strade ampie e libere dove si può anche creare per essa una sede propria alla superficie come a Milano alla circonvallazione e come a Roma su moltissime linee.

Questo almeno lungo le arterie importanti anche se non primarie, adottando invece nelle direzioni principali, e solo in quelle, delle rapide metropolitane che hanno non solo capacità, ma necessità economica di smaltire un numero rilevante di passeggeri in una giornata perchè la spesa fissa di manutenzione della sede e di ammortamento

del notevole capitale di impianto non gravi troppo fortemente sul costo passeggero-chilometro. E ciò ancor più perchè data la maggiore distanza, la lunghezza media dei percorsi per passeggero deve essere superiore a quella delle tramvie.

Naturalmente le linee metropolitane ed alcune tra le più importanti linee tramviarie dovrebbero esser prolungate in galleria sino al centro della città con stazioni di transito e non di testa eliminando in esso centro qualsiasi ingombro di ruotaie alla superficie.

Invece, per gli spostamenti piuttosto brevi richiesti dal movimento degli affari e per la affluenza alle stazioni tramviarie e metropolitane dovrebbe adottarsi su più vasta scala una rete di auto-tramvie per trasporto di passeggeri.

Su questa via si sono incamminati già da subito dopo la guerra Roma, Napoli e Genova, ma l'alto costo della benzina in Italia e i numerosi inconvenienti dei camion per trasporto passeggeri (rumore, cattivo odore, sobbalzi, ecc.), hanno impedito di vedere in simili sistemi la vera soluzione del problema.

Anche alcuni tentativi fatti con autobus ad accumulatori, hanno sortito scarsi risultati, per la imperfezione del tipo di vettura, per la adozione in costruzione di concetti automobilistici più che proprio tramviari come necessario, per l'insufficiente studio dei tracciati delle linee ed insomma per la scarsa simpatia con la quale sono stati seguiti dal pubblico.

Soltanto nel nostro servizio di Roma da ormai un anno e mezzo è stato introdotto in circolazione un tipo di vettura autobus elettrico ad accumulatori (autoelettrica) di costruzione interamente italiana che segna un vero progresso in questo senso.

La vettura è con carrozzeria molto ampia e capace di quaranta posti normali (abbiamo in ore di affollamento trasportato sino ad 80 passeggeri per vettura) munita di una vasta piattaforma centrale e di un'ampia porta per il rapido ricambio dei passeggeri, e montate su pneumatici o semi-pneumatici ed offre grandi comodità e souplessi di marcia.

La Casa costruttrice ha ora in fabbricazione tipi ancora più perfezionati.

Orbene a Roma con simile servizio si trasportano annualmente circa sette milioni e mezzo di passeggeri con una percorrenza di poco meno di un milione di vetture-chilometro (che nel prossimo anno aumenterà notevolmente) e cioè all'incirca otto passeggeri per chilometro. Se consideriamo che la tratta media percorsa dai passeggeri è di due chilometri (le linee a Roma sono molto lunghe) si hanno i sedici posti occupati in media cui accenna l'Ing. Belloni.

Il servizio ha dunque (elemento questo importantissimo) incontrato il favore del pubblico come quello tramviario, col vantaggio di aver permesso di servire con comodi e rapidi mezzi anche quartieri con strade strette e tortuose come quelle del centro di Roma e del vecchio Trastevere, dove era impossibile qualunque tentativo di impianto tramviario, ed è quindi destinato ad alleggerire la congestione tramviaria nelle strade centrali riconducendo la tramvia alla sua vera funzione di percorrere velocemente strade larghe e sgombre.

Un servizio simile sarebbe ancora più adatto a Milano dove le strade centrali sono tutte perfettamente piane (la pendenza è la peggiore nemica della trazione elettrica ad accumulatori, tanto che costringe a Roma ad esercire alcune linee con vetture a benzina) e potrebbe permettere di fare gradualmente scomparire le tramvie armate dalla zona interna al Naviglio contribuendo in modo molto efficace al decongestionamento del centro pur lasciando al pubblico un opportuno mezzo di trasporto di tipo tramviario.

Il vantaggio poi di poter caricare le batterie di accumulatori nelle ore notturne utilizzando così i cascami di energia, oltre ad avere importanza per i suoi riflessi sulla economia generale della industria elettrica, riduce notevolmente la spesa di esercizio facendo scendere la quota relativa all'energia alla metà circa delle lire 1,50 a chilometro di cui parla l'Ing. Belloni, compreso naturalmente la manutenzione delle batterie e della centrale di conversione che potrebbe brillantemente essere munita di convertitori a mercurio. Questo fattore economico ha importanza non trascurabile neppure per una città ricca come Milano. Dovrebbe invece aumentarsi alquanto la quota relativa alle gomme ed alle spese generali.

Concludendo, nel formulare un programma generale di sistemazione dei servizi di trasporto a Milano, sarebbe errore trascurare l'autoelettrica anche in considerazione che un simile sistema abolisce completamente la spesa di impianto e di manutenzione della sede stradale, non solo, ma consente in modo facile e senza alcuna spesa, in qualsiasi occasione spostamenti e ritocchi per seguire le mutate esigenze del pubblico che in questa materia è assolutamente sovrano.

Ing. MARIO GUASTALLA.

Direttore del Servizio autobus pubblici di Roma

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA uniformemente alla fascetta vecchia.

:: SUNTI E SOMMARI ::

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI

W. B. KOUWENHOVEN — **L'elettrometro a quadranti.**
(J. A. I. E. E., settembre 1925, pag. 973).

L'A. discute la teoria dell'istrumento dal punto di vista delle misure di potenza e ne riduce a più semplice forma l'equazione generale. Come è noto la relazione fondamentale di Maxwell è la seguente:

$$(1) \quad D\theta = (P_1 - P_2) \left(N - \frac{P_1 + P_2}{2} \right)$$

in cui N = tensione dell'ago; P_1 e P_2 = tensioni delle due paia di quadranti; θ = angolo di derivazione; D = costante.

Ma D anziché essere costante varia per due ragioni. La prima è perché la forza direttrice varia quando l'ago si sposta. La seconda dipende dal fatto che esistono differenze nella tensione di contatto fra l'ago, i quadranti e la cassa, e l'apparecchio è sensibilissimo a piccole differenze di potenziale. In conseguenza l'equazione fondamentale va modificata nel modo seguente:

$$(2) \quad \theta \{ 1 + R(V_0 - V_1)(V_0 - V_2) + S(V_1^2 - V_2^2) \} = a_0 V_0^2 + a_1 V_1^2 + a_2 V_2^2 + b_1 V_0 V_1 + b_2 V_0 V_2 + c_1 V_1 + c_2 V_2 + c_0 V_0$$

nella quale V_0 , V_1 , V_2 sono le tensioni esterne applicate all'ago e alle due paia di quadranti, e R , S , a_0 , a_1 , a_2 , b_1 , b_2 , c_0 , c_1 , c_2 , sono costanti da determinarsi sperimentalmente.

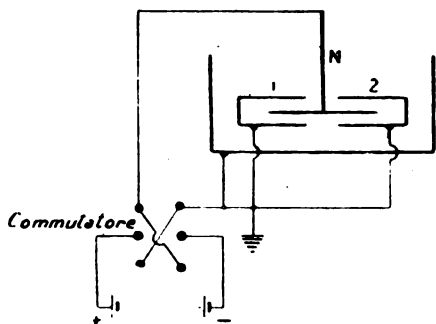


Fig. 1.

Esaminando la (2) si può riconoscere che vi sono nell'elettrometro due forze di contrasto alla torsione prodotta dalle tensioni applicate; una meccanica dovuta alla molla, e una elettrostatica dipendente principalmente da mancanza di simmetria nell'apparecchio. Questa seconda forza può essere resa dello stesso senso di quella della molla, o essere ridotta a zero, o essere tale da neutralizzare l'effetto della molla.

Nelle misure di potenza questa azione di contrasto elettrostatica si cerca di renderla la più piccola possibile.

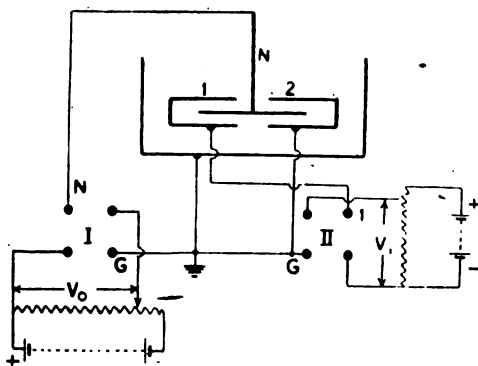


Fig. 2.

Livellato esattamente l'istrumento e disposto l'ago ben centrato rispetto ai quadranti (come può facilmente verificarsi facendo uso di tensioni continue) si mette a punto l'apparecchio in modo che lo zero meccanico ed elettrico coincidano. Realizzato lo schema di figura 1, si regolano le viti di livello finché la posizione dello zero rimane la

stessa sia con l'ago in tensione che no. Fatto questo, il termine $a_0 V_0^2$ della (2) resta eliminato.

Per determinare le altre costanti si fa uso dello schema di fig. 2, con correnti continue. In esso V_0 è zero e V_1 è una tensione piccola rispetto a quella V_0 . Manovrando i due commutatori I e II si possono fare quattro letture; ripetendole con tensioni diverse si può arrivare ad ottenere un numero di equazioni sufficiente alla determinazione delle costanti. L'A. dimostra come si possa in tal modo ottenere l'equazione generale sotto la seguente forma:

$$(3) \quad \theta \{ 1 + R(V_0 - V_1)(V_0 - V_2) + S(V_1^2 - V_2^2) \} = -\frac{b_1}{2} V_1^2 + \frac{b_1}{2} V_2^2 + b_1 V_0 V_1 - b_1 V_0 V_2 + c_0 V_0 + c_1 V_1 + c_2 V_2.$$

Quando l'elettrometro è usato per misure di potenza in circuiti a corrente alternata, basta tener conto delle costanti R e b_1 , perché le altre possono essere ridotte a zero o a valori trascurabili.

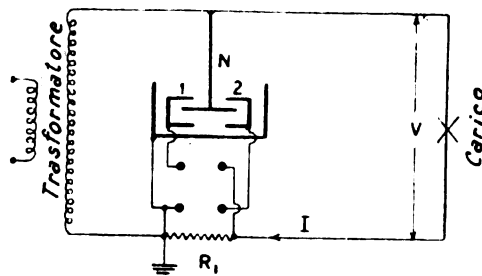


Fig. 3.

Per la misura della potenza in circuiti a corrente alternata, può essere usato lo schema di figura 3 in cui l'ago riceve l'intera tensione alternata. L'elettrometro tiene conto non del valore massimo della tensione ma dell'integrale di essa, e perciò nella (3) vanno a zero i termini in c_0 , c_1 , c_2 nei quali entra la prima potenza della tensione; inoltre siccome V_1 e V_2 sono piccoli rispetto a V_0 si può trascurare il termine in S . Tenendo conto che V_0 , V_1 , V_2 , sono valori istantanei, manovrando il commutatore si possono avere i seguenti valori:

$$V_0 = v + i R_1; V_2 = i R_1 \text{ oppure } V_0 = 0; V_1 = 0 \text{ oppure } V_1 = i R_1.$$

Considerando i valori integrali per un intero periodo dei termini della equazione così ridotta, e facendo la somma delle due letture β ed α nelle due posizioni del commutatore, l'A. dimostra che si arriva alla relazione seguente:

$$(4) \quad \frac{(1 + R V^2)(\beta - \alpha)}{2 b_1 R_1} = I V \cos \varphi + \frac{I^2 R_1}{2}$$

dalla quale si vede che l'elettrometro a quadranti, con l'intera tensione applicata all'ago, misura la potenza nel circuito, più la metà della perdita nella resistenza R_1 .

L'equazione vale per qualunque valore del fattore di potenza; le sole costanti necessarie sono R_1 e b_1 che possono essere determinate come si è detto, facendo uso dello schema di figura 2.

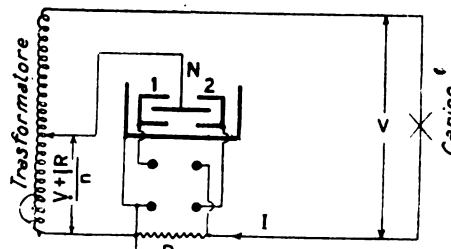


Fig. 4.

L'elettrometro può essere usato per misurare la potenza anche con lo schema di figura 4 nella quale l'ago riceve una tensione ridotta ed eguale in valore istantaneo a $\frac{v + i R_1}{n}$ in cui n è il valore per il quale la tensione dell'ago deve essere moltiplicata per avere quella totale del circuito. Con procedimento analogo a quello precedente, si arriva a:

$$(5) \quad \frac{\{ 1 + R \left(\frac{V}{n} \right)^2 \}}{2 b_1} \cdot \frac{n}{R_1} \theta = I V \cos \varphi + \frac{2 - n}{2} I^2 R_1.$$

L'A. riporta molti risultati di esperienze di controllo eseguite per verificare l'esattezza delle equazioni (4) e (5) e che dimostrano come esse siano vevoli con qualsiasi valore del fattore di potenza in ritardo o in anticipo.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

L. W. AUSTIN — **Su un nuovo fenomeno nei rilevamenti radiogoniometrici precedenti il tramonto.**
(Proc. Inst. Radio Eng., Vol. XIII, N. 4, agosto 1925, pag. 409).

L'A. si riferisce ad una sua precedente breve pubblicazione ⁽¹⁾ nella quale, segnalando le caratteristiche più notevoli delle deviazioni osservabili in radiogoniometria, invitava gli studiosi dell'argomento a voler procedere a prove sistematiche più esaurienti. Egli aveva già osservato che il rilevamento radiogoniometrico delle Stazioni ad onda lunga, New-Brunswick e Tuckerton, che è circa per N. E. rispetto a Washington, dove l'A. ha operato, subisce uno spostamento verso E due o tre ore prima il tramonto del sole. Tale deviazione aumenta man mano che ci si avvicina al tramonto stesso, finché, un'ora avanti quest'ultimo passa per un massimo dai 10° ai 15°; indi ridiminuisce per poi tradursi in un deciso spostamento verso N. Secondo l'A. ciò che in questo fenomeno è notevole è la sua uniformità, ripetendosi esso giorno per giorno pressochè integralmente; uniformità la quale d'altronde sembrerebbe caratterizzare solo i rilevamenti di Stazioni le cui distanze dal posto di osservazione, sono comprese fra 100 e 300 km. Il fenomeno però non avrebbe affatto carattere di generalità nel senso che il comportamento di stazioni aventi azimut diverso, risulterebbe in aperta antitesi con esso. Infatti, secondo le ricerche dell'Englund eseguite a Cliffwood (New-Jersey) e comunicate all'A., la stazione di Annapolis situata a S. W. a circa 270 km., fornisce una deviazione, prima verso l'W. e successivamente verso l'E: deviazione quindi la cui legge nel tempo si svolgerebbe in modo completamente opposto a quella relativa alle Stazioni situate a N. E. di Washington.

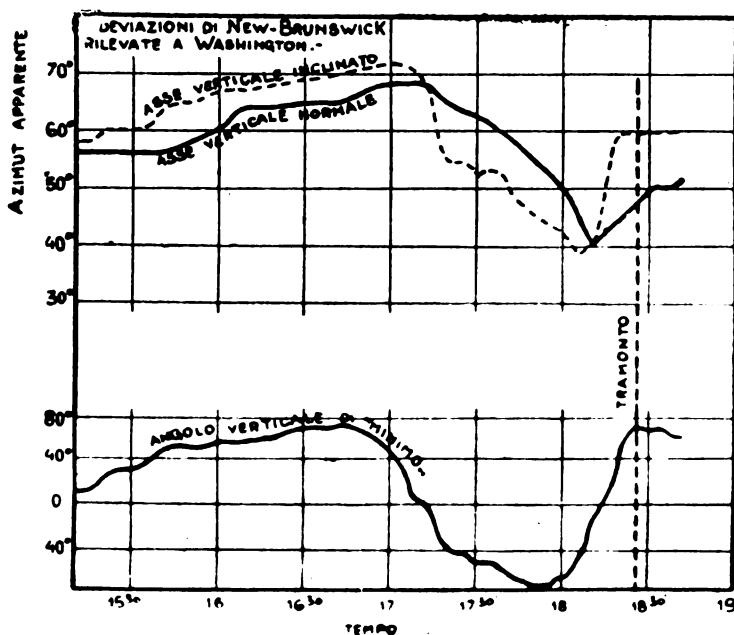


Fig. 1.

Ora, ammettendo la teoria di Eckersley, è noto che le deviazioni radiogoniometriche possono interpretarsi come dovute all'esistenza di un'onda elettromagnetica riflessa dallo strato di Kennelly-Heaviside; onda, il cui campo magnetico anzichè risultare parallelo alla superficie della terra, presenterebbe una componente verticale la quale originerebbe quindi, nelle parti orizzontali del radiogoniometro, una certa f. e. m. Ne segue, che per ottenere una posizione di zero, o comunque di minimo, occorre spostare il radiogoniometro in modo diverso da quello che corrisponderebbe alla reale direzione della Stazione di emissione. D'altra parte, se si suppone che lo strato di Kennelly-Heaviside sia orizzontale, si possono evitare le deviazioni ed i conseguenti errori, dando al radiogoniometro la possibilità di ruotare anche intorno ad un asse orizzontale ⁽²⁾. Disposto questo asse in direzione normale al rilevamento vero, ossia alla congiungente fra le due stazioni, si può inclinare più o meno il telaio ricercando così la posizione di zero (o di minimo). In tale posizione il piano del radiogoniometro deve essere normale alla direzione di propagazione dell'onda riflessa, e si intuisce come, dalla lettura dell'angolo (verticale) di cui è stato ruotato, dovrebbe potersi arguire l'altezza dello strato di Kennelly-Heaviside. Procedendo appunto in questi esperimenti, l'A. ha osservato un fenomeno nuovo, il quale mostrerebbe la stessa regolarità di successione nel tempo, che presentano le de-

viazioni al tramonto, testè ricordate. Egli ha cioè trovato che l'angolo verticale cui corrisponde il « minimo », osservato nel modo descritto, varia anch'esso con la variazione delle deviazioni durante il periodo antecedente al tramonto. Più precisamente: con l'aumentare della deviazione nel piano orizzontale anche l'angolo verticale di « minimo » aumenta; come la prima si avvicina al massimo, anche il secondo si avvicina ad un massimo raggiungendolo per posizioni comprese fra i 50° e gli 80°; indi ridiminuisce, passa per lo zero ed infine si inverte di segno così come la deviazione nel piano orizzontale ridiminuisce, passa per lo zero e si inverte.

La fig. 1 riassume una serie di osservazioni: osservazioni dalle quali l'A. è condotto a concludere che il fenomeno è molto probabilmente connesso con la disionizzazione che deve verificarsi nell'atmosfera quando il sole cade sempre più verso il tramonto.

All'A. sembra inoltre probabile che analoghe deviazioni dovrebbero verificarsi anche al levar del sole; pertanto nessuno studio sperimentale è stato iniziato in tal senso. V. Go.

TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

R. G. MC. CURDY — **Fenomeni di induzione causati da circuiti di illuminazione stradale su circuiti telefonici.** (J. A. I. E. E., ottobre 1925, pag. 1088).

L'A. studia i disturbi causati nelle trasmissioni telefoniche, dai circuiti di illuminazione stradale, disturbi specialmente frequenti nelle città. A questo proposito distingue tre tipi di circuiti di illuminazione: lampade ad arco a corrente alternata, lampade ad arco a corrente continua servite da raddrizzatori a mercurio e lampade a incandescenza a corrente alternata.

Nel caso degli archi a corrente alternata, l'onda di tensione è notoriamente assai alterata contenendo due cuspidi in ogni semionda, immediatamente prima e dopo del passaggio della corrente per lo zero. L'onda di tensione contiene una lunga serie di armoniche dispari. Ogni lampada contribuisce alla distorsione dell'onda; se esse sono disposte uniformemente, la tensione delle armoniche verso terra sarà eguale ed opposta ai morsetti del regolatore di corrente e sarà nulla a metà del circuito.

Se le linee telefoniche sono esposte all'induzione di un solo conduttore luce in vicinanza al regolatore, i disturbi saranno gravi, mentre saranno lievi se agisce un tratto mediano del conduttore. Se sono presenti entrambi i conduttori luce, è generalmente possibile ridurre i disturbi operando delle trasposizioni nelle due linee. Un rimedio efficace è quello di isolare il tratto di linea esposta con trasformatori in serie, nel qual caso le armoniche in quel tratto si riducono a quelle dovute soltanto alle lampade inserite sul secondario dei trasformatori. Col dispositivo a filo aperto è generalmente difficile ridurre i disturbi a proporzioni tollerabili, coi distanziamenti possibili nelle vie di una città.

Nel caso degli archi a corrente continua serviti da raddrizzatori a mercurio, la distorsione dell'onda è dovuta specialmente alle caratteristiche del raddrizzatore stesso. Valgono in generale le considerazioni sopra esposte, salvo che naturalmente non si può far uso di trasformatori in serie.

Nelle installazioni di lampade a incandescenza a corrente alternata disposte in serie, il regolatore a corrente costante presenta una forte impedenza alle armoniche contenute nella tensione di alimentazione; ne viene che la forma d'onda di tensione nel circuito delle lampade è migliore di quella d'alimentazione perchè la distorsione d'onda prodotta dalle lampade stesse è trascurabile. Generalmente i disturbi derivanti alle linee telefoniche non sono gravi.

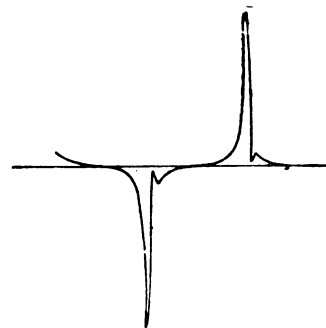


Fig. 1.

Le lampade a incandescenza possono anche essere inserite ciascuna per mezzo di un piccolo trasformatore in serie. In questo caso una notevole distorsione d'onda si verifica soltanto quando resta aperto il secondario del trasformatore per la rottura del filamento della lampada. Nell'onda, rappresentata dalla figura 1 e corrispondente alla tensione nel primario di un trasformatore a secondario aperto si è riconosciuta l'esistenza ancora della 35ª armonica; agli estremi del circuito mentre con tutte le lampade inserite si avevano 1380 V per la prima armonica e tutte quelle oltre la 11 davano meno di 0,5 V, con una sola lampada fuori servizio si avevano ancora 7 V colla 43ª armonica.

⁽¹⁾ L. W. AUSTIN. — A suggestion for experiments on apparent radio direction variations. Proc. Inst. Radio Eng., Vol. XIII, N. 1, febbraio 1925, pag. 3.

⁽²⁾ L'Elettrotecnica, 1923 vol X, pag. 461 e Boll. R. T., Vol. II, N. 23, pag. 344.

L'A. per mettere in evidenza l'effetto della posizione della lampada che va fuori servizio, considera un trasformatore a secondario aperto come un generatore di eguale tensione ed eguale forma d'onda della caduta di tensione complessa che si verifica nel primario del trasformatore con secondario aperto, per la corrente normale di linea; il circuito può essere rappresentato come in figura 2 dove C_1 ,

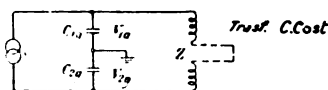


Fig. 2.

e C_2 rappresentano le capacità verso terra dei due tratti del circuito fra il trasformatore considerato e il regolatore a corrente costante. Si può facilmente dimostrare che, se il circuito di illuminazione è uniforme, le tensioni verso terra V_1 e V_2 dei due tratti del circuito sono inversamente proporzionali alle lunghezze dei tratti stessi.

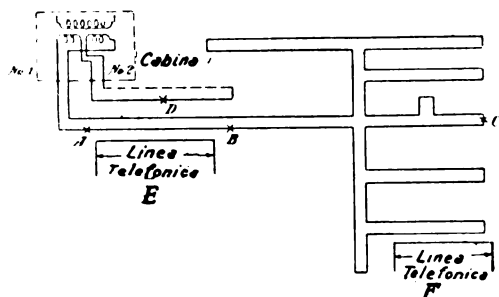


Fig. 3.

Considerando ora il circuito di figura 3, nel quale due tratti E ed F di linea telefonica sono esposti alla influenza di una linea d'illuminazione, è facile vedere che la rottura di una lampada nella posizione D produrrebbe disturbi leggeri. Se si rompe una lampada in A , le tensioni delle armoniche nelle regioni E ed F saranno piccole e piccoli quindi i disturbi. La rottura di una lampada B produrrebbe forti disturbi in E e leggeri in F . Per la rottura di una lampada C , i due fili avrebbero armoniche eguali ed opposte e gli effetti perturbanti sarebbero gravi specialmente per il tratto F .

In queste condizioni è chiaro che non si può arrivare a buone condizioni di funzionamento sicuro nella linea telefonica con una semplice disposizione simmetrica delle lampade, dipendendo le perturbazioni dalla località dove si verifica un guasto. Meglio vi si arriva facendo in modo che il tratto di circuito d'illuminazione influenzante la linea telefonica faccia parte del circuito secondario di trasformatori in serie alimentanti un numero limitato di trasformatoretti di lampade singole.

Per facilitare la manutenzione di questi circuiti di illuminazione e ridurre le perturbazioni l'A. descrive un indicatore di lampade fuori uso, il quale consiste in un filtro elettrico con un milliamperometro connessi al secondario di un trasformatore derivato fra gli estremi del circuito. Il filtro arresta l'onda fondamentale e permette il passaggio delle armoniche quando esse si generano per la rottura di una lampada.

Alcune Compagnie distributrici hanno anche in uso di cambiare le lampade prima della loro durata normale: esse sono poi sottoposte alla misura fotometrica e se segnano diminuzione di intensità luminosa in grado notevole vengono distrutte. Si previene così la loro rottura durante il servizio.

La soluzione fondamentale sarebbe data da apparecchi che shuntassero automaticamente i trasformatoretti rimasti col secondario aperto.

R. S. N.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

L. M. APPLGATE e W. BRENTON — **Aspetti tecnici ed economici dei sistemi di distribuzione per territori a consumo crescente.** (J. A. I. E. E., settembre 1925, pag. 937).

Gli AA. rendono conto di studi compiuti dalla Portland Elec. Power Co. circa il sistema di distribuzione più opportuno da usare nelle zone servite da tale Società e che si presentano a consumo rapidamente crescente.

La prima cosa a farsi è quella di studiare la legge di progressivo aumento di carico, desumendola dall'esperienza degli anni passati; si ottengono curve di forma caratteristica secondo le condizioni locali della popolazione e delle sue occupazioni.

Con questo sistema la Società riconobbe che la capacità di carico dei feeder esistenti a 2300 V sarebbe stata superata nell'inverno 1926-27. Per sopperire all'aumento di carico nei prossimi dieci anni, si presentavano alcuni metodi possibili: posa di nuovi feeder con i necessari apparecchi alle cabine, ecc.; aumentare la capacità dei

feeders esistenti con opportuni dispositivi e lavori; aumentare la tensione a 4000 volt col sistema a quattro fili.

I preventivi dimostrarono che alla fine del decennio il capitale totale investito, posto 100 quello attuale, sarebbe stato di 159-161-131 rispettivamente coi tre sistemi; analogamente il costo di esercizio nel 1925 sarebbe risultato rispettivamente di 165-166-122, ponendo 100 quello attuale. Apparve quindi chiara la superiorità, sotto questo punto di vista, del sistema a quattro fili.

Infatti con esso si possono utilizzare le installazioni esistenti a 2300 volt. Occorre soltanto tendere il quarto filo, installare un terzo regolatore, connettere i trasformatori principali a stella sul secondario e riconnettere i trasformatori di distribuzione invece che tra i fili di fase fra essi e il neutro.

Col portare a 4000 volt la tensione, la potenza trasmissibile aumenta del 73% mentre la caduta di tensione si riduce al 57% di quella che si verifica con 2300 volt. Anche quelle reti che pur non avendo raggiunto la loro massima capacità di trasporto d'energia, sono limitate dall'eccessiva caduta di tensione, possono colla trasformazione a quattro fili, triplicare la loro capacità senza aumentare la caduta di tensione, oppure ridurre a un terzo la caduta di tensione mantenendo lo stesso carico.

L'unico appunto da farsi al sistema a quattro fili è l'aumento di rischio per il personale di linea, ma la pratica ha dimostrato infondato tale timore.

Le operazioni per passare da un sistema di esercizio all'altro sono rese anche più agevoli se nella centrale si installa un sistema di sbarre a 4000 volt oltre a quella a 2300 volt, durante il tempo del passaggio da un servizio all'altro. In tal modo i diversi feeder possono essere inseriti uno alla volta nel nuovo sistema.

Nel caso particolare considerato dagli A. si conta di effettuare le connessioni dei trasformatori di linea in due o tre ore mattutine della domenica. Un terzo delle connessioni può essere effettuato prima dell'inserzione; il quarto filo, messo a terra in diversi punti, sarà prima inserito in parallelo al filo di una fase A , il quale sarà perciò messo a terra. Allora tutti i trasformatori fra le fasi A e C possono essere passati al quarto filo senza interruzioni. Alla fine sarà tolta la connessione fra il filo A e il neutro e questo sarà connesso al centro della stella. Contemporaneamente gli operai opportunamente distribuiti lungo la linea compiranno le operazioni accessorie inerenti. Si ritiene che l'interruzione del servizio sarà brevissima.

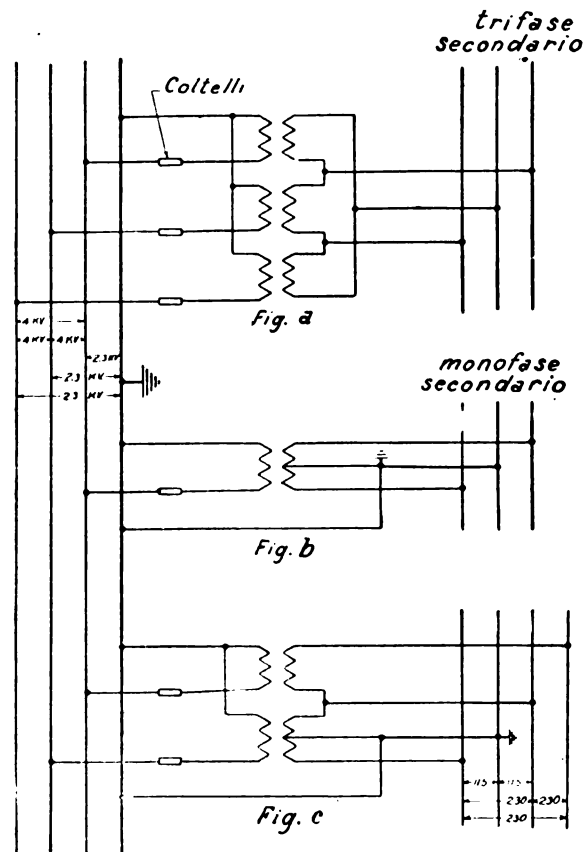


Fig. 1.

Per i motori trifasi serviti dalla rete, la Società stessa provvederà a installare degli autotrasformatori 4000/2300 V.

La fig. 1 rappresenta lo schema usato. Come si vede in fig. 1 B il neutro è comune per il primario e per il secondario dei trasformatori di distribuzione. I trasformatori sono connessi al neutro in modo permanente. Quando un trasformatore serva per luce e forza si fa uso della connessione indicata in fig. 1 C .

Anche gli aspetti economici della installazione furono accuratamente studiati e gli AA. riportano qualche formula e qualche diagramma circa la determinazione delle sezioni più convenienti e dei costi di esercizio.

R. S. N.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

A. LORENZ --- **Nuovi locomotori per treni diretti delle Ferrovie Austriache.** (E. T. Z., 12 marzo 1925, pag. 374).

Le ferrovie austriache hanno ordinato recentemente 4 locomotori per treni diretti nei quali la caratteristica principale è costituita dai motori ad asse verticale.

Il capitolato di fornitura prescriveva: il rimorchio di un treno di almeno 500 ton. su pendenza costante del $10 \div 12$ per mille alla velocità di 40 km-ora ed il rimorchio di un treno di almeno 300 ton. su un percorso di circa 80 km. con pendenza media del 22,7 per mille alla velocità media di 45 km-ora.

I locomotori sono a 4 assi motori indipendenti. Per facilitare l'iscrizione nelle curve, a ciascuna estremità è stato disposto un asse di guida che forma carrello coll'asse motore adiacente. I due assi centrali hanno un gioco laterale di 32 mm. ed i bordini di 10 mm. più stretti; ciò per diminuire gli urti laterali ed evitare attriti troppo forti nelle curve. La costruzione è perfettamente simmetrica con trasformatore al centro.

Le caratteristiche principali dei locomotori sono le seguenti:

Rodiggio	1-AAAA-1
Lunghezza totale	m. 14,—
Distanza fra i perni dei carrelli	» 8,80
Diametro delle ruote motrici	» 1,35
Diametro delle ruote portanti	» 1,034
Peso totale	tonn. 91,60
» per asse motore	» 15,50
» per asse portante	» 14,80
Velocità massima	km-ora 85,—
Potenza continua	kW 1120
» oraria	» 1460
Sforzo di trazione continuo	kg. 6050 a 63 km-ora
» » » orario	» 9000 » 54 » »
» » » massimo	» 16900

I motori sono disposti cogli assi verticali e coi collettori in alto; la trasmissione del movimento avviene a mezzo di ingranaggi conici. Con questa disposizione i motori riescono facilmente accessibili da ogni lato. La fig. 2 rappresenta una sezione trasversale del locomotore.

L'albero del motore col pignone conico è portato da un supporto superiore; la trasmissione ad ingranaggi dà al locomotore una grande stabilità anche alle maggiori velocità.

Questo tamburo dev'essere infilato sull'asse prima delle ruote ma può essere levato verso il basso assieme all'asse montato. L'insieme

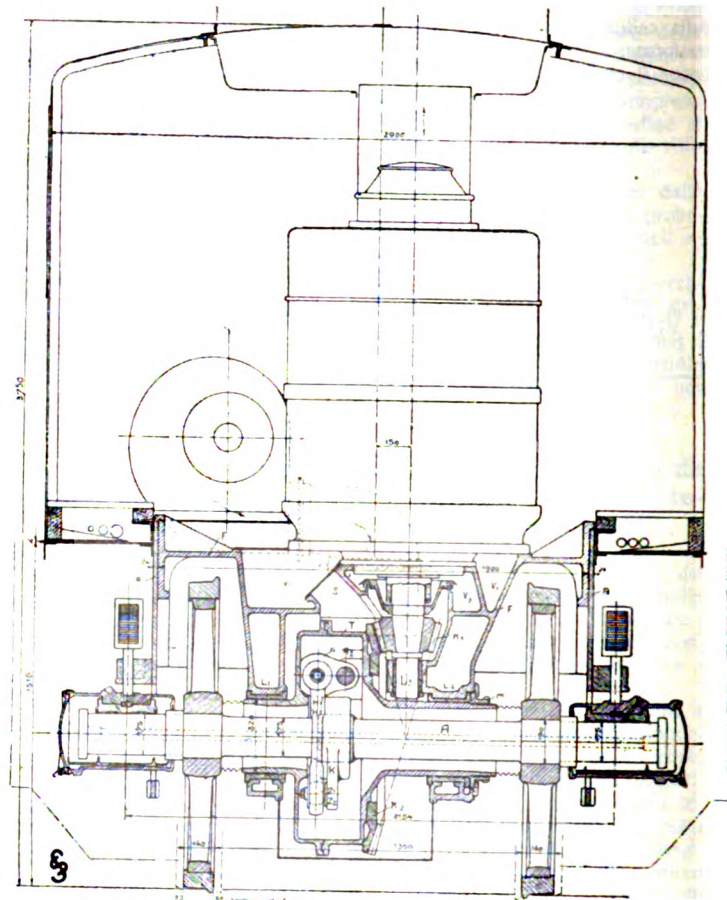


Fig. 2.

è sostenuto da una incastellatura *F* di acciaio fuso, fissata all'intelaiatura *R*.

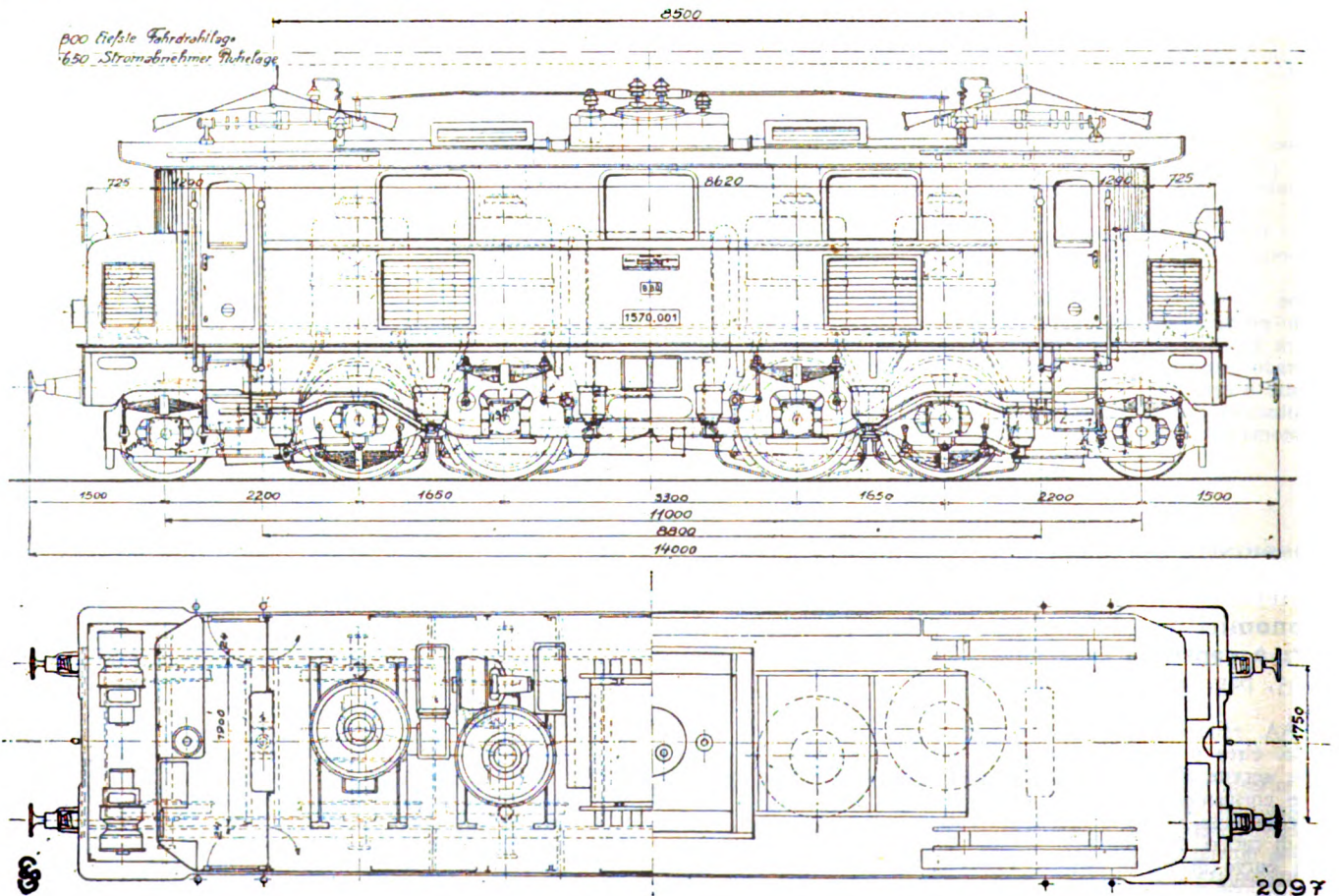


Fig. 1.

Il pignone K_1 ingrana colla ruota dentata K_2 fissata ad un tamburo T il quale ha due collari L_1 ed L_2 che fungono da albero cavo.

L'albero cavo trasmette il movimento all'asse motore a mezzo di un giunto elastico speciale (fig. 3) formato di due bielle H_1 ed H_2 .

fissate da un lato ai due bottoni Z_1 e Z_2 delle manovelle K dell'asse A e dall'altro ai bracci A_1 e A_2 di un albero W disposto nell'interno del tamburo T . Tutte le articolazioni sono montate con giunti sferici. Il tamburo T e la ruota dentata K_2 sono racchiusi in un carter di lamiera nel quale si raccoglie l'olio di lubrificazione.

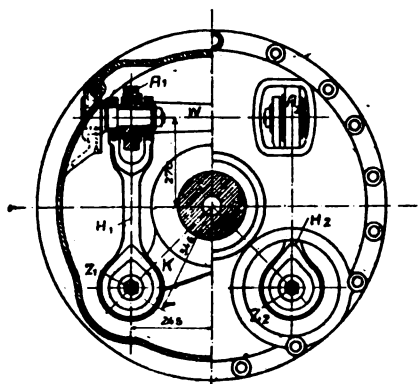


Fig. 3.

I supporti L_1 ed L_2 dell'albero cavo ed il supporto L_3 del pignone sono lubrificati a mezzo di due pompe che aspirano l'olio dal carter. Un altro serbatoio d'olio V è ricavato nell'incastellatura per raccogliere l'olio di lubrificazione del supporto superiore.

I motori sono predisposti per ventilazione forzata e l'incastellatura F è disegnata in modo che i ventilatori soffiino l'aria dal basso e la spingono a uscire dal tetto del locomotore.

Una spia S permette la facile ispezione degli ingranaggi. Fra l'indotto dei motori e l'albero è interposto un giunto elastico, non visibile nella figura. Locomotori di tipo analogo, a tre assi motori, sono in prova presso la compagnia du Midi. (g. a. r.).

:: :: CRONACA :: ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Un apparecchio indicatore della simmetria nei circuiti trifasi è descritto nella E. T. Z. del 18 giugno 1925. L'apparecchio detto «asimmetro» consta essenzialmente di tre elementi mobili collegati alle tre fasi del sistema. Il movimento di ciascuno di questi tre elementi viene trasmesso ad un disco centrale mediante piccoli fili metallici i cui attacchi sono distribuiti in modo simmetrico sulla periferia del disco. Se il sistema è equilibrato, le forze che si esercitano sugli elementi mobili sono eguali e quindi il disco non subisce alcun spostamento. In caso contrario il disco subirà uno spostamento il quale, letto su una scala a coordinate polari, dà la misura della dissimmetria. L'apparecchio può servire per l'indicazione della simmetria delle correnti oppure delle tensioni, secondo le modalità di costruzione e di inserzione degli avvolgimenti degli elementi mobili.

CONDUTTURE.

Un apparecchio per la verifica degli isolatori in linea è descritto nell'«Elec. World» dell'8 agosto 1925. Esso si compone di un'asta lunga 3 metri circa portante ad una estremità un pezzo metallico di forma tale che permette di mettere in corto circuito un isolatore o un elemento di esso. Sulla stessa asta è montato l'apparecchio di misura, che comprende un circuito amplificatore, e che è alimentato attraverso due circuiti collegati induttivamente, il primario dei quali, collegato alla punta dell'asta, è isolato con tubo in micante provato a 450.000 V. L'istrumento indicatore è un wattmetro. L'apparecchio adottato da parecchie Compagnie americane, permette di misurare la differenza di potenziale fra la terra e un punto qualunque di una catena di isolatori e serve perciò a sorvegliare il progressivo deterioramento degli elementi; può anche servire come voltmetro ad alta tensione per il controllo di una linea in servizio.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Sulla produzione diretta dell'acciaio dal minerale di ferro per mezzo del forno elettrico sono state eseguite lunghe esperienze a Stoccolma. Venne a questo scopo impiegato un forno da 30 kW e si riconobbe la possibilità di ottenere una produzione continua di acciaio riducendo contemporaneamente la percentuale di fosforo e di zolfo presente nel minerale e nel carbone. Le esperienze furono riprese alle acciaierie di Hagfors su scala industriale con forni da 250 a 300 kW con risultati soddisfacenti.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Per la registrazione della illuminazione naturale durante le ore del giorno, l'Ufficio d'Igiene Industriale negli Stati Uniti fa uso di

una cellula fotoelettrica. Essa è costituita da una ampolla cilindrica in vetro di 50 mm. di diametro e 140 mm. di lunghezza; l'elettrodo negativo consiste in una pellicola d'alluminio depositata sulla parete interna dell'ampolla; l'elettrodo negativo è un nastro di platino disposto lungo l'asse dell'ampolla stessa. La materia sensibile è ottenuta scalando ossido di bario previamente fatto depositare sul platino. La sensibilità della cellula è alquanto diversa da quella dell'occhio ed occorre perciò una correzione ottenuta con un filtro di luce costituito da un vetro giallo-bruno. Un potenziometro in serie colla cellula permette una registrazione continua.

IMPIANTI.

Esperienze sulle dighe ad arco in grande scala sono progettate in California. Verrà costruita a scopo di esperimento una diga sullo Stevenson Creek affluente del fiume San Joaquin, in una stretta gola in rocce granitiche sane. L'altezza della diga sarà di 20 m. ma verrà in seguito aumentata a 33 m.: la pianta sarà ad arco di 33 m. di raggio: spessore 60 cm. in sommità e 250 cm. alla base: lunghezza in sommità 40 m. Durante la costruzione, saranno infissi nel corpo della muratura dei termometri elettrici e dei rivelatori di sollecitazioni meccaniche del tipo a resistenza di carbone. In un primo tempo saranno eseguiti accuratissimi rilievi di dimensioni, forma, temperature, sollecitazioni interne della diga scarica. Successivamente la diga sarà messa in carico facendo crescere il livello dell'acqua di 3 in 3 metri e ripetendo ogni volta la serie dei rilievi; scaricando la diga nello stesso modo si ripeteranno le misure. Questo programma di prove sarà ripetuto ogni mese per un anno per ottenere dati in diverse condizioni di temperatura e di stagione. Accurate misure saranno fatte anche sulle deformazioni della diga scarica per soli effetti di temperature. Molte altre serie di prove sono in programma.

MATERIALI.

Una lega metallica di alta permeabilità magnetica detta permalloy è stata con successo adottata per la costruzione dell'armatura di cavi telegrafici. La permalloy è costituita del 78,5 % di nichel e 21,5 % di ferro ed ha una permeabilità venti volte superiore a quella dei fili di ferro dolce spesso usati per l'armatura dei cavi sottomarini telegrafici. Venne adottata per il cavo da New York alle Azzorre, lungo 3700 km. nel quale si potrà così raggiungere una velocità di trasmissione di 1920 lettere al minuto. La permalloy è avvolta sotto forma di nastro di 3,2 mm. di larghezza e 0,14 mm. di spessore sull'anima in rame del cavo; ne risulta una induttanza di 54 millihenry per chilometro di cavo.

*

Per la fusione del quarzo è descritto un nuovo metodo nella Zeits des Ver. Deut. Ing. del 27 giugno 1925. Il quarzo viene fuso in un forno elettrico del tipo a resistenza nel quale la resistenza è costituita dal crogiuolo stesso. Questo è costruito in carburo di silicio, e si è riconosciuto che il crogiuolo non agisce affatto chimicamente sul quarzo in fusione. Per evitare le bolle d'aria, la fusione avviene nel vuoto; l'ultimo stadio della lavorazione avviene invece sotto una pressione di 25 atmosfere. Temperatura raggiunta oltre 2000°; capacità di un forno 500 grammi di quarzo; consumo di energia 50 kWh per 1 kg di prodotto.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Un oscillografo senza inerzia è stato costruito utilizzando la polarizzazione rotatoria magnetica del solfuro di carbonio. Secondo la descrizione pubblicata dalla Rev. Gen. de l'Elec. del 16 maggio 1925, un raggio luminoso attraversa una lente, un Nicol polarizzatore, un compensatore di polarizzazione rotatoria, e un Nicol analizzatore. Il compensatore è costituito da due prismi triangolari di quarzo (destro e sinistro) incollati in modo da ottenere una lastra di spessore uniforme il cui potere rotatorio è nullo nella parte di mezzo. Fra il polarizzatore e il compensatore è inserito il recipiente a solfuro di carbonio, costituito da due lastre parallele di vetro circondate da bobine piatte percorse dalla corrente da studiare. Si ottiene con questo dispositivo, mediante una opportuna lente, una immagine del compensatore con una frangia nera al centro; essa si sposta in su e in giù al passare della corrente e può essere registrata su una pellicola sensibile mobile.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Gli incidenti derivati dal fulmine alle installazioni di radiotrasmissioni sono in numero molto scarso. Mettendo in evidenza l'importanza di una esatta conoscenza di tali fenomeni per poterli prevenire, il Prof. Fortescue del City and Guilds Engineering College (Londra) prega tutti coloro che abbiano avuto l'impianto colpito dal fulmine di mandargli le seguenti notizie: 1) data; 2) posizione e dimensioni dell'aereo; 3) la natura e la posizione della connessione di terra; 4) succinta descrizione dei dintorni; 5) se l'aereo fosse direttamente collegato a terra o se fosse inserito un apparecchio ricevente o trasmettente; 6) descrizione dettagliata dell'incidente e dei danni derivati.

STATISTICA.

L'impiego dell'elettricità per uso domestico va grandemente fondendosi a Berlino. Circa il 30 % delle case hanno i servizi elettrificati. Le richieste sono in continuo aumento. Si sta costruendo una nuova centrale da 200.000 kW che brucerà torba. Si prevede che durante il prossimo inverno la produzione di energia sarà insufficiente per le richieste.

NOTE LEGALI

Le acque industriali e l'energia elettrica nei rapporti internazionali

Avv. LUIGI PESCE

Charles Nordman, l'illustre scrittore e scienziato francese nel fascicolo della «Revue des Deux Mondes» del 15 settembre 1925, in un suo articolo intitolato «L'avenir de la houille blanche» scrive:

«Il carbon bianco, come tutte le scoperte realizzate gradatamente, crea dei problemi storici appassionanti, dei problemi economici essenziali e molteplici, dei problemi meccanici e chimici, crea infine dei problemi di una alta importanza sociale, poichè col trasporto dell'energia a domicilio esso è chiamato a rivoluzionare le condizioni stesse normali della vita privata ed anche di certe produzioni industriali».

Aggiungiamo noi che l'energia elettrica, non appena è stato risolto il problema del suo trasporto a grandi distanze, ha sollevato subito la questione dei nuovi e complessi rapporti di diritto internazionale tra Stato e Stato, sia per il passaggio di condutture elettriche dall'uno all'altro, sia per il regime delle acque industriali comuni a due Stati e suscettibili di sfruttamento da parte di tutti e due.

Il problema delle acque industriali si prospetta sull'orizzonte dei rapporti internazionali, nei primi anni del secolo e se per forza di cose nessun precedente di diritto o di fatto poteva servir di base per questo studio anche gli scarsi riferimenti al diritto Romano non poteva certo apportare lumi sicuri alla risoluzione della questione.

Infatti applicando per analogia i principi del diritto Romano che regolano il regime delle acque scorrenti su vari fondi, noi troviamo come il diritto classico sia ben diverso dal diritto nuovo o giustiniano ed in certi punti con questo si contraddica.

Infatti nel diritto classico il proprietario del fondo superiore può deviare l'acqua a suo piacere, farne l'uso che crede, privandone per conseguenza il proprietario del fondo inferiore, che non può lagnarsi dal momento che dispone del proprio diritto e non invade punto l'altro. Nel diritto giustiniano invece, l'interesse agricolo dettò norme meno esclusive portando gravi limiti al diritto di proprietà, dettando norme precise perchè il proprietario del fondo superiore non rechi danni al proprietario del fondo inferiore, per cui, tra l'altro quello non può deviare acque scorrenti sulle sue terre se ciò porta danno a questi. Ed è così che nella compilazione dei primi trattati in materia di acque industriali troviamo appunto contraddizioni tra l'uno e l'altro, derivanti dall'aver adottato i principi del diritto classico o di quello Giustiniano.

A quanto ci risulta, almeno per quanto riguarda l'Italia, la prima volta che il problema delle acque industriali ha fatto materia di possibili intese internazionali è stato nel 1899, quando alcuni industriali chiesero al Governo austriaco di deviare per scopi industriali parte delle acque dell'Adige, che avrebbe poi dovuto riversarsi nel Garda con alterazione del corso del fiume ed aumento di livello del lago, ciò con grave nocumento dei rivieraschi.

La cosa dopo uno scambio di note tra i Governi non ebbe seguito ma l'importanza del problema non sfuggì agli studiosi che da allora cominciarono ad interessarsi alla questione, non prevedendo certo però gli sviluppi immensi che essa avrebbe preso.

La prima convenzione riguardante la utilizzazione industriale dei corsi d'acqua internazionali è quella di Stoccolma del 26 ottobre 1905, tra la Svezia e la Norvegia, allora solo da pochi mesi indipendente. Tale convenzione concerne i laghi ed i corsi d'acqua comuni e nell'articolo primo pone come principio fondamentale che l'uso dell'acqua a scopi industriali è regolato dalla legislazione dello Stato ove le acque stesse si trovano, anche se tale utilizzazione possa influenzare il regime delle acque che si trovano nell'altro Stato; a temperare però il principio assoluto di tale articolo nel secondo è stabilito che «conformemente ai principi del diritto internazionale» non potranno essere seguiti da uno degli Stati lavori tendenti a modificare il regime delle acque nell'altro senza il consenso di tutti e due gli Stati.

Tale convenzione dopo aver affermato il principio di nazionalità assoluta sui corsi d'acqua e sul loro regime (diritto classico) sembra col secondo articolo accettare un presunto principio di diritto internazionale, il quale non consentirebbe di modificare il regime delle acque industriali con nocumento di altro Stato. Tale affermazione però di norma generale è molto dubbia e piuttosto che come una espressione di un vero e proprio principio essa può considerarsi come la tendenza di una dottrina (diritto giustiniano) che propendeva già allora a regolare il regime dei corsi d'acqua industriali in modo da conciliare gli opposti interessi degli Stati interessati.

Seconda in ordine di tempo viene la convenzione di Washington del 21 maggio 1906 tra gli Stati Uniti di America ed il Messico, relativa all'uso delle acque del Rio Grande do Norte nella quale, all'articolo 4, si afferma nel modo più assoluto il diritto dello Stato a monte di disporre nel modo che più gli piace dell'acqua anche se in conseguenza di tale diritto gli abitanti dello Stato a valle mancassero dell'acqua necessario ai loro bisogni. Evidentemente per la interpretazione dello spirito informatore di tale trattato, oltre ai principi generali romanistici, converrà tener conto della diversa potenzialità dei due Stati contraenti e del fatto che con ogni probabilità tale trattato fu imposto dagli Stati Uniti al Messico, al quale, solo per graziosa con-

cessione, si favoriva un certo numero di misure d'acqua, concessione che gli Stati Uniti si riservavano però di togliere da un momento all'altro.

Terza viene la convenzione tra gli Stati Uniti e la Gran Bretagna dell'11 gennaio 1909, concernente l'uso delle acque di confine tra gli Stati Uniti ed il Canada, e se le due convenzioni precedenti hanno scarso valore per il modo generico con cui sono redatte questa può dirsi invece veramente importante per tutte le dettagliate questioni tecniche che in essa vengono trattate e per il fatto che con essa viene creata una Commissione per regolare il regime delle acque in modo da conciliare gli interessi delle due parti.

Quarta, infine per ordine di data è la convenzione di Nizza del 7 ottobre 1914 tra l'Italia e la Francia per l'utilizzazione delle acque del fiume Roia e dei suoi affluenti.

E' noto come tale fiume nasca in Italia, sia poi confine tra Italia e Francia, indi passi in Francia, sia ancora per breve tratto confine per poi gettarsi nel mare Ligure in territorio italiano; percorso come si vede non semplice e suscettibile di dar luogo a varie contestazioni per la sua utilizzazione. La convenzione fa obbligo ai due Stati di proibire modificazioni tali da alterare sensibilmente il regolare deflusso delle acque nello Stato a valle e dà ad essi eguaglianza di diritti e di utilizzazione nei tratti comuni ove però nessun lavoro può essere fatto senza il consenso dei due Governi. Per la applicazione del trattato è costituito un Comitato tecnico ed esso deve aver vita sino al 1975.

Oltre a tali trattati, del periodo prebellico e che rappresentano il lato pratico della questione, troviamo accenni in proposito nei lavori e nelle discussioni dell'Istituto di Diritto Internazionale (sessione di Madrid del 20 aprile 1911) e nella Conferenza internazionale per la economia delle acque tenuta a Berna nel 1912.

A Madrid fu adottata anche una regolamentazione internazionale dei corsi d'acqua con esclusione dell'esercizio del diritto di navigazione, e furono considerati due casi: 1°) quando un corso d'acqua o un lago è confine tra due Nazioni, in tale ipotesi nessun Stato può, senza il consenso dell'altro, ed in assenza di un titolo giuridico valevole, apportare delle modificazioni tali al regime delle acque da portare nocumento all'altro Stato; 2°) quando un corso d'acqua traversa il territorio di due o più Stati; in tal caso: A) il punto dove il corso d'acqua traversa la frontiera non può essere cambiato per gli impianti di uno Stato senza l'autorizzazione dell'altro. B) ogni alterazione nociva per scoli di fabbriche ed altro è proibita. B) non può essere prelevata dagli stabilimenti, e specialmente dalle officine che producono energia idroelettrica una quantità di acqua tale che il regime delle acque si trovi modificato al confine.

Però, sia nei trattati esaminati, come nelle Conferenze a cui abbiamo accennato, non si è mai addivenuti alla enunciazione di vere e proprie formule di diritto ma semplicemente alla compilazione di alcuni principi generali e di voti tendenti a far sì che dagli Stati fosse regolata questa importante materia.

*

Passato il periodo bellico ed iniziatasi l'epoca dei trattati di pace la questione delle acque industriali e dell'energia elettrica nei rapporti internazionali si affaccia spesso nel testo dei trattati, naturalmente però sempre per questioni particolari concernenti gli Stati firmatari e non mai come enunciazione di principi generali.

Così nel trattato di Versailles all'articolo 69 si contempla il caso delle officine elettriche situate in territorio tedesco e fornenti energia all'Alsazia e Lorena, ritornata in possesso della Francia, le quali sono state obbligate a continuare per dieci anni le forniture fino alla concorrenza dei consumi corrispondenti ai contratti e polizze in vigore all'11 novembre 1918, fornitura fatta in base ai contratti vigenti e con tariffe non superiore a quella praticata ai sudditi tedeschi.

Nel trattato di Saint Germain coll'articolo 309 si stabilisce che, salvo disposizioni contrarie, quando in seguito al tracciato di una nuova frontiera il regime delle acque in uno Stato dipende da lavori eseguiti nel territorio di un altro e quando per forza di consuetudini anteriori alla guerra nel territorio di uno Stato è fatto uso dell'acqua e dell'energia elettrica sorta nel territorio di un altro dovrà essere concluso un accordo tra gli Stati interessati in guisa da salvaguardare gli interessi acquisiti di ciascuno. In mancanza di un accordo un arbitro designato dal Consiglio della Società delle Nazioni dovrà decidere.

E coll'articolo 310 viene stabilito che quando nel territorio di uno Stato è fatto uso per occorrenze comunali o domestiche di elettricità o di acque le cui sorgenti sono nel territorio di un altro Stato sarà concluso un accordo fra gli Stati interessati per salvaguardare gli interessi e i diritti acquisiti di ognuno, in attesa di accordo le stazioni centrali elettriche e gli impianti idraulici saranno tenuti a continuare le loro somministrazioni in conformità delle somministrazioni in vigore al 3 novembre 1918.

Anche nel trattato del Trianon si contemplano alcune questioni per la sistemazione delle forze idrauliche del Danubio, sulla quale non è il caso di soffermarsi dato il poco interesse che hanno per l'Italia.

Infine col trattato di Roma del 27 gennaio 1924 tra l'Italia e la Jugoslavia per la definitiva sistemazione dello Stato Fiumano e col quale Fiume viene assegnata all'Italia, coll'articolo 68 dell'Allegato B, si concede alla città il diritto di costruire impianti idroelettrici lungo il corso del Recina e coll'art. 69 si stabilisce che metà dell'energia prodotta dovrà essere concessa alla Jugoslavia.

*

Firmati i trattati di pace e di amicizia e addivenutosi nel frattempo alla costituzione della Società delle Nazioni questa non poteva disinteressarsi del grave problema specialmente se considerato sotto il punto di vista più lato della generale libertà del transito e delle comunicazioni.

Coll'articolo 23, comma E del Patto della Società delle Nazioni è infatti stabilito che i membri della Lega devono prendere le misure necessarie per garantire la libertà delle comunicazioni e del transito.

In base a tale principio la Società delle Nazioni ha poco a poco costituita e sviluppata una organizzazione speciale per facilitare ai membri della Società l'adempimento dei doveri loro prescritti dal Patto stesso. Tecnici delegati dai vari Stati hanno costituito due organi appositi in seno alla Società stessa: l'uno più complesso che si riunisce ad intervalli più o meno lunghi e che riunisce i rappresentanti di tutti gli Stati, membri della Lega ed anche, in certe condizioni, quelli degli Stati non aderenti alla Lega stessa e che si chiama « Conferenza Generale delle Comunicazioni e del Transito »; l'altro più ristretto e che funziona quasi come un Consiglio di Amministrazione che si riunisce più frequentemente nell'intervallo tra le varie Conferenze generali e che è formato mediante elezione in seno alla Conferenza Generale di parte dei suoi membri, mentre l'altra parte è designata dagli Stati che sono rappresentati da membri permanenti nella organizzazione delle Comunicazioni e dei Trasiti.

La Conferenza Generale è convocata dal Consiglio della Società delle Nazioni su domanda di metà degli Stati rappresentati dalla Lega stessa ed, oltre ai rappresentanti di tutti gli Stati membri della Società stessa, come si è detto, può accogliere nel suo seno, a maggioranza di due terzi di voti, rappresentanti di Stati non aderenti alla Lega ed, a puro titolo consultativo, anche rappresentanti di amministrazioni tecniche e di Camere di Commercio.

Si aggiunga che la Commissione consultiva e tecnica può creare delle Sottocommissioni e dei Comitati di studio speciali, aggregandosi per i suoi lavori tutti i tecnici che crede necessario e tale Commissione ha inoltre l'ufficio di arbitro amichevole compositore nelle questioni tecniche che potessero insorgere tra Stato e Stato.

Una prima Commissione provvisoria cominciò a funzionare dal gennaio del 1920 al marzo del 1921, esaurito il compito della quale, si iniziò la prima Conferenza generale tenutasi a Barcellona nel marzo-aprile del 1921, la quale si è occupata di una infinità di questioni riguardanti i trasporti marittimi e terrestri e tra l'altro, dietro proposta del delegato italiano, On. Bignami, essa ha votato all'unanimità la mozione seguente:

« La Conferenza considerando che è desiderabile per il miglioramento delle vie e comunicazioni di interesse internazionale che gli Stati che possiedono energia elettrica in abbondanza ne cedano a quelli che ne mancano esprime il voto che la questione sia messa « allo studio ».

Terminata la Conferenza Generale di Barcellona, entrò in funzione la Commissione Consultiva e Tecnica, tra il giugno del 1921 ed il novembre del 1923 la quale, tra l'altro, creò un Comitato speciale per lo studio delle questioni idroelettriche, che elaborò alcuni progetti delle convenzioni che stiamo per esaminare.

Nel novembre del 1923 si è poi riunita la seconda Conferenza Generale dalla quale sono state adottate quattro convenzioni, di cui una relativa alla sistemazione delle forze idrauliche interessanti parecchi Stati e l'altra relativa al trasporto in transito dell'energia elettrica.

Tali convenzioni sono state elaborate per rispondere al voto espresso alla Conferenza di Barcellona dopo che la Commissione del Transito si è dovuta render conto che il problema non poteva essere attualmente studiato con profitto nei suoi termini generali.

Sono state invece studiate due questioni isolate: quella del trasporto in transito dell'energia elettrica e quella della sistemazione delle forze idrauliche.

Tutte e due interessano la collettività dei popoli e possono far oggetto di obbligazioni internazionali di ordine generale e tutte e due sia per la novità dei problemi tecnici ai quali rispondono sia per le questioni giuridiche che sollevano, presentano un grandissimo interesse.

*

I precedenti della *Convenzione relativa alla sistemazione delle forze idrauliche interessanti parecchi Stati* ci sono noti e, come abbiamo visto, risalgono al principio del secolo e sia dai trattati esaminati come dalle Conferenze a cui ci siamo riferiti possiamo rilevare come si fosse ormai adottato, il principio che gli Stati rivieraschi di uno stesso corso d'acqua sono gli uni nei confronti degli altri, in uno stato di dipendenza fisica permanente che esclude l'idea di una intera autonomia di ciascuno di essi sulla sezione di corso d'acqua sottoposta alla loro sovranità.

Il progetto di convenzione studiato dalla Commissione Consultiva e Tecnica incontrò subito le vive resistenze della Conferenza specialmente per il principio dell'accordo obbligatorio tra gli Stati interessati, previsto dal progetto primitivo, e che dovette essere abbandonato, come contrario alla indipendenza delle sovranità nazionali e perchè poco conforme alle esigenze pratiche.

In conseguenza di tali resistenze, la Conferenza rinunciò anche alla raccomandazione per la istituzione di Commissioni internazionali permanenti chiamate ad intervenire nei casi in cui si rilevasse che lavori di sistemazione eseguiti da uno Stato fossero lesivi per altri Stati.

Infine desiderando dissipare ogni dubbio di certi Stati la Conferenza ha solennemente affermato coll'articolo primo della convenzione « la libertà di ogni Stato di eseguire, nei limiti consentiti dal « Diritto Internazionale sul suo territorio tutti i lavori di sistemazione di forze idrauliche che esso desidera ».

Però pure con tali attenuazioni di carattere generale la Convenzione non ha potuto sormontare le obiezioni di principio formulate contro ogni regola generale dai principali Stati produttori di energia elettrica, in special modo la Svizzera e la Ceco-Slovacchia preoccupate di conservare la loro libertà in vista di accordi particolari cogli Stati vicini.

In relazione a tale atteggiamento nell'adunanza dell'8 novembre 1923, dei 33 membri presenti della Commissione delle Questioni Elettriche, votarono favorevolmente al progetto di convenzione 24 membri, 6 si astennero e 3 votarono contro. Sottoposta poi la convenzione alla Conferenza Generale il 9 dicembre 1923 e da essa approvata, poichè l'articolo 15 disponeva che essa sarebbe restata aperta alla firma degli Stati sino al 31 ottobre 1924, a tale data essa fu chiusa avendo raccolto 17 firme; essendo poi essa stata ratificata da tre Stati a norma dell'art. 18 essa è entrata in vigore il 30 giugno 1925, ossia 90 giorni dopo l'ultima ratificazione.

La convenzione è composta di 22 articoli e seguendo i verbali della seconda conferenza generale delle Comunicazioni non si può fare a meno di rilevare come animata e vivace sia stata la discussione per ogni articolo, specialmente per quelli tecnici.

A molti dei membri della Commissione sfuggiva la importanza della Convenzione stessa che appariva loro priva di importanza pratica, ma a tale obiezione risponde la stessa relazione della Commissione delle Questioni Elettriche allegata al progetto, che mette in evidenza il fatto che la Convenzione non doveva considerarsi che come un punto di appoggio per ulteriori ricerche in vista di elaborare un giorno, dopo aver tenuto conto dei risultati della esperienza, una Convenzione più perfezionata.

Ed invero la Convenzione attualmente in vigore, se considerata nel quadro generale del Diritto Internazionale, in relazione a quanto era stato fatto nel campo della pratica e della teoria, rappresenta il primo tentativo di codificazione del regime delle acque industriali, che appunto in essa trovano per la prima volta enunciati i principi generali della loro regolamentazione, nei rapporti tra Stato e Stato.

Risultato dunque notevolissimo e tale da dar adito alle più belle speranze al riguardo.

Passando all'esame della convenzione stessa rileviamo come in linea generale essa tratti dei lavori di sistemazione di quelle forze idrauliche per le quali è necessaria la collaborazione di uno Stato straniero, sia per le condizioni di esecuzione sia per le conseguenze che da tali lavori possono derivare.

Naturalmente trattandosi di lavori da effettuarsi su corsi d'acqua internazionali l'articolo 8 subordina gli accordi che dovranno concludersi ai diritti ed alle obbligazioni risultanti da accordi particolari e dalla Convenzione Generale regolante le vie navigabili.

Coll'articolo 2 la Convenzione raccomanda la collaborazione degli Stati, quando sia necessario un lavoro comune per la sistemazione di forze idrauliche e gli articoli 3 e 4 contemplano i due casi in cui i lavori di sistemazione di tali forze possano ledere gli interessi di un terzo Stato: quello in cui i lavori debbono essere eseguiti sul territorio dell'altro Stato e quello in cui i lavori pur essendo eseguiti tutti sul territorio di uno Stato possono con ciò ledere i diritti di un altro Stato.

L'articolo 6 enumera in maniera esemplificativa le questioni sulle quali potranno stabilirsi dei negoziati tra gli Stati e l'articolo 7 riserva a ciascun Stato per gli impianti esistenti sul suo territorio, l'applicazione delle sue leggi.

L'articolo 12 contempla la clausola della competenza della Società delle Nazioni per la risoluzione delle vertenze che potessero sorgere tra gli Stati, competenza però puramente facoltativa.

Gli altri articoli contengono clausole di ordine generale e non tecniche.

Infine nel protocollo della firma della Convenzione è stata inserita tale dichiarazione: « Le disposizioni della Convenzione non modificano « per nulla il diritto internazionale per ciò che concerne la responsabilità e le obbligazioni di ogni Stato per qualunque pregiudizio che « potesse derivare ad alcuno dalla esecuzione di lavori di sistemazione « di forze idrauliche ».

*

Se la convenzione da noi sommariamente esaminata aveva dei precedenti, anche quelli considerati, la *Convenzione relativa al Trasporto in Transito dell'Energia Elettrica* costituisce il primo tentativo di regolamentazione internazionale in materia, nessuna convenzione esisteva infatti suscettibile di essere guida alla redazione ed alla compilazione, le applicazioni pratiche inoltre sono state sino ad ora scarse. Derivava da tutto ciò una estrema difficoltà nella compilazione delle norme giuridiche, che non potevano basarsi su nessun precedente sia teorico che pratico.

Devesi considerare al riguardo che il trasporto in transito dell'energia è una di quelle forme di trasporto di cui all'articolo 23. E del Patto della Lega delle Nazioni e che è strettamente collegato al problema della sistemazione e sfruttamento delle forze idrauliche ed ha anche delle relazioni col regime delle vie acquedotti. D'altra parte però bisogna rilevare come il trasporto in transito dell'energia elettrica differisca assai dal trasporto di altre cose per il fatto che per il tra-

sporto dell'energia occorre una via speciale, sotto forma di linea ad alta tensione, attraversante lo Stato che subisce il transito.

Nei trasporti in transito in generale lo Stato attraverso il quale avviene il transito usufruisce in parte di tale stato di cose poichè esso ne ritrae un utile pecuniario, invece per il trasporto dell'energia non solo lo Stato attraverso cui si effettua il transito non riceve nessun compenso utilitario ma invece risente delle noie e delle responsabilità che porta con se l'impianto di una linea ad alta tensione.

Tali considerazioni spiegano e giustificano il metodo seguito dal trattato che non comporta che degli impegni di ordine morale poichè le norme da esso dettate non sono suscettibili di esecuzione che in seguito ad accordi particolari tra gli Stati interessati per i quali il trattato in questione serve come quadro generale.

Basta esaminare il primo articolo della convenzione per farsi una idea della estrema precauzione che ha animato i delegati nella compilazione della convenzione, esso così dice:

«Qualunque Stato si obbliga a negoziare, con un altro degli Stati contraenti che gliene fa domanda, per la conclusione di accordi destinati ad assicurare il trasporto in transito dell'energia elettrica attraverso il suo territorio. Tuttavia gli Stati contraenti si riservano la facoltà di non applicare le disposizioni del comma precedente nel caso in cui potrebbero invocare contro il trasporto in transito dell'energia elettrica attraverso il loro territorio dei motivi di opposizioni fondate sul grave pregiudizio che tale trasporto potrebbe apportare alla loro economia o alla loro sicurezza nazionale».

Però non si deve considerare tale articolo come una vera e propria promessa di contrattare, derivante da una precisa obbligazione giuridica, e temperata solo da una riserva suscettibile di un arbitraggio.

Infatti l'articolo 12, comma 2 stabilisce che le ragioni di un rifiuto motivato da un danno grave alla sicurezza od alla economia nazionale non possono essere motivo di un arbitrato internazionale.

Gli Stati si obbligano semplicemente a prestarsi a dei negoziati e per conseguenza a non opporre a delle offerte che potrebbero essere loro fatte un rifiuto non motivato; d'altra parte però i motivi di un rifiuto son così estesi e vaghi che sembra possa sempre trovarsi un motivo di rifiuto.

Coll'articolo 2 si dà la definizione di cosa debba intendersi per trasporto in transito di energia elettrica. «Devesi considerare come trasportata in transito attraverso il territorio di uno degli Stati contraenti l'energia elettrica che lo attraversa con dei condotti specializzati senza essere nemmeno in parte nè prodotta, nè utilizzata, nè trasformata, nei limiti del territorio in questione».

Una tale specificazione era indispensabile per delimitare l'oggetto della convenzione ed è particolarmente notevole che il trasporto in transito non comporti nessuna derivazione anche se l'energia derivata dovesse poi essere restituita alla linea.

La Convenzione non si occupa dunque degli accordi che alcuni Stati possono prendere fra di loro per l'importazione e l'esportazione dell'energia, ma non esclude tali accordi come non esclude accordi misti aventi per oggetto la costruzione di un elettrodotto per il trasporto di energia in transito e che nel tempo stesso potesse essere utilizzata per lo Stato attraverso il quale avviene il transito.

Lo Stato attraverso il quale avviene il transito, potrà subordinare il suo consenso all'utilizzazione da parte sua di una certa quantità di energia?

La questione, che in pratica è molto importante, è stata oggetto di discussione da parte della Commissione delle Questioni Elettriche ed è stato riconosciuto che una tale imposizione non può essere formulata perchè con essa si verrebbe a violare il principio della libertà del transito ma che però nulla impedisce che nel corso dei negoziati intervenga un accordo in proposito tra gli Stati interessati; in conseguenza di tale discussione troviamo che nel processo verbale del 5 dicembre 1923 è inserita la mozione seguente: «L'utilizzazione degli elettrodotti, nel paese trasmettitore, per prendere o dare dell'energia, d'accordo cogli altri Stati interessati non costituisce una violazione dello Statuto».

L'articolo 4 enumera in maniera esemplificativa le principali questioni che possono fare oggetto di accordi particolari per la posa degli elettrodotti, notevoli a questo proposito alla lettera B, i compensi pecuniari da fornire allo Stato attraverso il quale avviene il transito per spese, rischi, danni, spese di amministrazione e di sorveglianza, ecc.

Notiamo a questo proposito che si deve trattare di spese di carattere manifesto, poichè sarebbe contrario alla libertà del transito che lo Stato concessionario cercasse attraverso l'articolo 4 di fare dell'elettrodotto una sorgente di utili assoggettandolo ad una specie di pedaggio, tale divieto è reso manifesto dall'articolo 6 che vieta appunto ogni e qualsiasi tassa; a sua volta però è temperato dall'articolo 5 che stabilisce che gli elettrodotti saranno sottoposti nello Stato attraverso al quale avviene il transito alle stesse disposizioni legali ed amministrative applicabili ad installazioni similari dello Stato.

In quanto alle servitù ed alle espropriazioni che si rendessero necessarie per la posa della linea in transito, la Convenzione coll'articolo 8, ha ben stabilito che i diritti sovrani degli Stati dovranno essere rispettati e che per ciò nessun Stato si assumerà l'obbligo di usare del diritto di espropriazione o di stabilire delle servitù.

In caso di controversie è stabilita in via puramente facoltativa la procedura di conciliazione davanti alla Commissione Consultativa e Tecnica delle Comunicazioni e del Transito (art. 12).

La discussione e la definitiva redazione di tale progetto hanno dato luogo ad alte discussioni davanti alla Commissione delle Questioni Elettriche ed è solo dopo parecchie movimentate sedute che il pro-

getto fu approvato alla seduta dell'8 novembre 1923 con 23 voti favorevoli, 7 astenuti ed uno contrario.

Portato poi davanti alla Conferenza esso venne definitivamente approvato nell'udienza del 9 dicembre 1923, nella quale udienza, al momento delle firme, fu stabilito che la Convenzione non conteneva per gli Stati contraenti alcuna obbligazione di accordare ai proprietari od impresari di linee elettriche serventi al transito dell'energia un trattamento più favorevole di quello concesso ai proprietari od impresari di linee non serventi al transito ma ai bisogni del paese.

Ad eliminare ogni equivoco fu anche ben stabilito che la Convenzione non si occupava delle linee destinate esclusivamente alla trasmissione dei segnali e delle parole.

Come deciso per la convenzione relativa alle acque industriali, anche questa restò aperta alla firma sino al 31 ottobre 1924 alla quale data essa aveva raccolto le firme di 18 Stati, siccome però (art. 18) essa non entrerà in vigore che dopo la ratifica di tre Stati, ad oggi essa non è ancora esecutiva avendo raccolto solo due ratifiche.

Come abbiamo rilevato la convenzione da noi esaminata non contiene nessun obbligo per i contraenti, tanto che essa aveva incontrato la opposizione di molti che avrebbero voluto ridurla ad una semplice raccomandazione.

Infine la tesi di una vera e propria convenzione trionfò avendo la Commissione voluto fare, soprattutto un'opera per l'avvenire e aprire una nuova via alla cooperazione intellettuale in un campo che è chiamato a prendere col tempo una considerevolissima importanza nella vita economica del mondo intero.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Prof. LUIGI DONATI. *Memorie e Note Scientifiche*. - Volume di pagine 344 - Editore Zanichelli, Bologna.

Con la chiara veste tipografica e sobria eleganza che la Ditta Zanichelli di Bologna ha da molto tempo adottato per far conoscere agli studiosi le opere di tanti insigni scienziati italiani, sono uscite di recente le *Memorie e Note Scientifiche* del Prof. Luigi Donati che colleghi, ammiratori, amici, antichi studenti, nonchè enti pubblici di Bologna, vollero ordinate e riunite per offrire al maestro illustre il solo tributo di riconoscenza verace che a lui, operoso e modesto, potesse tornargli giustamente gradito; per testimoniare, a lui vivente, come l'Università di Bologna e la Scuola d'Ingegneria tenessero in pregio la lunga e paziente sua opera di insegnante eletto, di cultore profondo di fisiche e matematiche discipline; memorie che per la fama sua, trassero lustro e decoro anche le scuole dove egli profuse il suo alto sapere con limpida, eloquente e dotta parola.

Il volume di 344 pagine si occupa di molti argomenti, ma gli elettrotecnici troveranno che il libro è fatto quasi interamente per loro, poichè i Vettori, la Elettrologia, le Correnti alternative occupano più di 200 pagine. Che se qualcuno potrà notare come gli argomenti non siano oggi di speciale attualità, si convincerà, scorrendone le pagine, che il metodo è ancor oggi originale, poichè l'istrumento matematico viene usato con sagacia profonda, diremo quasi in armonia al grande principio fisico di trarre il massimo dei risultati col minimo dei mezzi. Il discorso, concettoso sempre, è mirabile per semplicità e rigore scientifico. Si veggia, per esempio, quell'«*Introduzione allo studio delle correnti alternative*» come preparazione al «*Diagramma generale per trasformatori a corrente alternata e motori asincroni politasi*»; il qual ultimo fu presentato vent'anni fa all'Accademia delle Scienze di Bologna e rappresentava allora forse la prima trattazione completa dell'argomento, in quanto che trasformatore statico, trasformatore rotante, motore asincrono, venivano inquadriati in una visione generale che facilita enormemente lo studio del comportamento di tutti questi apparecchi.

«*Gli effetti delle alte frequenze nelle trasmissioni di correnti alternate*» che per molti autori dei tempi recenti mirabilmente si prestano a sfoggio di ampio paludamento matematico, trovavano nel 1910 nel Prof. Donati un trattatista insigne che stringe e condensa l'argomento in forma impeccabile, traendone tutte le conseguenze possibili, per le trasmissioni ordinarie e telefoniche, per lo skin-effect, per le scariche oscillanti.

Il «*Diagramma circolare per motori sincroni e alternatori*» che il Prof. Donati nel 1913 immaginava e che ancor oggi è ben poco noto nella sua totale fecondità; «*Le correnti alternative e la legge di reciprocità*» di cui ebbe ad occuparsi recentemente il Prof. Sartori al Congrès des Grands Réseaux e che formarono oggetto da parte del Prof. Donati di alcune pregevolissime memorie; «*Resistenze e reattanze nei sistemi di correnti alternative*» dove l'autore utilizza per trattazioni di ordine generalissimo il sistema delle rappresentazioni con quantità complesse e di cui fu uno dei più fervidi assertori della utilità che portano nello studio delle grandezze alternative; costituiscono un poderoso nucleo di materia scientifica che fa altamente onore alla scuola italiana.

Seguono «*Argomenti vari*» fra i quali troviamo una memoria sui «*Circuiti elettrici con reattanze a scagioni*» in cui si esamina lo speciale comportamento di circuiti complessi contenenti resistenze e capacità serie e in derivazione così combinate che nella fase iniziale il fenomeno perde il carattere puramente asintotico, dando luogo ad una fluttuazione accompagnata da sovratensione, a primo tratto para-

ossale in assenza di autoinduzioni, e che appare come una vera e propria forma di rigurgito. Qui il fisico, mentre disvela con sottile discernimento l'andamento del fenomeno, appare anche un profondo matematico studiandosi però di rendere agevole la interpretazione delle equazioni differenziali di ordine superiore a quello che comunemente si riscontra nelle trattazioni dei fenomeni a carattere permanente o quasi permanente.

Il nostro giornale, che tante volte altamente si onorò di scritti dell'illustre scienziato, nel dare un pallido cenno del magnifico libro che riassume tutta l'opera scientifica di lui, non può a meno di associarsi al voto che, nella prefazione al libro, il Comitato Esecutivo per le onoranze, formula all'indirizzo del grande maestro: che egli possa ancora per lunghi anni dedicarsi agli studi prediletti onde ne abbia lui per primo indicibile conforto e ne traggano vantaggio gli studiosi tutti e la scienza italiana, alla quale il Prof. Donati, in una umiltà e modestia senza pari, ha portato un contributo meritevole del più alto elogio. Il largo seguito di adesioni che ha raccolto la iniziativa del Comitato, ha permesso di destinare il civanzo netto della sottoscrizione alla fondazione di un «Premio Donati» per allievi della Scuola di Ingegneria di Bologna, borsa di studio alla quale anche il nostro Comitato Tecnico Scientifico ha portato un notevolissimo contributo. Resterà così in forma perenne ricordata la figura del grande scienziato in quella Scuola che lo ebbe insuperato maestro di fisiche discipline.

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani.

- N. 199719 — CIVALIERI G.: Forno a riscaldamento elettrico per eseguire trattamenti termici con un ciclo prestabilito di variazioni termiche. - 6-6-1921.
- N. 227014 — MARZOLI A.: Fornelletto elettrico. - 10-1-1924.
- N. 200410 — PAOLONI A.: Peretta conica, a filo doppio, per irradiazione di calore in apparecchi elettrici diversi - 25-6-1921.
- N. 200033 — TOMMASI ALIOTTI A.: Perfezionamenti nelle stufe elettriche a specchio parabolico - 21-6-1921.
- N. 162222 — FESTA A. G.: Dispositivo per il riscaldamento di liquidi per mezzo della corrente elettrica (Cpl) 16-11-1920.
- N. 192754 — FIORAVANTI R.: Perfezionamento nella costruzione delle resistenze elettriche adoperate per riscaldamento elettrico. - 13-11-1920. (Cpl).
- N. 192862 — SACERDOTE S. & CRISTIANI S.: Cucine e forni ad accumulazione termoelettrica. (Cpl). - 27-11-1920.
- N. 192892 — SELVATICO A.: Nuovo sistema di costituzione e di costruzione degli elementi riscaldanti per apparecchi di riscaldamento elettrico per uso domestico e simili (Cpl). 30-11-1920.
- N. 226712 — ALUMINUM COMPANY: Cella per la raffinazione elettrolitica di metalli - 20-12-1923.
- N. 225782 — ARNALOT-CARRERO L.: Perfezionamenti apportati alle timonerie elettrolitiche - 17-11-1923.
- N. 227232 — CIVELLI E., PAIS A. & ULIVI G.: Accumulatori ed emettitori permanenti di luce. - 10-1-1924.
- N. 226368 — GUAGLIONE G.: Forno per la fusione della paraffina. - 28-11-1923.
- N. 227402 — RUETGERSWERKE AKTIENGESELLSCHAFT ABTEILUNG PLANIAWERKE: Processo per ottenere elettrodi di carbone da materiali grezzi poveri di cenere depurati col processo di preparazione per galleggiamento. - 26-1-1924.
- N. 227254 — BERTORA L.: Pubblicità luminosa aerea. - 24-12-1923.
- N. 199902 — QUINZA M. J.: Appareil perfectionné pour annonces lumineuses également applicable comme allumer électrique et à d'autres usages analogues. - 30-6-1921.
- N. 226783 — RUGGIERI D.: Vulcanizzatore elettrico portatile. - 29-12-1923.
- N. 201186 — ABRAHAM A.: Moteur hydraulique pour l'utilisation de forces hydrauliques de moindre valeur. - 14-7-1921.
- N. 227292 — ACRO A. G.: Motore a combustione, sprovvisto di compressore ad accensione automatica. - 11-1-1924.
- N. 182552 — AGEDORN E. F. C. & HANSEN H. P.: Dispositif de soufflage pour tubes à flammes de chaudières. - 18-2-1920.
- N. 200805 — ALBERTI M.: Motore a combustione interna a due tempi. - 18-7-1921.
- N. 227603 — BAGNULO A.: Marmitta elettrogena per motori. - 31-1-1924.
- N. 200660 — BAKER W. E.: Perfezionamenti nei motori a pressione di fluido. - 19-7-1921.
- N. 227888 — BETHLEHEM STEEL Cy.: Perfezionamenti ai motori a combustione interna. - 2-2-1924.
- N. 227889 — La stessa: Perfezionamenti alle valvole per motori a combustione interna. - 2-2-1924.
- N. 200869 — BLAKE SELFRIED W.: Perfezionamenti ai combustibili a base di alcool. - 29-7-1924.
- N. 200838 — BOLLA C., PATRITO F. e G.: Perfezionamenti nei motori a combustione interna. - 28-7-1921.
- N. 200991 — BUSSETTI C. A.: Dispositivo per l'utilizzazione dell'energia libera dell'acqua in moto, delle correnti liquide ed in special modo di corsi naturali ed artificiali. - 18-7-1921.
- N. 200840 — CANNAVO' L.: Disposizione per pulitura automatica delle candele di accensione nei motori a scoppio. - 23-7-1921.
- N. 227793 — CARRARA N.: Nuovo tipo di motore a scoppio. - 1-2-1924.
- N. 200683 — COURTOT P.: Perfectionnements apportés aux magnétos d'allumage des moteurs à explosion et d'éclairage actionnés par ces moteurs, notamment à celles pour véhicules automobiles à semblables moteurs. - 22-7-1921.
- N. 201189 — GRAYSSAC D.: Système de moteur à explosion à deux temps sans soupape. - 14-7-1921.
- N. 198377 — D'AMORE V.: Prodotto anticorrosivo disacrostante per caldaie a vapore e vaporizzatori di motori a gas povero. - 28-1-1921.
- N. 227984 — DE LUCA S. e E.: Carburatore multiplo per motori a scoppio e simili. - 22-1-1924.
- N. 199699 — DURIO A.: Dispositivo per agire a distanza sulla valvola a spillo che regola l'introduzione della benzina nei recipienti a livello costante dei carburatori per motori a scoppio. - 1-6-1921.
- N. 200673 — ERSTE BRUENNER MASCHINENFABRIKS GESELL.: Dispositif pour l'utilisation de la vitesse de sortie de la vapeur d'échappement dans les turbines à vapeur. - 21-7-1921.
- N. 227599 — F.I.A.T.: Regolatore centrifugo dell'accensione per motori a scoppio. - 31-1-1924.
- N. 227974 — FINZI G.: Dispositivo per poter immettere nei cilindri dei motori a combustione interna a quattro tempi a due cilindri o a più gruppi di due cilindri funzionanti con miscela di aria e vapori di benzina od altro combustibile, detta miscela a pressioni variabili fino a valori superiori a quella atmosferica. - 9-2-1924.
- N. 227982 — SOC. AN. LOCOMOTIVE A VAPORE: Innovazione nei generatori di vapore. - 11-2-1924.
- N. 226072 — FREI A. & WALKER R.: Motore a combustione a due tempi. - 19-11-1923.
- N. 227346 — FRITTELLI S.: Motore a scoppio a due tempi. - 21-1-1921.
- N. 227731 — GAISBERGER G.: Impianto idrotermico. - 1-2-1924.
- N. 227740 — GASPARI A.: Distributore rotativo a camicia interna per la distribuzione nei motori a scoppio ed a combustione a quattro tempi. - 2-2-1924.
- N. 227711 — Lo stesso: Distributore rotativo a camicia interna per distribuzione nei motori a scoppio ed a combustione a due tempi. - 2-2-1924.
- N. 228013 — GRARE H.: Perfezionamenti al raffreddamento dei motori a scoppio. - 9-2-1924.
- N. 227852 — JOUANNEAUX P.: Apparecchio aspiratore e compressore rotativo per fluidi in genere. - 6-2-1924.
- N. 195448 — HUELSMEYER C.: Procédé et dispositif pour l'élimination de l'air et des gaz liquides, notamment de l'eau d'alimentation de chaudières. - 1-2-1921.
- N. 200294 — KRUPP F. Aktiengesellschaft: Dispositif d'injection de combustible pour moteur à combustion. - 16-6-1921.
- N. 201133 — F. KRUPP Akt.-Ges.: Dispositif de mise en marche et de mise en charge pour moteurs à combustion. - 8-7-1921.
- N. 200795 — MARELLI L.: Dispositivo per permettere l'impiego di combustibili densi nei motori a combustione interna. - 14-7-1921.
- N. 227862 — MARELLI L. Fabbr. It. Magatti: Rettore per apparecchi di accensione di motori a scoppio a grande velocità. - 7-2-1924.
- N. 227861 — La stessa: Apparecchio per produrre dei motori a scoppio mediante la corrente degli accumulatori. - 7-2-1924.
- N. 227605 — MAZZA G.: Perfezionamenti nella distribuzione delle macchine a stantuffo. - 31-1-1924.
- N. 200817 — MICHEL HERMANN: Moteur à combustion à deux temps avec plusieurs pistons, travaillant sur une chambre de combustion commune et avec distribution par un chemin-came. - 19-7-1921.
- N. 227912 — MLADINEO O.: Verricello meccanico specialmente per salpaggio di palangresi. - 13-2-1924.
- N. 201199 — MOODY L. F.: Tuyau d'aspiration pour turbines hydrauliques et autres moteurs à fluide. - 15-7-1921.
- N. 227345 — MORBIN P.: Dispositivo sistema «Morbin» che permette di utilizzare parte del vapore dello scappamento e una parte della fiamma e dei gas caldi sviluppati dal focolaio per riscaldare l'acqua prima dell'immissione in caldaia. - 23-1-1924.
- N. 226276 — PALUMBO F.: Motori rotativi sistema Palumbo. - 4-12-1923.
- N. 201116 — PAQUIT V.: Appareil électrique d'allumage pour moteurs à explosions. - 7-7-1921.
- N. 226184 — STIRLING BOILER Cy Ltd.: Perfezionamenti nelle caldaie a tubi d'acqua e relativi ad esse. - 26-11-1923.
- N. 200870 — SULZER FRERES SOC. AN.: Motore a petrolio greggio ed a pressione elevata. - 29-7-1921.
- N. 200182 — SUTER J. H.: Procédé et dispositif pour l'injection de combustible dans les moteurs à combustion interne. - 4-6-1921.
- N. 200880 — TETETLENI A.: Turbina a catena. - 30-7-1921.
- N. 200674 — TRONTON M.: Perfezionamenti nei motori a combustione. - 21-7-1921.
- N. 227638 — UGHETTI LA CORSA L. & MARELLI L.: Sistema e dispositivo per utilizzare combustibili liquidi pesanti nei motori a scoppio. - 30-1-1924.
- N. 200764 — UGHETTI LA CORSA L.: Perfezionamenti nei motori veloci a combustione interna. - 9-7-1921.
- N. 200783 — VACO MANUFACTURING CORPORATION (Soc.): Perfectionnements aux appareils régulateurs à vide. - 12-7-1921.
- N. 200873 — VAN PEE C. & CAMBIER E.: Perfectionnements aux machines rotatives. - 29-7-1921.
- N. 227839 — VIEL L. L.: Carburatore automatico per motore ad esplosione. - 4-2-1924.
- N. 199381 — VOLZ K.: Dispositif pour la carburation de combustibles liquides dans des moteurs à explosions avec un distributeur rotatif. - 8-6-1921.
- N. 199728 — WATTELIERS R. G.: Economiseur de combustible pour moteurs à explosion. - 7-6-1921.
- N. 215652 — WHITE D. G. F. & NELSON L. W.: Innovazioni relative alle disposizioni valvolari di un motore a combustione interna. - 5-11-1923.
- N. 227530 — ZAMPA P.: Innovazioni nelle miscele combustibili per l'alimentazione dei motori a scoppio. - 23-1-1924.
- N. 191281 — DAIMLER MOTOREN GESELLSCHAFT: Processo di funzionamento dei motori ad esplosione (Cpl). - 7-1-1921.

- N. 194624 -- DE CONINCK M.: Mode de fonctionnement des machines thermiques et son application aux turbines à combustion. - 15-1-1921 (Cpl).
- N. 186083 -- FEROLDI E.: Carburatore per motori a scoppio. - 29-6-20 (Cpl).
- N. 190666 -- Lo stesso: Carburatore per motori a scoppio. - 25-9-20 (Cpl).
- N. 192529 -- MERZ F.: Sistema ed apparecchio per la produzione di energia motrice con qualunque salto di temperatura (Cpl). - 5-11-1920.
- N. 201797 -- NEGRI J.: Turbine hydraulique. - 8-8-1921 (Cpl).
- N. 193849 -- SJOGREN W.: Carburatore iniettore con un solo ugello per il combustibile per la marcia a vuoto e sotto carico, disposto in una farfalla collocato davanti ad un ugello mescolatore. - 20-12-1920 (Cpl).
- N. 201192 -- PASCOLI T. & ALDRIGHETTI S.: Dispositivo per regolare l'immissione d'aria nel condotto d'aspirazione dei motori a scoppio. - 15-7-1921.
- N. 193709 -- PARR GEOFFREY WARNER & ASPINALL E.: Perfezionamenti relativi ed inerenti ai carburatori per macchine a combustione interna. - 7-12-1920.
- N. 227581 -- PAULUCCI U. D.: Turbina a gas ad azione. - 24-1-1921.
- N. 227869 -- PELEGATTI O.: Perfezionamenti nelle valvole dei motori a scoppio. - 8-2-1924.
- N. 200709 -- PERULLI A.: Giunto elastico per magati. - 1-7-1921.
- N. 227255 -- PEZZI U.: Nuovo sistema di distribuzione della miscela esplosiva nel cilindro motore delle macchine a combustione interna a due tempi ed inerente procedimento costruttivo. - 11-1-1924.
- N. 227147 -- PORTER ENGINE DEVELOPMENT INC. (Soc.): Perfezionamenti nei motori a combustione interna. - 8-1-1924.
- N. 198075 -- REED J.: Dispositif pour rendre silencieux l'admission ou l'échappement des gaz particulièrement applicable à l'échappement ou à l'admission des gaz dans les moteurs à combustion interne. - 23-1-1921.
- N. 226188 -- ROMANELLI A.: Motore a due tempi tipo Romanelli. - 20-11-23.
- N. 226795 -- ROMEYN J.: Perfezionamenti relativi alle camicie di cilindri dei motori a combustione interna. - 29-12-1923.
- N. 200988 -- SACCO A. L.: Intensificatore di depressione per motori a combustione interna. - 15-7-1921.
- N. 201014 -- SASAKI H.: Macchina rotativa a vapore a più cilindri e tamburi girevoli. - 30-6-1921.
- N. 227198 -- SCHNEIDER H.: Organo di distribuzione per motori a combustione interna a due tempi. - 7-1-1924.
- N. 227971 -- Lo stesso: Macchina a combustione interna ad iniezione con prolungamento del pistone. - 11-2-1924.
- N. 200613 -- SCHNULL M.: Processo e dispositivo per chiarificare e depurare il vapore di scarico e l'acqua d'alimentazione. - 12-7-1921.
- N. 201254 -- SCHWIND J.: Dispositivo di controllo per motori a combustione. - 21-7-1921.
- N. 225959 -- SILVESTRI G.: Macchina motrice impiegata come fluido motore il vapore di un generatore e i gas di scarico, sotto pressione, provenienti da una sorgente di calore. - 23-11-1923.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Commissione Elettrotecnica Internazionale.

La prossima riunione dei Comitati di studio della Commissione Elettrotecnica Internazionale è definitivamente fissata per il periodo 13-22 Aprile prossimo a New York, in omaggio ad un ripetuto desiderio espresso dal Comitato Elettrotecnico Americano.

Il programma di lavoro della riunione comprende:

1. -- Preparazione della Parte II^a delle Norme internazionali per il macchinario elettrico (grandi macchine).
2. -- Discussione generale circa le Norme per il macchinario elettrico e presentazione delle Memorie degli Esperti dei diversi Paesi.
3. -- Preparazione di Norme per i motori di trazione.
4. -- Revisione della pubblicazione n. 29 della C.E.I. col progetto di Norme internazionali per le turbine idrauliche.
5. -- Preparazione di Norme internazionali per le turbine a vapore impiegate come forza motrice negli impianti elettrici.
6. -- Completamento dell'elenco dei simboli grafici internazionali.
7. -- Preparazione di un accordo internazionale di base per la prova degli olii isolanti.
8. -- Approvazione delle convenzioni internazionali per gli attacchi delle lampade.
9. -- Approvazione della scala normale per le alte tensioni.
10. -- Preparazione di una scala internazionale di tensioni per la prova degli apparecchi elettrici.
11. -- Preparazione di uno schema internazionale di norme per le linee aeree.
12. -- Preparazione di un C.d.c.e. internazionale dei segni dei morsetti.
13. -- Preparazione di un vocabolario internazionale di elettricità.
14. -- Questioni varie.

Prof. ANGELO BARBAGLIATA, Gerente-Direttore responsabile.

La Segreteria di Londra della Commissione elettrotecnica internazionale ha organizzato la cosa in modo che tutti i delegati europei possano viaggiare insieme sul piroscafo « Andania » della Cunard Co. che partirà da Cherbourg il 2 aprile. Il ritorno potrà effettuarsi con partenza da New York il 1° o 18 maggio.

Il prezzo del viaggio di andata-ritorno si aggirerà sulle 65 sterline. Noi ci auguriamo, data l'importanza della riunione, che la delegazione italiana possa riuscire numerosa e autorevole, in relazione alla importanza che il Comitato Italiano ha assunto in seno alla C.E.I. e al fatto che la Presidenza generale della C. E. I. è attualmente tenuta dall'Ing. Guido Semenza. D'altra parte è da sperarsi che più di una delle nostre grandi Ditte e Società che sono rappresentate nel Comitato Elettrotecnico possano assumersi l'onere dell'invio di un proprio rappresentante.

Non mancheremo di dare ulteriori notizie sull'organizzazione della riunione, la quale comprenderà certamente un viaggio di una dozzina di giorni attraverso i principali impianti degli Stati Uniti.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

In seguito alla deliberazione presa dall'assemblea generale straordinaria dei Soci della Sezione, tenutasi il giorno 18 dicembre 1925, il contributo sociale venne stabilito nella seguente misura:

Pei soci individuali residenti	L. 80
» » » non residenti	» 75
» » » all'estero	» 110
» » » collettivi (Società industriali)	» 300
» » » Istituti di cultura)	» 200

* *

SEZIONE DI BOLOGNA

La mattina del 12 luglio p. p. numerosi Soci della Sezione di Bologna, convenuti a Molinella (linea Bologna Portomaggiore) furono quivi fatti preseguire con treno speciale, messo gentilmente a disposizione dallo Spett. Consorzio della Bonifica Renana, a visitare le grandiose opere della Bonifica stessa e in particolare modo gli impianti di trasformazione e produzione di energia elettrica e le imponenti centrali idrovore di Sajarino e Vallesanta.

Facevano gli onori di casa il N. H. Comm. Ing. Pasini, Direttore della Bonifica e l'Ing. Sacchi, Ingegnere Capo della stessa, che, seguendo ormai la tradizionale signorile cortesia del Consorzio, offrirono ai convenuti una lauta colazione.

Levate le mense, i gitanti, sempre valendosi dei mezzi messi a disposizione degli Ospiti, si recarono a visitare una delle quattro stazioni convertitrici per l'alimentazione della Ferrovia Elettrica del Consorzio stesso, ed infine fecero ritorno a Molinella, dove, accolti dagli Egregi Dirigenti del nuovo Zuccherificio, visitarono minutamente tale grandioso stabilimento, che costruito con criteri prettamente moderni, permette fra l'altro la pronta valorizzazione delle enormi estensioni di terreno che la Bonifica Renana ha redento alla agricoltura.

Alle 18 la comitiva riprendeva la via del ritorno a Bologna.

* *

SEZIONE DI BARI

Ad iniziativa di questa Sezione e dell'Ente Pugliese di Cultura Popolare, il 15 dicembre 1925 è stato aperto a Bari, presso il Regio Istituto Tecnico, un Corso pratico per operai elettricisti, il quale comprende due Sezioni:

Sezione 1^a - Nozioni elementari di elettricità - Conduttori e impianti di illuminazione elettrica - Esempi pratici.

Sezione 2^a - Macchine elettriche - Cabine di trasformazione - Impianti di forza motrice - Esercizio e manutenzione dei medesimi.

Alla fine del Corso sarà rilasciato apposito certificato.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

Soc. An. Stucchi, Ceretti - Tip.-Lit. - Milano

L'ELETTRATECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTRATECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

L'A. E. I. all'Esposizione di Grenoble.

Siamo lieti di poter partecipare che la nostra Associazione ha ottenuto la massima delle onorificenze alla recente esposizione del Carbone bianco di Grenoble, essendo stata posta fuori concorso e chiamata a far parte della Giuria per l'assegnazione delle onorificenze agli altri espositori.

Su questo nuovo successo dell'A. E. I. avremo occasione di ritornare pubblicando l'elenco completo delle onorificenze toccate ai nostri espositori ed uno scritto riassuntivo sulla riuscita Esposizione.

Per le Norme e per i compiti tecnici dell'A. E. I.

Richiamiamo l'attenzione dei lettori, e particolarmente dei giovani, sul bando di concorso pubblicato nella parte ufficiale per un posto di ingegnere presso l'Ufficio centrale dell'Associazione. Si tratta di un primo passo, deliberato a Napoli dal Consiglio Generale, verso quella generale sistemazione interna dell'A. E. I. che per qualche anno dovrà costituire uno dei principali pensieri della Presidenza. Siamo ormai lontani dai tempi in cui con poche centinaia di soci, bastavano poche ore dell'opera di qualche volontario per il disbrigo delle « ordinarie faccende » dell'A. E. I. Coi suoi 5500 soci, con le sue pubblicazioni periodiche e straordinarie, colle sue iniziative, il nostro Sodalizio è ormai un organismo assai importante e tutto il suo ufficio centrale — che nelle condizioni attuali compie dei veri miracoli — deve essere a poco a poco riorganizzato, a cominciare dalla Sede. Ma intanto era indispensabile fare subito qualche cosa perchè i compiti tecnici che costituiscono la parte prevalente dell'opera dell'A. E. I. potessero svolgersi più regolarmente. Fra essi le Norme sono senza dubbio di importanza preminente esse hanno bisogno d'essere completate ed arricchite di nuovi capitoli, di essere periodicamente rivedute ed aggiornate. Tale compito spetta ormai completamente al Comitato elettrotecnico (che ha ultimamente assorbito anche l'antica Commissione impianti); ma non si può evidentemente pretendere che gli egregi colleghi che al Comitato danno opera e consigli, spingano la loro abnegazione fino ad addossarsi il lungo e minuzioso lavoro di redazione e di coordinazione necessario per fare di uno schema di Norme un'opera organica. A tale lavoro dovrà dedicare una gran parte della sua attività il nuovo personale assunto dall'Associazione: lavoro tecnicamente interessante, che richiede spirito critico, cultura e quadratura di pensiero: lavoro che può indubbiamente allettare dei giovani di valore che sappiano vedere al di là della lettera del concorso, le possibilità riservate all'immane sempre maggiore sviluppo della nostra Associazione.

Le valvole ioniche e le misure elettriche.

Fin dai primi successi delle valvole ioniche a due o tre elettrodi, nei più disparati campi delle applicazioni elettriche, moltissimi prevedero la grande importanza che esse avrebbero dovuto assumere nel campo delle misure elettriche. E difatti, numerosissime seguirono le pubblicazioni relative a metodi di

misura basati sull'impiego delle valvole. Con tutto ciò esse non sono ancora entrate nell'uso comune di molti laboratori, e noi pensiamo che la cosa possa attribuirsi, oltre che alla delicatezza intrinseca al funzionamento del nuovo prezioso apparecchio ed al misoneismo insito nella natura umana, al fatto che la maggior parte dei metodi nacquero necessariamente nei laboratori specializzati per le radiotrasmissioni e furono spesso, specie in addietro, presentati sotto un aspetto del tutto particolare e con quella terminologia che per molti anni parve voler fare della radiotecnica una cosa a sè, estranea alla comune elettrotecnica. E' ormai tempo invece che uno scritto monografico di carattere specialmente didattico, ponga le valvole ioniche al loro giusto posto nel quadro generale delle misure elettriche, contribuendo efficacemente a diffonderne l'uso in tutti i laboratori anche per quelle misure industriali che, in un certo senso, possono sembrare agli antipodi della radiotecnica.

Un ottimo avviamento a tale vagheggiato lavoro monografico, deve essere considerato l'articolo dell'Ing. PUGNO-VANONI, pubblicato in questo fascicolo. In esso infatti l'autore ha diligentemente raccolto tutti i più importanti metodi di misura, basati sull'uso delle valvole ioniche, finora comparsi, classificandoli secondo gli scopi delle misure ed aggiungendo su ognuno osservazioni, critiche e suggerimenti. Lo scritto non vuole avere, con la sua concisione, carattere didattico; ma gioverà moltissimo a richiamare finalmente l'attenzione di tanti su un argomento di grande importanza e troppo ingiustamente trascurato.

L'illuminazione degli alberghi.

L'Ing. CARLO CLERICI, che si è fatto un vero apostolo della buona e razionale illuminazione e che con la parola e con gli scritti cerca sempre di debellare l'empirismo che ha sinora regnato sovrano in questo campo pur così importante delle applicazioni elettriche, pubblica oggi una gustosa nota sulla illuminazione delle camere di albergo. Le disavventure che egli narra rientrano nell'esperienza quotidiana di quanti sono costretti a passare una parte della loro vita nelle camere d'albergo, e non c'è che da augurarsi che le conclusioni del Clerici siano tenute presenti da tutti e soprattutto dagli albergatori.

LA REDAZIONE.

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.**Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.**

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.

□ LA VALVOLA TERMOIONICA NELLE MISURE □ □ □ □ □ □ □ □

E. PUGNO VANONI

Fu affermato da un entusiasta che la storia della fisica si dividerà in due periodi: quello prima della scoperta delle valvole termoioniche, e quello susseguente a questa scoperta. Anche senza condividere una simile opinione, appare certo che l'introduzione della valvola termoionica ha permesso di risolvere problemi difficilmente in altro modo affrontabili; il campo delle misure, specialmente elettriche, ha già realizzato notevoli progressi con tale applicazione, e certamente ne farà di ancora più importanti.

Scopo di questo lavoro è di raccogliere e coordinare quanto è stato fin qui fatto in questo campo, riunendo il materiale sparso in moltissimi articoli pubblicati in svariate riviste, e fornendo le indicazioni bibliografiche per rintracciare i lavori originali. Dove è stato possibile, ho inoltre indicato le precauzioni da seguirsi per non incorrere in errori, e ho paragonato le sensibilità dei vari metodi, suggerendo anche a volte modifiche nella costituzione o nell'uso degli schemi descritti.

I vari circuiti impieganti le valvole termoioniche a scopo di misura possono essere divisi razionalmente in varie classi a seconda che la valvola funzioni da rettificatrice, da amplificatrice o da oscillatrice. Ciò, naturalmente, non ha un valore assoluto, perchè in molti casi due di queste funzioni sono compiute dalla stessa valvola; inoltre questa classificazione non permette al lettore di formarsi rapidamente un'idea di quali metodi possano servire ad una determinata misura. Ho preferito quindi dividere il lavoro in vari capitoli trattanti ordinatamente delle misure di differenze di potenziale, di intensità, di resistenze, di capacità e induttanze, ed infine delle misure che non rientrano fra le precedenti: in ogni capitolo gli schemi sono ordinati secondo le varie funzioni svolte dalla valvola.

Naturalmente anche questo secondo metodo non permette sempre una divisione netta dei circuiti, e quando questi servono a diversi scopi, opportuni richiami ne indicano le varie applicazioni. Prima di iniziare la rassegna, richiameremo qualche formula relativa alle valvole termoioniche, più che per altro allo scopo di indicare i simboli adottati nel resto della trattazione.

I. - Preliminari.

Il diodo non è che un conduttore unidirezionale, atto cioè ad opporre una debole resistenza a una corrente avente la direzione (convenzionale) dall'elettrodo freddo all'elettrodo caldo, ed una fortissima resistenza (praticamente infinita) per una corrente che tende a seguire il cammino opposto.

La relazione che passa — ad accensione del filamento costante — tra la d. d. p. v agente tra catodo ed anodo nel diodo, e la corrente i che lo attraversa, è data — nel diagramma avente per ascisse le d. d. p. e per ordinate le intensità — dalla nota curva ⁽¹⁾ che in un primo tempo sale con la convessità rivolta verso l'asse delle ascisse, poi rovescia la propria curvatura e diventa parallela a detto asse (fenomeno della corrente di saturazione).

Nel caso particolare di un diodo con il filamento rettilineo posto sull'asse della placca cilindrica, per il primo tratto del diagramma vale approssimativamente la legge

$$i = K v^{3/2} \quad 1)$$

La disposizione degli elettrodi prima descritta è in generale adottata in diodi atti a rettificare tensioni non troppo elevate; quelli per altissime tensioni hanno invece di solito il filamento protetto contro le azioni elettrostatiche troppo forti da uno schermo metallico, di forma varia a seconda dei tipi di valvola. Questo schermo altera il campo attorno al filamento, e la formula 1) non è più valida.

La corrente di saturazione (parte piana del diagramma) è definita dalla nota relazione del Richardson, che dà la corrente in ampere per centimetro quadrato di superficie del filamento

$$I = a T^n e^{-\frac{b}{T}}$$

T essendo la temperatura assoluta, $n \cong \frac{1}{2}$, ed a e b due costanti (per il tungsteno $a = 24 \times 10^6$, $b = 52.500$).

*

Nel caso del triodo sono da considerare due circuiti: quello filamento-griglia, e quello filamento-placca, legati tra di loro dalle azioni reciproche che si manifestano nell'interno della valvola. Considerando il funzionamento da amplificatore, e chiamando I_g e V_g la corrente e la tensione di griglia, ed I_p e V_p la corrente e la tensione di placca, e seguendo la teoria proposta dal Vallauri ⁽²⁾, si può scrivere la seguente relazione

$$I_p = g V_g + p V_p + J$$

La grandezza g definisce l'effetto del circuito di griglia su quello di placca, e si può chiamare conduttanza mutua tra il circuito di griglia e di placca, mentre p è la conduttanza interna unilaterale del circuito filamento placca, ed J la corrente residua che passa attraverso al triodo anche quando $V_p = 0$ e $V_g = 0$ per effetto della energia cinetica degli elettroni sfuggenti dal filamento.

Questa formula rappresenta un piano in un sistema cartesiano di assi V_g , I_p , V_p , e come tale è valevole solo per quella zona in cui la famiglia delle caratteristiche corrente di placca-tensione di griglia è formata da segmenti sensibilmente rettilinei e paralleli tra di loro.

Se il vuoto è sufficientemente spinto, la corrente assorbita dal circuito di griglia è trascurabile sino a che la griglia rimane negativa rispetto al filamento. Ciò non è però rigorosamente vero, se del gas residuo è contenuto nella valvola, per effetto degli ioni positivi che si formano. Allora la corrente di griglia si annulla solo per un determinato potenziale negativo, e poi si inverte. Queste correnti di origine puramente ionica sono però trascurabili nei triodi moderni.

Tracciando sperimentalmente la caratteristica tensione di griglia-corrente di griglia per una data accensione del filamento e per una data tensione di placca, è possibile calcolare quale è la potenza media che assorbe il circuito di griglia da una sorgente di f. e. m. alternativa esterna da amplificare ⁽³⁾.

II. - Misure di differenze di potenziale.

Il problema può presentarsi sotto vari aspetti a seconda che occorra misurare d. d. p. senza erogare nessuna corrente (metodi potenziometrici) oppure sia ammissibile una piccola sottrazione di energia alla sorgente da misurare. Nel caso assai frequente di misure su grandezze alternative bisogna distinguere la natura della grandezza da determinare (valore efficace, massimo o medio) e ciò naturalmente porta alla utilizzazione di circuiti notevolmente diversi.

*

Cominciamo la nostra rassegna esaminando l'impiego delle valvole come rettificatori.

a) Nel 1916 Chubb ⁽⁴⁾ propose il seguente circuito per la misura della tensione massima (crest voltage) di tensioni alternative. Lo schema (fig. 1), dove V indica un voltmetro a cor-

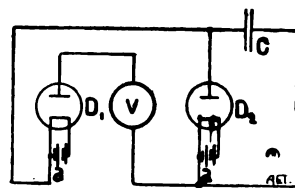


Fig. 1.

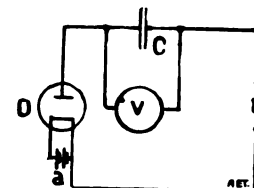


Fig. 2.

rente continua e D_1 e D_2 dei diodi (in questo caso si trattava di rettificatori col filamento acceso in atmosfera di gas o di vapori), mostra chiaramente come le indicazioni del voltmetro siano proporzionali al valor medio dell'onda positiva della tensione misurata, mentre l'onda negativa che passa attraverso a D_2 non interessa il voltmetro. La taratura viene fatta in modo empirico, impiegando allo scopo uno spinterometro normale a sfere, usato colle dovute cautele, e tenendo conto della frequenza. Uno studio del Work ⁽⁵⁾, apparso nella stessa epoca, rivela le cause d'errore che intervengono nella misura quando la forma dell'onda si discosta molto da quella usata per la taratura. Il voltmetro misura infatti, come si è detto, il valore medio delle alternanze positive, e non il valore massimo.

b) Contemporaneamente Sharp e Doyle ⁽⁶⁾, ancora sotto il nome di « Crest Voltmeters », indicano un circuito (fig. 2) in cui il diodo è usato per caricare una capacità C colla f.e.m. E da misurare. La differenza di potenziale tra le armature del con-

densatore viene misurata da un voltmetro elettrostatico. Se la impedenza della valvola è sufficientemente piccola e il valore massimo non dura solo un tempo estremamente breve la capacità risulta caricata alla tensione massima E_M , e quindi il voltmetro indica questo valore.

Perchè le misure risultino esatte, occorre soddisfare a diverse condizioni, che brevemente riassumo (⁷).

1) la valvola D non deve lasciar passare corrente inversa;
2) l'isolamento del voltmetro V e del condensatore C deve essere tale da non lasciar sensibilmente cadere la tensione tra due successivi impulsi. Rimedio ad un isolamento non perfetto è l'aumento della capacità C ;

3) la capacità C deve essere un multiplo sufficientemente grande della capacità filamento-anodo C_1 propria della valvola.

Infatti, chiamando v la tensione applicata al voltmetro, e la tensione della sorgente da misurare (di ampiezza E_M), ed e_1 la d. d. p. tra gli elettrodi del diodo, si può scrivere:

$$e = v + e_1 \quad (6)$$

$$Cv - C_1 e_1 = \text{cost.} \quad (7)$$

valendo la seconda per tutto il tempo in cui la valvola non lascia passar corrente, qualora si trascurino le perdite per isolamento difettoso. Posto

$$e = E_M \sin \omega t,$$

dalla (6) e dalla (7), eliminando e_1 , si ottiene

$$v = \frac{C_1}{C_1 + C} E_M \sin \omega t + \text{cost.}$$

Trascurando l'impedenza della valvola, si ha che per $t = \frac{\pi}{2\omega}$, $v = E_M$, e quindi

$$E_M \frac{C}{C_1 + C} = \text{cost.}$$

Risulta pertanto che al voltmetro è applicata una tensione (valore istantaneo):

$$v = E_M \left(\frac{C}{C_1 + C} + \frac{C_1}{C_1 + C} \sin \omega t \right).$$

La d. d. p. ai morsetti del voltmetro fluttua quindi tra E_M e $E_M \frac{C-C_1}{C+C_1}$, ed essendo V un strumento elettrostatico, il valore indicato è un valore efficace, cosicchè, detto T il periodo,

$$V = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2 dt} = \frac{E_M}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{C}{C_1 + C}}$$

E' ovvio che per rendere praticamente $V = E_M$ bisogna che C_1 sia trascurabile rispetto a C .

4) Nelle misure ora descritte bisogna tener conto di quale sia il polo della batteria di accensione del diodo, connesso alla f. e. m. da misurare.

Se la connessione è fatta sul polo negativo, essendo l'anodo positivo rispetto al filamento incandescente quando la corrente attraversa il diodo, l'estremità di questo unita al polo negativo della batteria avrà la massima differenza di potenziale rispetto all'anodo; e quindi, se si è lontani dalle condizioni di saturazione, la maggior parte della corrente partirà da questa zona del filamento, che si trova ad un potenziale non dipendente dalla f. e. m. della batteria di accensione.

Se al contrario si fa la connessione del circuito anodico sul polo positivo della batteria, la massima differenza di potenziale tra anodo e filamento si ha all'estremo negativo; e quindi la tensione della batteria di accensione si somma alla E da misurare.

5) Trattandosi di misurare tensioni molto elevate, bisogna osservare che le perdite per effetto corona non facciano cadere troppo rapidamente la tensione del condensatore.

c) Lo stesso schema può essere realizzato impiegando al posto di un voltmetro elettrostatico un voltmetro a corrente continua ad altissima resistenza. Il sistema allora deve essere tarato sperimentalmente in base alla frequenza ed alla forma d'onda della tensione da misurare.

d) Invece di usare di un voltmetro elettrostatico per misurare la d. d. p. tra le armature del condensatore, si può anche impiegare un galvanometro balistico, usufruendo dello schema di fig. 3.

La capacità C viene caricata attraverso al diodo D al valore massimo di E , e poi scaricata attraverso al galvanometro G , che dà un'elongazione proporzionale alla quantità di elettricità immagazzinata, e quindi ad E_M .

Il Paris (⁸) ha studiato questo schema verificandolo con tensioni note e continue, ed ha constatato che il galvanometro devia anche con d. d. p. E nulle; ciò perchè la corrente anodica nel triodo si manifesta per una tensione anodica nulla (effetto della velocità iniziale di emissione degli elettroni), anche quando il condensatore è connesso al polo negativo della batteria d'accensione. Il fenomeno si verifica pure con d. d. p. alternativa, ma con legge più complessa, perchè mentre la linea di taratura per valori sufficientemente alti tende allo zero, ad un certo punto essa si discosta dall'andamento rettilineo per raggiungere il punto in cui la retta di taratura a corrente continua taglia l'asse delle ordinate. Se invece si misurano i valori massimi di tensioni raddrizzate, questa deviazione dalla retta non si manifesta, e si possono molto semplicemente fare misure anche per valori assai piccoli della d. d. p. incognita, risultando la linea di taratura rettilinea, come nel caso della corrente continua.

La trasformazione della f.e.m. alternativa in pulsante può essere realizzata o con un secondo diodo che raddrizzi la tensione da misurare, o sommando alla f. e. m. alternativa incognita una f. e. m. continua nota, bastevole ad impedire l'inversione della polarità.

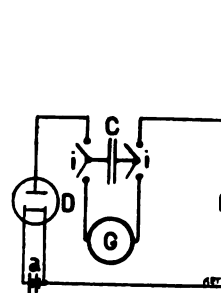


Fig. 3.

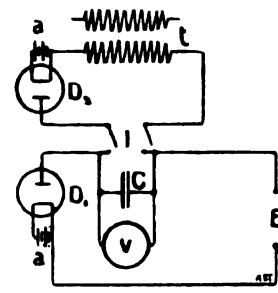


Fig. 4.

e) Lo schema di fig. 2 può venir usato per la misura delle sovratensioni, applicando il voltmetro di cresta ad una induttanza posta sulla linea da studiare. La questione venne ampiamente trattata dallo Schenkel (⁹), che indagò quali siano le condizioni a cui bisogna soddisfare per non avere errori troppo forti. Supposta l'onda formante la sovratensione di forma rettangolare con un valore E durante un tempo t , e chiamando v la tensione al voltmetro, ed e_1 la d. d. p. tra gli elettrodi del diodo, si può scrivere:

$$E = v + e_1$$

e per il tempo t in cui $E = \text{cost}$

$$-\frac{dv}{dt} = \frac{de_1}{dt} \quad (8)$$

La corrente di carica del condensatore è

$$I = C \frac{dv}{dt} \quad (9)$$

e la corrente attraverso alla valvola (supposta valida la nota legge dei 3/2)

$$I = k e_1^{3/2} \quad (10)$$

in cui k è un coefficiente dipendente dalla forma e dalla natura degli elettrodi del diodo.

Dalle (8), (9), (10) si può ricavare che

$$dt = -\frac{2}{3} \frac{C}{k^{2/3}} \frac{dI}{I^{1/3}}$$

che, integrata (determinando la costante colla considerazione che per $t = 0$ $I = k E^{3/2}$), dà

$$\sqrt[3]{I} = 2 \frac{C}{k^{2/3}} \frac{1}{t + 2 \frac{C}{k} \frac{1}{\sqrt{E}}} \quad (11)$$

La d. d. p. che si misura nel condensatore è

$$V = \frac{1}{C} \int I dt$$

Integrando, dopo aver posto il valore di I ricavato dalla (11), e considerato che, per $t = \infty$, $V = E$, si ha

$$V = E - \left[2 \frac{C}{k} \frac{1}{t + 2 \frac{C}{k} \frac{1}{\sqrt{E}}} \right]^2 \quad (12)$$

Come era facile intuire, V risulta sempre un po' minore di E , e quindi la lettura è sempre affetta da un errore. Per misurare sovratensioni brevissime bisogna che la capacità sia piccola e l'ammettenza del diodo grande.

Se E è molto grande conviene dare una carica iniziale al condensatore, per esempio mediante un trasformatore T ed un diodo D_2 come nello schema di fig. 4, col che, essendo la capacità portata ad un potenziale iniziale V_0 , la (12) diventa

$$V = E - \left[2 \frac{C}{k} \frac{1}{t + 2 \frac{C}{k} \frac{1}{\sqrt{E - V_0}}} \right]^2 \quad (13)$$

Questo schema misura solo le sovratensioni che si presentano con una polarità atta ad attraversare la valvola; inoltre bisogna tener presente che l'induttanza posta sul circuito in cui si studiano le sovratensioni (avente in parallelo la capacità dell'apparecchio descritto) altera la forma d'onda che si vuol studiare. Sussiste naturalmente sempre la fonte di errore rappresentata dalla capacità della valvola e della sua batteria d'accensione: il metodo però è forse il più preciso che si abbia attualmente per questo genere di prove.

f) Il diodo permette anche di utilizzare i galvanometri come strumenti di zero nei metodi di misura con corrente alternata (¹⁰), inserendo il galvanometro nel circuito di misura attraverso ad un trasformatore ed a due diodi, che effettuino il raddrizzamento di entrambe le alternanze secondo uno dei noti schemi utilizzati a questo scopo. Nelle misure potenziometriche ciò può essere usato utilmente.

*

La lampada a tre elettrodi è atta a causare forti variazioni della corrente nel circuito di placca con piccole variazioni del potenziale di griglia, e questa sua proprietà trova largo impiego negli schemi per le misure.

g) Il triodo, col seguente artificio, serve assai bene a constatare quando in un circuito potenziometrico è raggiunta la eguaglianza tra le due forze elettromotrici (¹¹). Basta infatti inserire nel circuito contenente le due f. e. m. in opposizione un condensatore soggetto a variazioni periodiche di capacità con frequenza telefonica (ciò che può essere ottenuto per mezzo di un motorino). Un telefono posto nel circuito anodico del triodo, col proprio silenzio rivela molto nettamente quando le due armature del condensatore sono ad uguale potenziale.

h) Con la disposizione indicata dallo Scott-Taggart (¹²) si può usare il triodo al posto di un voltmetro (fig. 5). Variando il potenziale di griglia V_g sino a ridurre a zero la corrente anodica, la d. d. p. applicata E risulta proporzionale, attraverso ad una costante determinabile sperimentalmente, al valore di V_g . La taratura si fa con d. d. p. note.

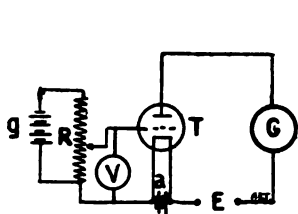


Fig. 5.

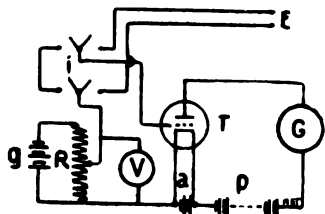


Fig. 6.

Per misurare tensioni elevate occorre che il triodo sia a vuoto assai spinto; inoltre è della massima importanza che, durante la prova, l'accensione del filamento non vari.

Se E è una d. d. p. alternativa, il valore di V_g è proporzionale al valore massimo.

k) Una modificazione di questo schema è la seguente (figura 6).

Si pongono una batteria ed un galvanometro nel circuito anodico del triodo, e mediante un potenziometro si regola la d. d. p. filamento-griglia (V_{g0}) sino a ridurre a zero la corrente anodica. Inserita allora nel circuito di griglia la E da misurare, si sposta il potenziometro sino ad un valore del po-

tenziale di griglia (V_{g1}) atto ad annullare di nuovo la corrente anodica. La differenza tra i due potenziali di griglia ($V_{g1} - V_{g0}$) dà in valore assoluto l'ampiezza della tensione E da misurare.

Il metodo va usato con grandi cautele, specialmente per le piccole tensioni (errori sino del 45 % su 4 volt e dell'80 % su 1 volt), perchè l'ampiezza delle onde intermittenti di tensione necessaria a dare alla corrente anodica un valore medio atto ad essere segnalato dal galvanometro, risulta notevolmente maggiore del potenziale continuo applicato alla griglia dal potenziometro, specialmente se si tratta di curve di tensione molto acute.

i) Un circuito del tipo di quello usato dal Miller per misurare il fattore d'amplificazione della valvola può servire (¹¹) a studiare deboli forze elettromotrici alternative E sincrone (figura 7) con la f. e. m. E che alimenta il potenziometro R . Basterà a questo fine inserire la E da studiare nel circuito di griglia. Per ridurre al silenzio il telefono occorre che lo sfasamento sia esattamente di 180 gradi. Piccole variazioni di fase sulla corrente che attraversa il potenziometro possono essere ottenute con una capacità C ed una induttanza L variabili, poste in serie in questo circuito.

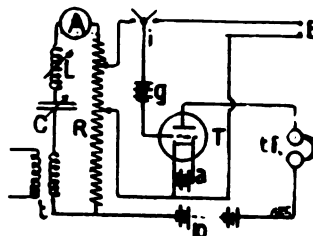


Fig. 7.

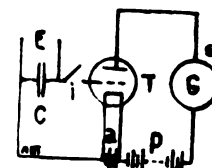


Fig. 8.

l) Per talune misure la corrente di griglia di un triodo è troppo forte, ed allora quando occorre misurare d. d. p. continue senza praticamente erogare corrente (¹¹), può servire il seguente schema (fig. 8), in cui una capacità C , con una armatura permanentemente connessa al filamento di un triodo, viene caricata dalla E da misurare, e poi, a carica finita, scaricata attraverso al circuito di griglia. Scegliendo opportunamente la polarità si ottiene una brusca variazione della corrente di placca, che viene registrata da un galvanometro balistico. La taratura dell'apparecchio conviene sia fatta col solito dispositivo potenziometrico, ed è opportuno rendere automatica la manovra per la scarica, o per lo meno comandarla a distanza, onde non alterare la capacità del sistema.

m) Il Blondel (¹³) ha pubblicato diversi importanti studi sull'impiego degli amplificatori per la misura di deboli d. d. p., calcolando le condizioni più convenienti per ottenere la massima sensibilità.

Un primo metodo studiato è quello detto della « bilancia termoeionica » (fig. 9), impiegante un galvanometro differenziale, di cui una bobina G è percorsa da una corrente regolabile per mezzo di una resistenza R , e l'altra, G_1 , è attraversata dalla corrente anodica di un triodo. Nel tratto in cui la caratteristica corrente di placca-tensione di griglia è sensibilmente retta si può scrivere, come già fu detto per la corrente di placca I_p .

$$I_p = g V_g + p V_p + J$$

dove V_g è il potenziale applicato alla griglia, V_p il potenziale applicato alla placca.

Una variazione del potenziale di griglia è subito rivelata dal galvanometro differenziale, e la deviazione di questo sarà proporzionale a

$$\Delta I_p = \frac{g}{1 + p R_1} E$$

dove ΔI_p rappresenta l'incremento della corrente di placca per una variazione E del potenziale di griglia, ed R_1 è la resistenza, esterna alla lampada, del circuito di placca. Calcolando la sensibilità raggiungibile con galvanometri presentanti un dato volume di rame, si vede come il metodo sia molto sensibile solo per sorgenti di f. e. m. ad alta resistenza, e non convenga per quelle di bassa resistenza, come ad esempio le coppie termoelettriche.

Si può usare, invece che il galvanometro differenziale, lo elettrometro a quadranti; ma allora la sensibilità risulta minore.

n) Alla resistenza R della schema fig. 9 può essere sostituito un altro triodo, ed in questo caso, come venne indicato dal Depriester (¹³) non è necessario usare un galvanometro

differenziale. Si annulla la corrente che passa attraverso al galvanometro G (fig. 10) prima che la E da misurare sia applicata, variando la R , e l'accensione dei due triodi. Inserendo la E , questa produce un aumento della corrente anodica I_1 , un abbassamento del potenziale della griglia della seconda valvola, e quindi una riduzione di I_2 . La corrente che attraversa il galvanometro,

$$I_G = \Delta I_1 + \Delta I_2,$$

risulta proporzionale a E . Conviene prendere R_1 molto grande.

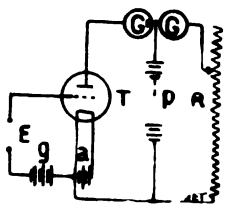


Fig. 9.

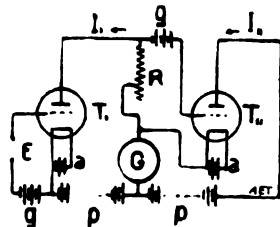


Fig. 10.

o) Il triodo può essere posto a formare uno dei rami di un ponte di Wheatstone (¹⁶) come in fig. 11, riportando a zero il galvanometro prima e dopo dell'introduzione della f. e. m. E . Se si suppongono costanti r_2 e $r_3 + r_4$, usando dei simboli già impiegati si può dedurre che

$$E = \frac{\Delta r_3}{r_3 + r_4} \cdot \frac{p + \frac{1}{r_2}}{g} E_p.$$

Si può naturalmente anche fare una taratura dell'istrumento a mezzo di un potenziometro.

p) Lo stesso schema del ponte semplice può essere utilizzato senza riportare a zero il galvanometro dopo introdotta la E , ed allora le deviazioni del galvanometro risultano proporzionali a E . La taratura anche in questo caso conviene sia fatta col potenziometro, ed anzi (osservazione generale per tutti questi metodi) conviene ripeterla frequentemente anche durante il corso delle misure, disponendo il circuito in modo da potere, a mezzo di un inseritore, sostituire rapidamente al potenziale E da misurare una d. d. p. nota, presa su un potenziometro.

q) Schemi analoghi ai precedenti, ma più sensibili, si ottengono sostituendo alla resistenza r_2 un altro triodo, al cui potenziale di griglia si fa pure subire una variazione. La sensibilità può essere quasi doppia di quella ottenuta con un solo triodo (quando le due variazioni di E_g siano uguali); ma certamente nell'uso pratico questi ultimi metodi sono meno comodi dei precedenti, dovendosi mantenere costanti le caratteristiche di due triodi invece che di uno.

Gli ultimi due metodi esposti si possono applicare anche a correnti alternate, perchè, quando non ci si allontani dal tratto rettilineo della caratteristica di griglia, vi è proporzionalità tra E e I_p anche se trattasi di grandezze alternative. Naturalmente si dovrà usare un galvanometro sensibile alle correnti alternate. Impiegando un oscillografo si ha così modo di analizzare le armoniche di una debole f. e. m. periodica.

r) Partendo dallo schema del ponte di Wheatstone si possono ricavare dispositivi di grande sensibilità.

Si può, ad esempio, nello schema di fig. 11 sostituire al galvanometro G il circuito di griglia di un triodo posto esso pure a formare il lato incognito di un secondo ponte di Wheatstone. Disponendo opportunamente i circuiti si possono accendere i due filamenti con un'unica batteria.

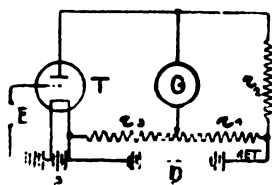


Fig. 11.

Lo schema a ponte può anche essere modificato nella sua composizione, sopprimendo delle resistenze e sostituendole con batterie a prese intermedie, come ad esempio negli schemi di fig. 12 e di fig. 13.

s) In fig. 12, dopo riportato il galvanometro a zero variando il valore di r_2 , si applichi alla griglia la E da studiare; si avrà sul galvanometro una deviazione proporzionale ad E . Il rapporto di amplificazione è tanto più elevato quanto più sono piccoli la resistenza interna del triodo ed il rapporto $\frac{r_2}{r_1}$.

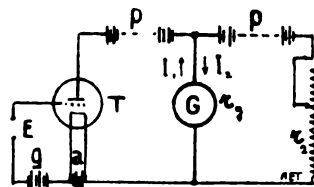


Fig. 12.

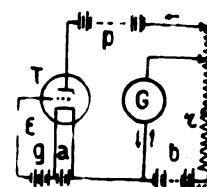


Fig. 13.

u) Anche nello schema di figura 13 si procede nello stesso modo alla misura, riportando a zero il galvanometro prima di applicare la E , e leggendo poi la deviazione una volta inserita la E nel circuito di griglia.

Abbiamo osservato come con i dispositivi a ponte sia possibile aumentare la sensibilità, collegandone parecchi in serie. Non conviene però superare il numero di due, perchè con due valvole si può già avere una sensibilità tanto grande quanto si vuole (almeno teoricamente), applicando il principio della rigenerazione introdotto dall'Amstrong.

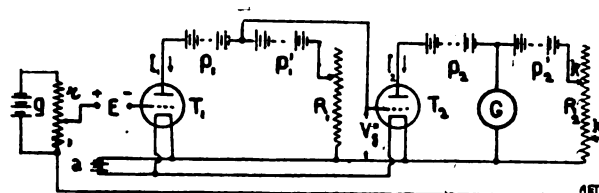


Fig. 14.

v) Consideriamo lo schema di fig. 14 ricavabile dal raddoppio di quello di fig. 12. Sul circuito di griglia del primo triodo agiscono una f. e. m. costante g , presa dal dispositivo potenziometrico, la E incognita, e la f. e. m. detta di rigenerazione, che si ha a disposizione sulla resistenza R_2 del secondo triodo.

Disponendo la E in modo che aumenti il potenziale negativo della prima griglia, si riduce la corrente anodica I_1 nel primo triodo, e si eleva quindi il potenziale nel senso positivo della griglia della seconda valvola, aumentando in conseguenza la corrente anodica che la attraversa. Ne consegue che la caduta di tensione in R_2 aumenta, e quindi la f. e. m. di rigenerazione prelevata su R_2 dal cursore k_1 contribuisce ad aumentare il valore del potenziale di griglia del primo triodo.

Nel funzionamento occorre che le valvole lavorino nel tratto rettilineo della loro caratteristica, e che le griglie siano e restino negative rispetto ai filamenti. Ciò è ottenibile anche per il secondo triodo con convenienti valori di E_{p1}' e R_1 essendo

$$V_g'' = E_{p1}' - R_1 I_1.$$

La regolazione della sensibilità si ottiene, dopo aver messo nella condizione normale di funzionamento la seconda valvola (corrente in G nulla quando manca la E), spostando il cursore k_1 . La sensibilità varia linearmente in funzione della resistenza R_2 inserita da k_1 ; la stabilità del sistema impedisce però che si aumenti troppo l'amplificazione ottenuta con questo metodo. Infatti aumentando l'azione sul primo triodo della d. d. p. amplificata, si arriva ad un punto in cui il circuito diventa una resistenza negativa, e come tale provoca l'innescarsi di oscillazioni, secondo il ben noto fenomeno che accade negli amplificatori radiotelefonici a reazione.

Se le misure vanno fatte su correnti alternate, può essere conveniente raddrizzare le correnti amplificate, per usare come strumento di misura un ordinario galvanometro. Ciò è facilmente ottenibile aggiungendo agli schemi ora descritti un diodo od un triodo montato in detector. La corrente che così attraversa il galvanometro non risulta però più proporzionale alla E tranne in qualche caso particolare. L'introduzione della valvola rettificatrice ha l'inconveniente di modificare durante un'alternanza il carico sulla resistenza di rigenerazione, ed allora conviene interporre tra la valvola rettificatrice ed il dispositivo prima descritto una quarta lampada per evitare questo effetto perturbatore.

14) Una notevole applicazione del triodo come amplificatore, e come conduttore unilaterale che impedisce le reazioni tra le varie parti di un circuito, si ha nel potenziometro per corrente alternata descritto dal Wentz (fig. 15) (17). Questo apparecchio misura f. e. m. alternate, di frequenze comprese tra 50 a 14.000 periodi, determinando direttamente la fase e il valore assoluto.

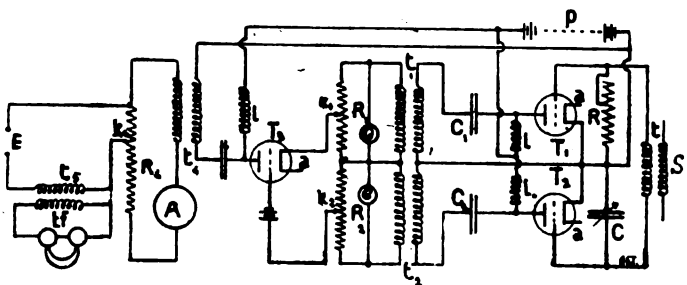


Fig. 15.

La sorgente ausiliaria di f. e. m. alternata S è un ordinario circuito oscillante alimentato da un triodo (non indicato nello schema) che, attraverso ad un trasformatore t , comanda le griglie di due triodi (T_1 , T_2), l'una a mezzo di un condensatore variabile C , l'altra attraverso ad una resistenza ohmica R , pure variabile.

Essendo R e $\frac{1}{\omega C}$ molto piccole rispetto alle impedenze dei circuiti di griglia di T_1 e T_2 , le tensioni in R e C sono tra di loro in quadratura. I circuiti di placca dei due triodi, attraverso a due trasformatori identici tra di loro (t_1 , t_2) alimentano le due resistenze R_1 ed R_2 , che risultano così percorse da correnti anch'esse reciprocamente in quadratura. Variando in modo opportuno R e C si possono rendere uguali in valore assoluto le correnti in R_1 e R_2 , ciò che viene verificato a mezzo di un apposito galvanometro differenziale di cui G , G , rappresentano le bobine. I due contatti scorrevoli k_1 e k_2 , solidali tra di loro, permettono di applicare al circuito di griglia del triodo T_3 una tensione che può assumere una fase variabile da 0° a 90° , a seconda che i contatti scorrevoli inseriscono una porzione più o meno grande di R_1 e R_2 . Opportune chiavi di inversione (non indicate nello schema) permettono di esplorare anche gli altri tre quadranti. Le resistenze R_1 ed R_2 sono fatte in modo che la tensione agente sulla griglia di T_3 sia uguale per qualunque posizione dei cursori k_1 e k_2 . Si possono così produrre nella resistenza R_1 delle correnti di fase variabile da 0 a 360 gradi, e spostando il cursore k_1 si può ridurre al silenzio il telefono inserito attraverso ad un trasformatore t_3 nel circuito cui è applicata la f. e. m. E da misurare. Il valore assoluto viene calcolato misurando la corrente circolante in R_1 con un strumento A , e determinando il valore della porzione di R_1 inserita da k_1 nel circuito di E . L'angolo di fase è determinato dalla posizione della coppia di contatti k_1 , k_2 . Occorre premunirsi contro le capacità verso terra che possono alterare la fase nei due circuiti, ed usare valvole con uguali caratteristiche ed a grande impedenza nel circuito di griglia. Col modello descritto dal Wentz sono possibili misure precise con tensioni tra 0,001 a 5 volt.

*

Abbiamo già visto che, quando si devono fare misure di grandezze alternative, specialmente ad elevata frequenza, torna assai comodo l'impiego di strumenti di misura a corrente continua accoppiati a valvole che effettuino il raddrizzamento della corrente da misurare.

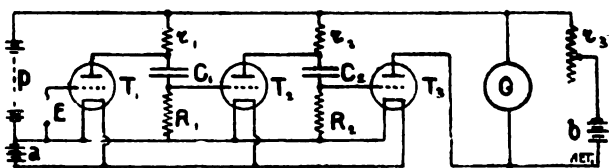


Fig. 16.

Per misurare grandezze assai piccole, oltre a raddrizzare la corrente, conviene anche amplificarla.

x) L'Abraham ed i Bloch (18) hanno descritto un voltmetro di grande sensibilità, basato sul principio degli amplificatori a resistenze e capacità, usati in radiotelegrafia

In questo dispositivo (figura 16) la E alternativa da misurare è applicata alla griglia del primo triodo T_1 , le cui variazioni di corrente anodica provocano, per mezzo di una resistenza r_1 e di un condensatore C_1 , variazioni nel potenziale di griglia dell'1° valvola T_2 . Questa, in modo analogo, agisce sulla terza valvola T_3 , nel cui circuito anodico è inserito il galvanometro G . Prendendo opportuni potenziali di griglia per una delle valvole, questa serve a rettificare la corrente, cosicchè l'istrumento G può essere del tipo per corrente continua. Mediante una batteria b ed un reostato r_3 si annulla la corrente che attraversa il galvanometro quando la E non è applicata.

Per ottenere, sia pure con scapito della sensibilità, una maggiore costanza della curva di taratura del complesso, il Moullin (19) indicò due schemi per la misura delle d. d. p. alternative, sostanzialmente basati sullo stesso principio, ma impieganti un solo triodo.

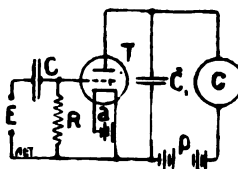


Fig. 17.

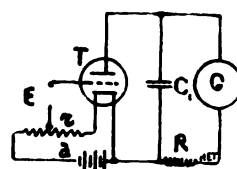


Fig. 18.

y) Nel primo (fig. 17) la f. e. m. alternativa E da misurare agisce per mezzo di una capacità C sulla griglia del triodo, mantenuta ad un conveniente potenziale dalla resistenza R . Un istrumento per corrente continua G misura le conseguenti variazioni della corrente anodica. Questo sistema permette anche di misurare deboli f. e. m. alternative, sovrapposte ad una tensione continua.

z) L'altro schema suggerito (fig. 18) non usa invece nessuna batteria di placca, ma unisce l'anodo, attraverso al galvanometro G e ad una resistenza R , al polo positivo della batteria di accensione. La griglia riceve un potenziale negativo di circa 1,6 volt, per mezzo di una resistenza r percorsa dalla stessa corrente di accensione. Entrambi i tipi di circuito descritti hanno un condensatore C , tra filamento e placca, per ridurre l'impedenza del circuito anodico alle frequenze elevate.

Nell'uso di questi circuiti bisogna sempre aspettare che il regime sia raggiunto, ed evitare accuratamente che si innescino delle oscillazioni persistenti nel circuito di misura.

*

Il capitolo riguardante le misure di d. d. p. è certamente il più numeroso di schemi in questa raccolta. I capitoli che seguono si riferiscono spesso agli schemi qui descritti, utilizzando la misura di d. d. p. per determinare altre grandezze elettriche.

I circuiti esposti permettono misure di grandezze estremamente piccole (il limite inferiore è fissato dalla difficoltà di rendere stabile un sistema molto sensibile), in una vasta gamma di frequenze: dai fenomeni statici a quelle più elevate. In via generale la sensibilità è maggiore per f. e. m. generate in circuiti di alcune migliaia di ohm di resistenza interna. Come già si è detto, ogni qual volta è possibile conviene disporre le cose in modo da poter ripetere frequentemente, durante il corso delle misure, la taratura del circuito, per verificare che le condizioni di funzionamento non siano variate a insaputa dell'operatore.

III. - Misure di intensità.

a) La valvola termoionica usata come rettificatrice permette la misura di intensità medie sui circuiti a corrente alternata, impiegando istrumenti a corrente continua. (19) A questo scopo occorre usare circuiti che rettifichino entrambe le alternanze della corrente (vedi f. cap II).

b) La misura di deboli correnti (ad esempio correnti di ionizzazione) può essere fatta con lo schema proposto dal Malassez (fig. 19) (20). In esso, se si chiude la chiave i la griglia si trova ad un potenziale negativo di circa 40 volt, e quindi, se il vuoto nel triodo T è molto spinto, la corrente anodica è nulla.

Se si apre la chiave, la corrente che attraversa la camera di ionizzazione F tende a rendere positiva la griglia, e quando questa ha raggiunto un certo potenziale il galvanometro devia. Conosciuta la capacità del sistema e la variazione di potenziale di griglia, e misurato il tempo occorrente perchè detta varia-

zione avvenga, si può calcolare la corrente di ionizzazione. Occorrono, come si è detto, valvole a vuoto molto spinte perchè la corrente di griglia nel triodo sia trascurabile quando la griglia è negativa. Per ridurre la produzione di ioni positivi nell'interno del triodo conviene accendere assai debolmente il filamento, e applicare un piccolo potenziale di placca (20-40 volt), accontentandosi di debolissime correnti anodiche.

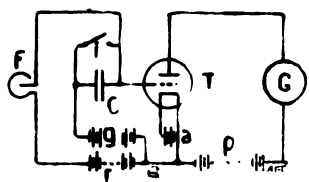


Fig. 19.

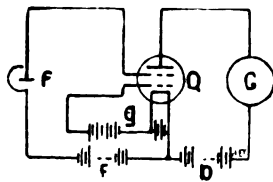


Fig. 20.

c) Sempre per il caso in cui la corrente di griglia di un normale triodo sia già troppo forte per esser trascurabile (ad esempio nelle misure colla cella fotoelettrica) si può utilmente impiegare una valvola a quattro elettrodi (fig. 20).

Come è noto, se nel tetraodo si rende positiva la griglia presso il filamento, il potenziale anodico può essere assai piccolo, così che i fenomeni di ionizzazione per urto nel gas residuo risultino trascurabili. Rendendo allora negativa la seconda griglia, questa assorbe una corrente piccolissima. Lo schema mostra il circuito utilizzato dai Ferriè, Jonaust e Mesny⁽²¹⁾ per misure colla cella fotoelettrica.

d) Anche col tetraodo si può usare l'artificio sopra indicato, di scaricare un condensatore sul circuito di griglia, usando come indicatore un galvanometro balistico (fig. 21).

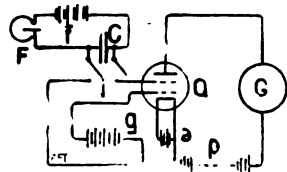


Fig. 21.

e) Misurando con uno dei circuiti del cap. II la differenza di potenziale ai morsetti di una resistenza, o, nota la frequenza, ai morsetti di una capacità o induttanza conosciute, i detti circuiti servono da milliamperometri per correnti ad alta frequenza, con una sensibilità molto maggiore delle migliori termo-coppie.

f) Una sensibilità ancora maggiore⁽¹⁾ si ha usando di un circuito formato da una capacità regolabile e da una induttanza poste in serie, in risonanza colla frequenza della corrente I da misurare, e applicando l'apparecchio voltmetrico di misura ai morsetti dell'induttanza. In queste condizioni, mentre il circuito si comporta per la sorgente come una resistenza ohmica R (R resistenza apparente) assorbendo la tensione IR , ai morsetti dell'induttanza si ha disponibile una tensione ωLI , cioè si ha una amplificazione nel rapporto $\frac{\omega L}{R}$.

IV. - Misure di resistenza.

a) Lasciando isolata la griglia di un triodo (fig. 22), si sa che, per un determinato grado d'incandescenza del filamento e per una determinata tensione di placca, si ha nel circuito anodico una data corrente. Inserendo allora nel circuito di griglia

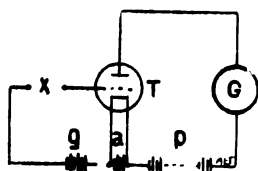


Fig. 22.

una pila disposta in modo da dare potenziali negativi alla griglia attraverso ad una forte resistenza variabile conosciuta (X), è possibile tracciare una curva che lega i valori della resistenza posta nel circuito di griglia coi valori della corrente anodica. Ottenuta questa curva, il triodo è atto a funzionare da ohmetro per altissime resistenze, ponendo la resistenza incognita nel circuito di griglia⁽²²⁾. Praticamente, data la mol-

tiplicità delle cause che possono variare il funzionamento del triodo, conviene usare il metodo come sistema di confronto tra resistenze.

Il valore della corrente anodica va misurato quando si è stabilito il regime; ciò può richiedere un tempo piuttosto lungo se nel circuito di griglia vi sono capacità notevoli e la resistenza da misurare è superiore ad una decina di megaohm.

b) Montando una valvola come sopra, ma ponendola in un circuito a ponte di Wheatstone a deviazione (cap. II - p.), la sensibilità del metodo aumenta grandemente.

c) Utilizzando i circuiti per la misura di d. d. p. e di intensità su grandezze alternative è possibile fare misure di resistenza ad alta frequenza.

V. - Misure di induttanza e capacità.

a) Sempre utilizzando la grande sensibilità dei dispositivi descritti per la misura delle d. d. p., è facile misurare piccole induttanze, piccoli coefficienti di induzione mutua e piccole capacità partendo dalla d. d. p. che si manifesta quando i circuiti sono percorsi da una corrente di intensità e frequenza note.

b) La misura delle capacità e delle induttanze può essere fatta anche usando quei circuiti come indicatori di risonanza⁽¹⁴⁾. Infatti, se in un circuito eccitato da una eterodina e contenente una capacità variabile tarata si ottiene la risonanza, e, dopo introdotta la capacità incognita, si riduce la capacità variabile sino a tornare nelle condizioni primitive, la variazione del condensatore variabile è uguale alla capacità incognita. Se la curva di risonanza non è molto acuta, si ha una precisione maggiore facendo le letture quando il galvanometro non ha la massima deviazione, ma la deviazione è la metà della massima ottenibile.

c) Nel caso di induttanze il metodo si può applicare, invece che con un'induttanza variabile tarata, con una capacità variabile conosciuta, ricorrendo alla notissima formula

$$\omega^2 LC = 1$$

d) Montando un ponte (fig. 23)⁽¹⁾ in cui due rami siano formati da due resistenze uguali e non induttive R_1 e R_2 , e gli

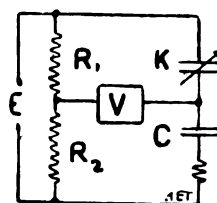


Fig. 23.

altri due da condensatori, di cui uno K tarato del tipo variabile ad aria, e l'altro C incognito, si può misurare il fattore di potenza di quest'ultimo per una data frequenza, quando in V si metta un circuito atto a misurare piccole d. d. p. Variando la capacità di K sino a ridurre al minimo l'indicazione di V (non si arriverà allo zero se non quando il fattore di potenza è uguale nelle due capacità. In pratica il fattore di potenza di K si considera zero), l'angolo di fase in C viene misurato da

$$\frac{2V}{E}$$

essendo V l'indicazione minima ottenibile, ed E la f. e. m. di frequenza voluta, applicata al ponte.

e) Alcuni circuiti, in cui il triodo funziona da oscillatore si prestano ad un paragone molto esatto tra due capacità, oppure a misurare piccolissime variazioni di capacità; ma di questo parleremo nel capitolo delle misure varie, a proposito dei metodi per misurare i piccoli spostamenti (cap. 6 - e).

b) La costanza della corrente di saturazione al variare entro certi limiti della tensione anodica nel triodo può essere utilizzata per le misure assolute di capacità⁽²³⁾ secondo lo schema di fig. 24.

La capacità C viene caricata ad un potenziale v , misurato dal voltmetro elettrostatico V , colla corrente di saturazione i_s , misurata dal galvanometro G , in un tempo t . Risulta allora

Il metodo è assai delicato, e può vantaggiosamente essere sostituito col seguente, non più assoluto, ma di paragone.

G_1 e G_2 (fig. 25) sono due galvanometri (se ne può usare uno solo con opportuna chiave), K è il condensatore campione e C è la capacità da misurare.

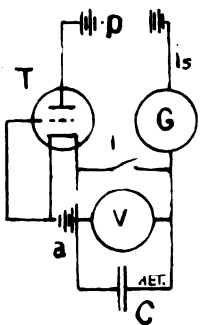


Fig. 24.

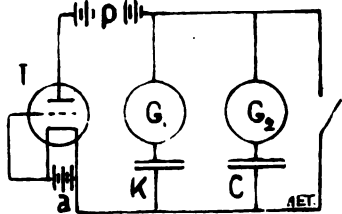


Fig. 25.

Essendo eguali le tensioni sulle armature dei due condensatori, e tenendo conto che $t_1 = t_2$ e che i_1 e i_2 sono costanti, trattandosi di correnti di saturazione, si ricava

$$\frac{C}{k} = \frac{\int_0^{t_1} i_1 dt}{\int_0^{t_2} i_2 dt} = \frac{i_1}{i_2}$$

che fornisce la C in funzione di valori noti.

Altre varianti facilmente immaginabili si possono recare a quel metodo, che è atto a misure di capacità tra 0,0005 e 5 μ F.

VI. - Misure varie.

Ho raccolto in questo capitolo le misure elettriche che non rientrano in quelle precedentemente trattate, e le misure di grandezze fisiche quali le distanze e le pressioni.

a) La misura diretta della magnificazione di un amplificatore può essere fatta colla lettura della d. d. p. amplificata applicando una f. e. m. nota (¹⁹). In questo caso convengono quei circuiti che, possedendo una condensatore nel circuito di griglia, non sono disturbati dalla presenza di una d. d. p. continua tra i due punti fra i quali si fa la misura.

b) Anche i campi magnetici alternativi possono convenientemente essere studiati a mezzo di questi circuiti, unendoli ad una piccola bobina esploratrice: la grande sensibilità permette di usare bobine molto piccole e percorse solo da correnti estremamente deboli (¹⁹).

*

c) Il triodo usato come generatore di oscillazioni trova un impiego larghissimo nelle misure elettriche, in quanto è una sorgente assai pratica per ottenere correnti alternative delle più svariate frequenze. Non ci occuperemo però dei casi in cui le oscillazioni generate dal triodo sono impiegate negli ordinari metodi di misura, ma solo di quegli schemi ove, mediante le variazioni che avvengono nel circuito oscillante, si misurano determinate grandezze fisiche.

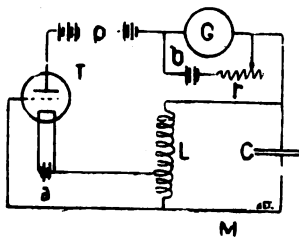


Fig. 26.

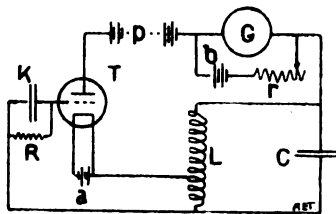


Fig. 27.

Le variazioni di carico in un circuito oscillante alimentato da un triodo, fanno sì che vari in modo considerevole la corrente anodica assorbita da questo. Avvicinando quindi alla induttanza del circuito oscillante (fig. 26) un conduttore M capace di assorbire dell'energia, è possibile rilevare i piccolissimi movimenti che esso subisce, misurando in G le variazioni di corrente anodica (²¹).

Per rendere più sensibile il metodo, si pone nel circuito anodico il galvanometro G montato su un sistema di compensazione composto da una batteria b e da una resistenza regolabile r . Se i movimenti da studiare sono vibratorii, conviene usare un galvanometro tipo Einthoven.

d) I piccoli movimenti possono essere anche rivelati (figura 27) dalla variazione di capacità di un condensatore k posto, o nel circuito di griglia del triodo generatore, o in un circuito accoppiato all'induttanza (non segnato in figura). Invece del galvanometro posto nel circuito anodico possono anche essere usati un galvanometro e un detector accoppiati a un circuito oscillante (²³).

e) Un metodo sensibilissimo per misurare i piccoli movimenti venne proposto dal Widdington (²⁶). Esso consiste (figura 28) nel fare oscillare due circuiti con frequenze vicinissime, a mezzo di due triodi. Un ricevitore telefonico tf , dà allora una nota corrispondente alla frequenza dei battimenti, nota che si può ridurre ad una serie di colpi per frequenze molto vicine fra di loro. La capacità C_1 di uno dei due circuiti oscillanti è formata da due armature, una solidale coll'oggetto di cui si devono rilevare i piccoli movimenti e l'altra fissa. Tutte le variazioni di C_1 influiscono sulla frequenza generata dal triodo T_1 e conseguentemente sul numero di battimenti udibili nel ricevitore telefonico.

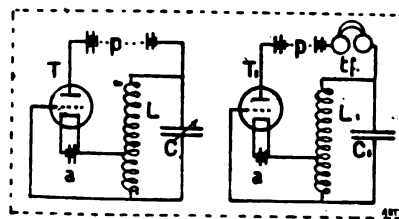


Fig. 28.

Trascurando la resistenza dei triodi ed i vari fenomeni parassiti, la frequenza del circuito oscillante risulta espressa da

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_1 L_1}}$$

Supponendo che il condensatore C_1 , ove si manifestano gli spostamenti, sia formato da due piani paralleli distanti di x e di area A ,

$$C_1 = \frac{A}{4\pi x}$$

e quindi

$$f = \sqrt{\frac{x}{\pi L_1 A}}$$

Differenziando questa espressione rispetto ad x , si ha:

$$\frac{df}{dx} = \frac{f}{2x}$$

Ciò mostra che la sensibilità cresce col crescere di f e col diminuire di x .

Occorre assicurarsi che il regime dei circuiti sia molto stabile (impiegando grandi batterie) e che l'accoppiamento tra i due circuiti sia molto debole per evitare che si sincronizzino tra di loro. Usando frequenze di 10^6 periodi, come faceva il Widdington, la sensibilità del metodo è tale che bastano piccole variazioni di temperatura e di pressione atmosferica per disturbare la misura.

Questi schemi, oltre che per misurare i piccoli spostamenti (la taratura è fatta a mezzo di sbarre di acciaio o quarzo sollecitate a sforzi noti, ammettendo che in questi materiali le deformazioni siano proporzionali agli sforzi), vengono usati anche per studiare altri fenomeni fisici, quali ad esempio le costanti dielettriche dei gas. Bastano infatti tracce di gas o vapori nell'aria compressa tra le armature del condensatore perchè la piccolissima variazione di capacità che ne consegue sia rivelata.

Il metodo può anche servire per le misure di precisione delle capacità, paragonandole a campioni noti (²⁷) (cap. V - e).

*

f) La formazione di ioni positivi nel gas residuo contenuto nel triodo può venire usata al fine di misurare la pressione residua nel bulbo (²⁸).

Dando alla griglia un potenziale negativo ed alla placca una tensione positiva (fig. 29), gli ioni positivi contenuti nel bulbo producono una corrente di griglia i_g che, secondo il Möller, è definita dalla relazione

$$i_g = c p i_a d$$

in cui c è una costante dipendente dalla tensione anodica e dalla natura del gas residuo, p è la pressione del gas nell'ampolla, i_a la corrente anodica e d la distanza tra filamento e placca.

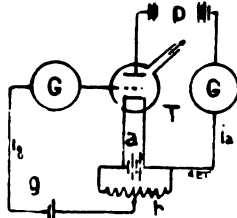


Fig. 29.

La misura quindi della corrente anodica e di quella di griglia permettono, una volta conosciuto c e d , il calcolo di p . L'Hellmut⁽²³⁾ ha studiato ampiamente la questione, mostrando come ciò sia valido sino a che il vuoto è sufficientemente spinto e quindi atto ad impedire la formazione di bagliori azzurri nella valvola.

Una applicazione pratica di questo metodo è quella per misurare la velocità di vuotatura di un dato recipiente per parte di vari tipi di pompe, o della stessa pompa per vari gas.

*

Gli esempi qui riportati danno un'idea della vastità del campo di applicazione delle valvole termoioniche, campo che ogni giorno va sempre più allargandosi.

Caratteristica generale di questi circuiti, tranne qualche caso di semplice rettificazione, è la poca costanza di taratura, e la necessità di impiegare tutta una serie di precauzioni (batterie di grandi capacità, schermi, isolamento ottimo, ecc.), per avere misure attendibili, perchè bastano le più piccole cause per produrre errori notevoli.

Data però l'altissima sensibilità raggiungibile, che può essere ottenuta solo con l'impiego di circuiti con valvole termoioniche, l'uso di questi, come si è detto, va sempre più estendendosi, permettendo di affrontare problemi rimasti sin qui insolubili.

Istituto Fisica Complementare
della R. Università di Milano.

*

NOTE.

- (1) BLOCH: Les Phénomènes Thermioniques - Paris, 1923.
- (2) VALLAURI: Sul funzionamento dei tubi a vuoto a tre elettrodi usati nella radiotelegrafia - *Elettrotecnica*, 25 gennaio 1917, pag. 43 e 63.
- (3) MOULLIN: A direct-reading Thermionic Voltmeter, and its Applications - J. I. E. E. London, vol. 61, n. 315, pag. 295.
- (4) CHUBB: The Crest Voltmeter - J. A. I. E. E., vol. 35, pag. 121.
- (5) WORK: High Voltage Measurement - J. A. I. E. E., vol. 35, p. 209.
- (6) SHARP e DOYLE: Crest voltmeters - J. A. I. E. E., vol. 35, p. 127.
- CRAIGHEAD: Misure del valore massimo di tensioni alternate - Gen. Elect. Rew. II, 1919, pag. 104.
- (7) CLIFFORD, PATERSON e NORMANN CAMPBELL: The Measurement of the Peak Potential of Alternating Source - The Elect., 2 maggio 1919, pag. 514.
- (8) PARIS: Misure balistiche di valori massimi per mezzo di diodi - *Elettrotecnica*, 5 ottobre 1924, pag. 686.
- (9) SCHENKEL: Die elektrische Ventilröhre als Gerät zur Messung von Ueberspannungen - E. T. Z., 15 maggio 1924, pag. 490.
- (10) MAZZA: Sull'impiego di galvanometri come istrumenti di zero nei metodi di misura con corrente alternata. Raddrizzamento con valvole termoioniche - *Elettricità*, 15 maggio 1923.
- (11) MADELUNG: Messung elektrostatischer Potentiale mit des Elektronenröhre, Verh. d. D. Phy. Ges. 6, 14-15, 1925, n. 1.
- (12) SCOTT-TAGGART: Due applicazioni da laboratorio del triodo - The Electr., 25 gennaio 1921, pag. 124.
- (13) BLONDEL: Emploi des amplificateurs pour la mesure des différences de potentiel faibles - Rev. Gen. Elect., Paris, 9 agosto 1919, pag. 163.
- (14) LEJAY: Sur un électromètre à lampe triode, et son application à la mesure du gradient électrique de l'atmosphère - Comp. Rend. T. 178, pag. 1480.

(15) DEPRIESTER: Emploi des amplificateurs pour la mesure des différences de potentiel faibles - Revue Gen. Elec. - Paris, 8 novembre 1919, pag. 619.

(16) BLONDEL: Sur des nouveaux dispositifs amplificateurs potentiométriques de Blondel e Touly - Revue Gen. Elect. - Paris, 4 ottobre 1919, pag. 427.

(17) WENTE: A Vacuum - Tube Alternating - Current Potentiometer. I. A. I. E. E., novembre 1921, pag. 900.

(18) ABRAHAM, E. BLOCH, L. BLOCH: Voltmètre amplificateur à lecture directe - Comp. Rend., 15 luglio 1919, pag. 59 - Bull. Soc. Franc. Electric. - gennaio 1920, pag. 9.

(19) MOULLIN: A direct-reading Thermionic Voltmeter, and its Applications - Inst. Elec. Eng. - London, febbraio 1923, pag. 295.

(20) MALASSEZ: Emploi de la lampe à trois électrodes pour la mesure des courants d'ionisation - Comp. Rend. - T. 172, 1921, p. 1093.

(21) FERRIÉ, JONAUST, MESNY: L'amplification du courant des cellules photo-électriques au moyen des lampes à plusieurs électrodes - Comp. Rend., T. 178, 1924, pag. 1117.

(22) LOEWE e KUNZE: Ohmmetro a triodo - Zeits. Hochfrequenztech. - 25 marzo 1925, pag. 67.

(23) KULFBANKIN: Über Messungen von Kapazitäten mittels Kathodenröhren - E. T. Z., 18 giugno 1925, pag. 923.

(24) THOMAS: Apparecchio per la misura di piccoli spostamenti - Engineering - T. 135, pag. 138.

(25) ECCLES, LEYSHON: Some Thermionic-tube Circuits for relaying and measuring - Inst. Elec. Eng. - London, aprile 1921, pag. 433.

(26) WIDDINGTON: Wireless valve circuits as applied to the measurements of physical quantities - The Wireless World, 22 gennaio 1921.

(27) BEDEAU: Etalonnages des capacités en valeur absolue au moyen des circuits à ondes entretenues - Onde Electrique - febbraio 1923, pag. 85.

(28) DE COLLE: Sulle misure del grado di vuoto nei triodi - *L'Elettrotecnica*, 25 settembre 1923, pag. 627.

(29) HELLMUT: Misure di vuoto mediante tubi elettronici usati come manometri di ionizzazione - Telefunken Zeitung, 23 settembre 1923, pag. 56 - *L'Elettrotecnica*, 15-25 agosto 1924, pag. 569.

□ L'ILLUMINAZIONE DELLE CAMERE NEGLI ALBERGHI □ □ □ □ □

C. CLERICI

Hai tu mai viaggiato, amico lettore? Certo che sì, ed allora la tua buona o mala ventura ti avrà condotto in ogni sorta di alberghi, sia nei lussuosi « Palaces » sia in case più modeste e fors'anche in certe che di albergo hanno il nome ed i prezzi ma non il « comfort ».

Ti saranno toccate camere spaziose con ampie finestre e balconi verso la piazza principale o verso mare o monti, oppure camerette anguste verso cortili ed anche cavedi, il che durante il giorno fa grande differenza, ma non di sera, quando bisogna accendere la luce elettrica.

Orbene è proprio sulla illuminazione che hai trovato che io desidererei il tuo giudizio, cortese lettore.

A me sono toccate camere con una sola lampadina sospesa nel centro col relativo interruttore presso la porta di ingresso, e quando tale lampadina era sospesa ad un lungo cordone mi sono ingegnato con un gioco di funicelle a tirarla più che fosse possibile presso la testata del letto oppure presso la tavola su cui dovevo scrivere, o presso lo specchio per radermi; che se poi la lampadina era fissa presso il soffitto, l'unica soluzione possibile era quella di fare la sera un trasloco del mobilio per portare la tavola in giusta luce, e quanto al letto avendo l'abitudine di leggere prima di addormentarmi, se la stagione lo permetteva mettevo il cuscino al posto del copripiedi, e mi sdraiavo in direzione diametralmente opposta alla usuale.

Mi sono anche toccate camere fastose con lampadari centrali a molte fiamme, cioè con corone di lampadine emergenti da lussuose coppe di ben tagliato cristallo come pistilli da corolle, e inclinate variamente quasi ad assicurarsi che in qualunque posizione si trovi l'ospite nella camera troverà almeno un filamento sulla sua visuale per abbagliarlo. Che se poi crede sottrarsi a tale tormento volgendosi verso il muro, troverà gran coppia di specchi, sulle caminiere, sui mobili ovunque insomma che gli rifletteranno moltiplicate le brillanti immagini.

In simili casi non mi restava che spegnere quella lussuosa illuminazione ed accontentarmi per vederci davvero di qualche modesta lampadina portatile.

E nei gabinetti da bagno non ti è mai capitato di trovare delle lampadine sospese nel mezzo e circondate da coroncine di

cristalli tagliati di ottimo effetto durante il giorno, ma proiettanti la sera strisce d'ombra, cosicchè se ti provi a raderti dinanzi al lavabo, come parrebbe naturale di fare, colla luce dietro le spalle, e le ombre mobili ed irridiscenti dei cristalli non ne vieni a capo e devi trovare un compromesso di insaponarti nel gabinetto da bagno ed andare a raderti nella camera, se in essa avrai potuto portare una lampada presso uno specchio.

Ma è inutile continui nei miei ricordi di infortuni luminosi di viaggio che tu stesso avrai subito pazientemente come un male inevitabile. Tirando le somme ben poche volte mi è toccata una camera di albergo illuminata sufficientemente e razionalmente in modo che io abbia potuto scrivere, leggere, fare toeletta senza dover spostare mobili o lampade, avendo trovato tutto già predisposto nella migliore maniera desiderabile.

Possiamo dare esclusivamente la colpa di questo stato di cose agli albergatori?

Se facciamo una inchiesta io sono certo che gli albergatori in tutta sincerità ci diranno che hanno avuto talvolta reclami dai forestieri sul servizio, o sulla temperatura dell'acqua calda o sulla cucina od altro, ma mai e poi mai da che tengono l'albergo vennero mossi appunti circa l'illuminazione delle camere, il che li autorizzava a credere che essa fosse la migliore possibile e comunque la più gradita agli ospiti.

Amico lettore, d'ora innanzi osserva l'illuminazione della camera d'albergo che ti è assegnata e se essa non ti dà quel senso di comfort che viene dalla sufficiente quantità di luce, così disposta che l'occhio non soffra abbagliamenti, lamentati coll'albergatore, perchè con questo farai il vantaggio dei viaggiatori che ti seguiranno ed il vantaggio dell'albergatore, che sarà obbligato a qualche spesa per migliorare il suo impianto di illuminazione ma avrà una casa ove il forestiero, forse senza darsene una ragione, si troverà meglio, e perciò soggiognerà volentieri più a lungo e farà poi la reclame agli amici.

Nella infinita varietà dei locali di abitazione le camere di albergo costituiscono una delle poche categorie, per così dire, standardizzate, e quindi anche il problema della loro razionale illuminazione non comporta grandi varietà di soluzioni.

Nelle camere di albergo vi è un letto o due letti e si deve provvedere delle prese a muro che consentano di collocare una lampada portatile sul o sui tavolini da notte. Meglio sarà quando le testiere dei letti porteranno esse stesse nel mezzo un apparecchio con una lampadina smerigliata od opalina munita di riflettore profondo variabilmente inclinabile in modo che il leggere o lavorare a letto sia reso comodo e non affaticante. In generale per i letti dovrebbe bastare una lampadina di 25 watt.

Oltre i letti vi è certo una tavola per scrivere, un armadio a specchio davanti a cui vestirsi. Per avere discreta illuminazione per questi può in generale bastare una lampada centrale da 100 o meglio 150 watt racchiusa in una tazza o globo opalino di buona qualità che diffonda uniformemente la luce senza troppo assorbirne.

Se vi è nella camera il lavabo con specchio questo dovrebbe sempre portare ai due lati due braccioli con lampadina da 20 watt opaline o smerigliate munite di scudetto paraluce di seta sul davanti oppure racchiuse in tazze o globetti opalini.

Altrettanto dicasi della tavola a specchi davanti a cui si pettinano o si pettinavano le Signore. Occorre una lampada al disopra fissata al mobile ma molto meglio due laterali.

Nel gabinetto da bagno ove generalmente vi è il lavabo con specchio sono consigliabili due braccetti come sopra detto che quasi sempre possono bastare per tutta l'illuminazione del locale.

Come vedete non si tratta poi di cosa complicata nè di gran costo. Bisogna che non si veda mai più un filamento nudo, ma si abbia sempre luce diffusa. Per le lampade portatili sulle quali non sono consigliabili diffusori di vetro per il pericolo di frequenti rotture usare sempre lampade smerigliate od opaline con cappelli riflettori di seta o carte pergamenate. Le lampade nude nei paralumi di seta sono abbaglianti per fenomeni di diffrazione.

Opporranno gli albergatori che la luce elettrica è cara e su questo ho già dissertato a lungo altre volte riuscendo a dimostrare a fatti e non a parole che la illuminazione elettrica in Italia costa unitariamente un quinto e talora un sesto di quanto costava prima della guerra, e cioè per dare un esempio pratico, collo stesso denaro con cui pagavo nel 1914 10.000 lumen-ora acquistavo allora cinque uova, oggi col denaro con cui pago 10.000 lumen-ora non posso acquistare che un solo uovo.

Inoltre gli albergatori sono contrari alle prese a muro pur tanto consigliabili permettendo facili spostamenti delle lampade

nel caso di spostamento dei mobili, perchè certi forestieri usano della corrente per riscaldamento, ferri da stiro, ecc.

Io non sono competente a decidere se convenga o meno tollerare tali utilizzazioni e fors'anco incoraggiarle, inquantochè maggiori servizi si rendono agli ospiti e più si possono giustificare gli alti prezzi.

Se proprio si dovesse opporsi ad altri usi della corrente non sarebbe difficile ideare prese di calibri speciali, oppure fissare le spine nelle prese quando la illuminazione è predisposta razionalmente ed il cliente non ha alcun bisogno di mutarne la disposizione.

Mi si permetta ancora una parola sulla pretesa spesa eccessiva per la luce.

Per una camera media abbiamo visto che si può avere una buona illuminazione con 225 watt. Ai prezzi oggi correnti in Italia 225 watt costano in media 25 centesimi per ogni ora. Supponendo che tutti i clienti accendano sempre tutte le lampade ed in media per due e mettiamo anche tre ore, ciò che certo non avviene in pratica, la spesa potrà salire a 75 centesimi mentre tali camere medie non si pagano meno di 30 a 40 lire, cioè la luce assorbe forse il 2 per cento del prezzo pagato.

Per le camere con bagno che si pagano oltre 100 lire per notte la spesa per tre ore di illuminazione totale arriverà a una lira, cioè l'un per cento. Per alberghi più modesti con sole due lampade per camera la spesa per tre ore di completa illuminazione sarà di 40 centesimi, il che equivarrà forse al 4 o 5 %, raramente più, non è quindi una percentuale che possa alterare le finanze di una impresa alberghiera oggigiorno.

Ad ogni modo è certo che chi spende 100 lire come chi spende 10 lire per la camera sarebbero disposti a spendere 101 o 10,40 per una camera in cui possono riposare e lavorare comodamente per effetto di una più razionale illuminazione.

Quanto al maggior spreco per effetto della aumentata installazione, questo deve essere evitato con una più rigorosa sorveglianza del personale di servizio, e non è neppure impossibile prevedere dispositivi automatici per assicurarsi che la luce sia spenta quando il cliente esce dalla camera.

Non ti pare, amico lettore che valeva la pena di rubarti qualche minuto del tuo tempo prezioso per richiamare la tua attenzione sul fatto che gli albergatori in generale ti servono male quanto ad illuminazione mentre potrebbero, senza rovinarsi, servirti bene traendone quei vantaggi che provengono dall'aver una clientela soddisfatta.

Una buona poltrona in ogni camera in cui sprofondarsi, con una lampada dietro disposta in modo che non sia riflessa in uno specchio di fronte e che permetta di leggere senza stancarsi, può fare più reclame utile ad un albergo che non tante inserzioni su riviste alberghiere che pochi leggono.

Publicazioni dell'A. E. I.

L' ELETTRICITÀ — Ogni annata	L. 75, —
più per postali	9, —
Abbonamento (nel Regno)	75, —
(estero)	150, —
Un numero separato (nel Regno)	3, —
(estero)	4, —
più per postali	1, —
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:	
Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente	20, —
più per postali	2, —
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	20, —
più per postali	3, —
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Sue stato attuale - sue avventure (broch.)	2,50
più per postali	0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	1, —
più per postali	0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	3, —
più per postali	1, —
NORME per l'ordinazione e il collando delle macchine elettriche	4, —
più per postali	1, —
NORME per l'ordinazione ed il collando degli isolatori di porcellana	1,50
più per postali	0,80
Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI-	
NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)	
più per postali	3, —
	1, —

SUNTI E SOMMARI

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

L. KASPER, K. HUBMANN e J. ZENNEK — Ricerche sperimentali sui moltiplicatori statici di frequenza.
(Zeitschrift für Hochfrequenztechnik, 1924, Vol. 24, N. 6, pag. 129).

Gli AA. hanno eseguito una serie di esperienze su un trasformatore di frequenza per stabilire la grandezza delle armoniche della f. e. m. (e_2) nel circuito secondario ed il suo modo di variare al variare dell'induzione magnetica del ferro.

I. - IL TRASFORMATORE DI FREQUENZA A VUOTO.

Metodi di moltiplicazione. — La moltiplicazione di frequenza può essere ottenuta in due maniere:

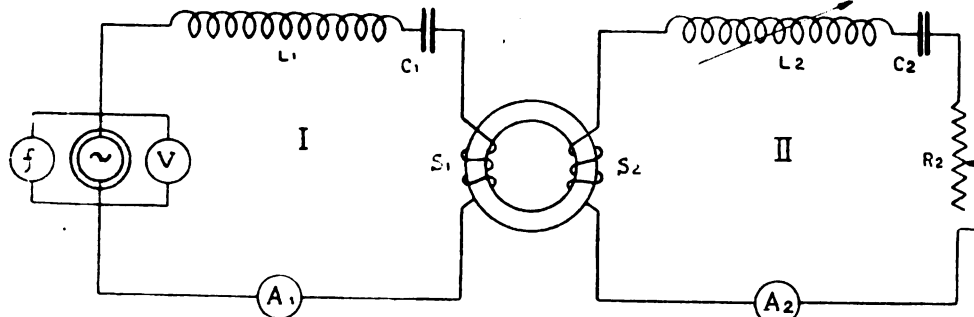


Fig. 1.

a) Il circuito primario contiene (fig. 1), oltre alla bobina a nucleo di ferro S_1 , una bobina L_1 priva di nucleo, l'induttanza della quale è grande in confronto a quella di S_1 . La forma della corrente nel circuito primario è tanto più sinoidale quanto più grande è l'in-

millimetri di diam. interno; il pacco ha un'altezza di 50 m/m. La curva magnetica, ottenuta col metodo della inversione di corrente è rappresentata nella fig. 3. L'avvolgimento primario S_1 consta di 55 spire il secondario S_2 di soltanto poche spire.

Durante l'esperimento tanto con l'uno quanto con l'altro schema, il circuito secondario viene tenuto in accoppiamento tanto lasco che la sua apertura o chiusura non porti alcun cambiamento nelle indicazioni degli strumenti del primario. Si accorda poi il circuito secondario per le differenti armoniche e ogni volta si nota la corrente secondaria I_{2n} , da cui si ricava il corrispondente valore E_{2n} della tensione dell'ennesima armonica dall'equazione

$$E_{2n} = \frac{I_{2n}}{R_{2n}}$$

dove R_{2n} è la resistenza ohmica del circuito secondario per l'ennesima armonica. Detta resistenza viene per ogni armonica separatamente misurata, perchè dipende dalle perdite nel condensatore e perciò cambia notevolmente con la frequenza.

Risultati. — 1) Deformazione di corrente (fig. 2; $C_1 = 6 \mu F$; $S_1 = S_2 = 0,0058 H$). Nella fig. 4 riportato il modo di variare della f. e. m. secondaria E_2 in funzione dell'intensità primaria I_1 , la prima, terza e quinta armonica. L'andamento dei diagrammi è leggermente

influenzato dal fatto che una terza ed una quinta armonica sono già presenti nella curva di f. e. m. dell'alternatore. Ad ogni modo, se si confrontano questi risultati con quelli ottenuti per deformazione di tensione si conclude che questo secondo metodo è nettamente pre-

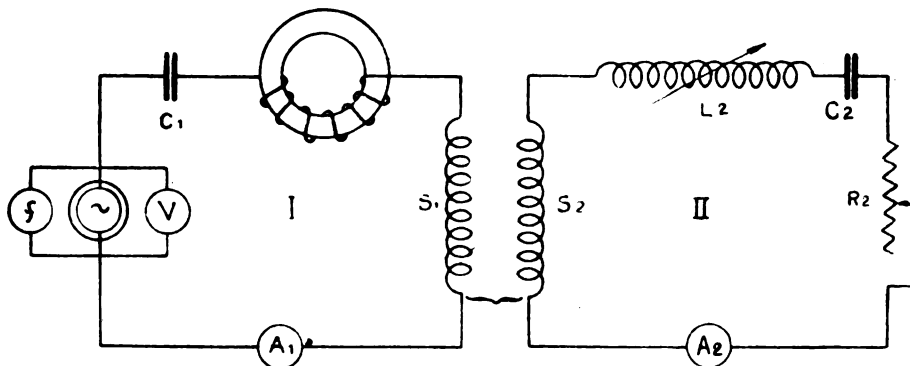


Fig. 2.

duktanza L_1 . Il flusso nel nucleo della bobina S_2 e la tensione ai morsetti di essa non sono sinoidali, se il nucleo di ferro è fortemente saturo. Gli AA. definiscono questo: il metodo della deformazione di tensione.

b) L'alternatore G (fig. 2) che fornisce tensione, per quanto possibile, perfettamente sinoidale, è inserito nel circuito primario, la bobina a nucleo di ferro, con induttanza molto maggiore di quella del resto del circuito, deforma l'andamento della corrente.

La bobina S_1 , di piccola induttanza, inserita pure nel circuito primario reagisce sul secondario. La f. e. m. non è quindi sinoidale. Se il circuito secondario ha piccola resistenza ohmica e viene portato in risonanza per una armonica dispari della corrente primaria si induce in esso una corrente presso che sinoidale e costituita quasi esclusivamente da quella armonica (metodo della deformazione di corrente).

Esperienze. — Gli schemi usati dagli AA. sono quelli delle figure 1 e 2. L'alternatore G è da circa 5 kVA e di frequenza 500 periodi. Le esperienze sono state eseguite tutte alla frequenza 425. C_1 e C_2 sono condensatori industriali collaudati a 2000 V. c. c. Gli strumenti A_1 , A_2 sono di precisione a filo caldo e F un frequenzimetro a vibrazione. Il circuito primario per bassi valori dell'induzione è portato alla risonanza con la frequenza dell'alternatore. La regolazione grossolana del circuito secondario per le differenti armoniche si fa per mezzo della variazione della capacità C_2 , la regolazione fine invece mediante la variazione dell'induttanza senza ferro L_2 . C_2 ed L_2 vengono regolati in maniera che l'amperometro A_2 indichi il massimo di corrente.

Il nucleo di ferro è un anello formato da un pacco di lamierini sottilissimi per alta frequenza di 90 m/m. di diametro esterno, 60

feribile per tutte le armoniche superiori alla 3^a ed è quindi il solo di cui gli AA. si occupano nel seguito del loro studio; 2) Deforma-

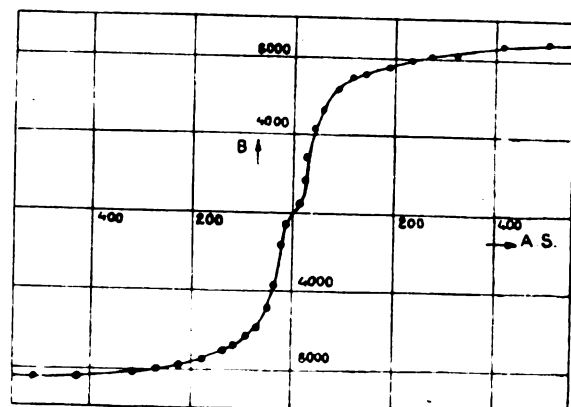


Fig. 3.

zione di tensione (fig. 1, $C_1 = 1,33 \mu F$). I risultati di questa serie di prove sono riportati nella fig. 5. Le prove della fig. 5 si riferiscono al valore relativamente alto di

0,81 H per l'induttanza senza ferro L_1 . Per vedere come cambiano le cose se si diminuisce il valore di L_1 sono state fatte altre prove con $L_1 = 0,041$ H e anche senza induttività ($L_1 = 0$). I risultati di esse dimostrano nettamente la convenienza di non diminuire L_1 . Con ambedue gli schemi si è constatato che la saturazione del ferro deve essere tanto più spinta, quanto più elevato è l'ordine dell'armonica che si vuol produrre.

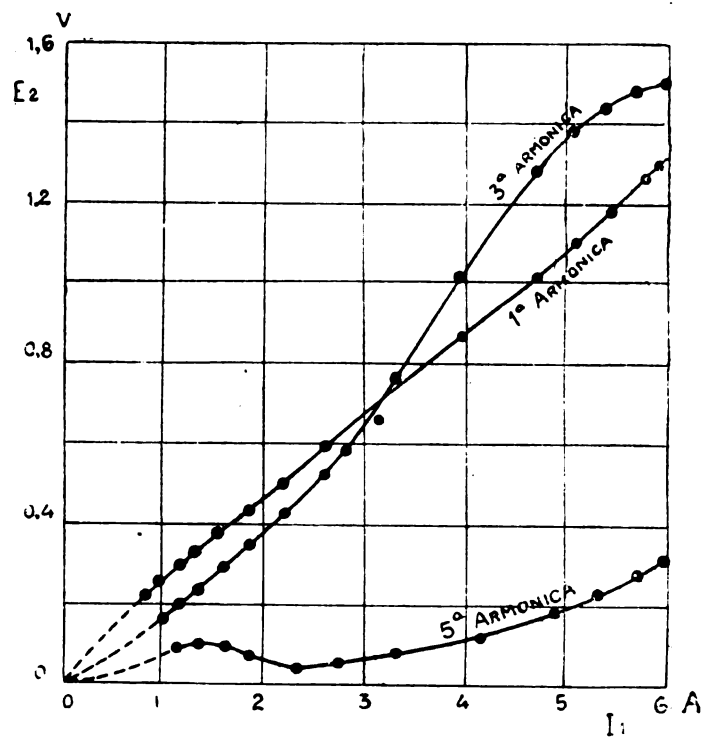


Fig. 4.

II. - IL TRASFORMATORE DI FREQUENZA A CARICO.

Influenza dell'accoppiamento. — Per queste prove l'accoppiamento estremamente lasco viene sostituito da un altro più stretto per raggiungere una più efficace trasmissione di energia del circuito primario al secondario. A tal fine si usa un secondario di 56 spire

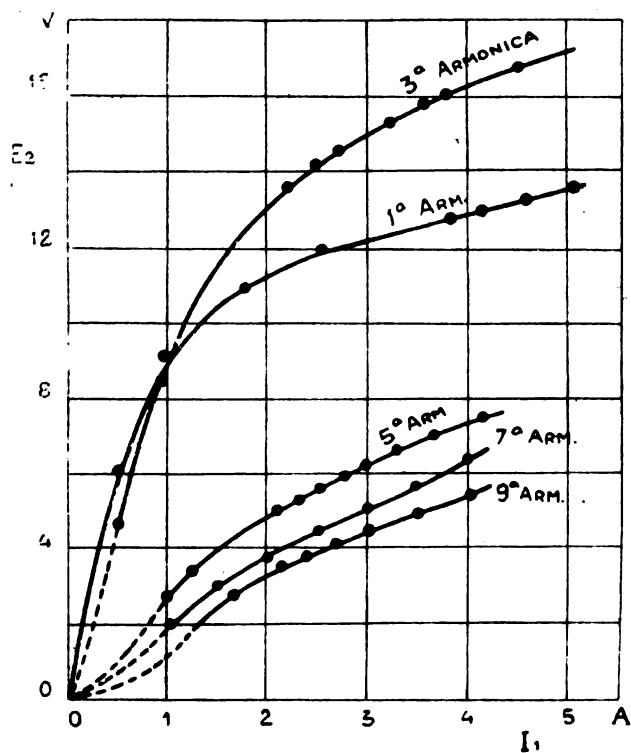


Fig. 5.

con prese intermedie a 1/4, 2/4, 3/4. Per ognuno dei quattro valori di accoppiamento così ottenibili si fa variare la tensione primaria e per ogni valore di questa si regolano gli elementi del circuito secondario in modo da ottenere il massimo della corrente I_2 . Si verifica inoltre che quest'ultima è costituita quasi esclusivamente dall'armonica desiderata e ciò per mezzo dell'oscillografo a raggi catodici di Braun. I risultati di queste prove sono raccolti dagli AA. in numerosi

diagrammi, di cui si riportano ad esempio quelli della fig. 6 e quelli della fig. 7 che danno l'indicazione del modo di variare del rapporto I_2/I_1 in funzione del numero di spire inserite nel secondario e quindi anche dell'accoppiamento. Esse si riferiscono rispettivamente alla 3ª e alla 5ª armonica e nel confrontarli si deve tener conto che la resistenza del secondario è 17,9 Ω nel primo caso, 33 Ω nel secondo.

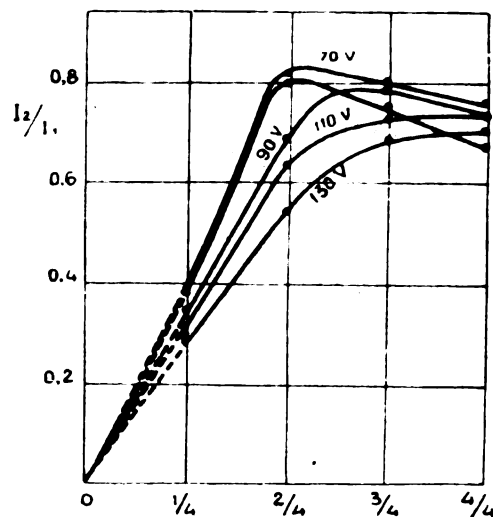


Fig. 6.

Grado di purezza della corrente secondaria. — L'andamento della corrente secondaria in funzione del tempo è stato analizzato mediante il tubo di Braun ed è risultato che la condizione per cui si ha il massimo effetto nel circuito secondario ed anche il massimo rap-

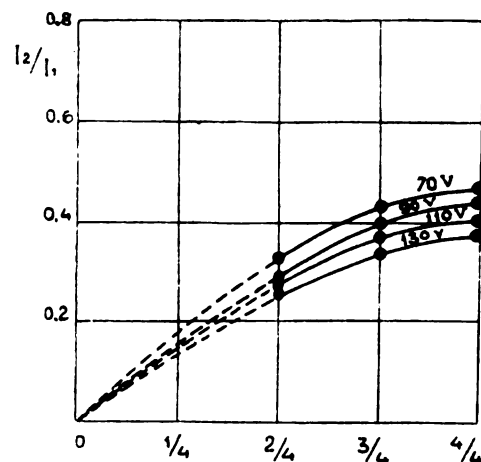


Fig. 7.

porto tra corrente secondaria e primaria non è quello per cui la corrente secondaria è più pura. Per ottenere una corrente di frequenza multipla praticamente sinuosa conviene regolare il secondario per una frequenza propria alquanto più bassa di quella per cui si ha il massimo effetto.

C. Hr.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

C. L. FORTESCUE — **Stabilità delle trasmissioni.** (J. A. I. E. E., settembre 1925, pag. 951).

L'A. passa in esame diverse cause che possono produrre fenomeni di instabilità nelle grandi trasmissioni di energia ad alta tensione, analizzandone le particolarità.

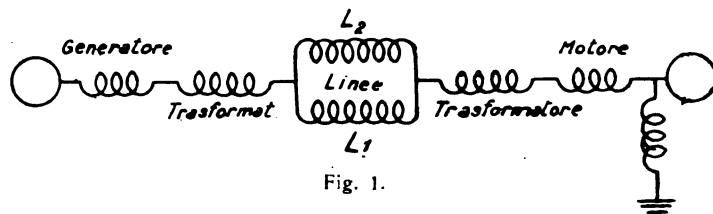


Fig. 1.

Si consideri la linea schematizzata in figura 1 dove un generatore fornisce energia a un motore sincrono. A regime vi sarà fra la forza elettromotrice interna del generatore e quella del motore, un angolo di sfasamento che è funzione del carico, come può essere rappresen-

tato in generale nella fig. 2. Sia P_0 la potenza sviluppata dal generatore; vi corrispondono due angoli possibili di sfasamento, dei quali α_0 rappresenta la condizione di regime ossia di equilibrio, e quello α' rappresenta una condizione di instabilità. Infatti, supposto che lo sfasamento aumentasse di poco oltre α' , diminuendo la potenza assorbita, il generatore tende ad accelerare e lo sfasamento continua ad aumentare; il contrario avverrebbe per una diminuzione di α' . Se quindi il sistema lavora nelle condizioni P_0 ed avviene una perturbazione per la quale lo sfasamento α_0 aumenti oltre il valore α' , il sistema non è più capace di ritornare a regime, anche dopo cessata la causa perturbatrice.

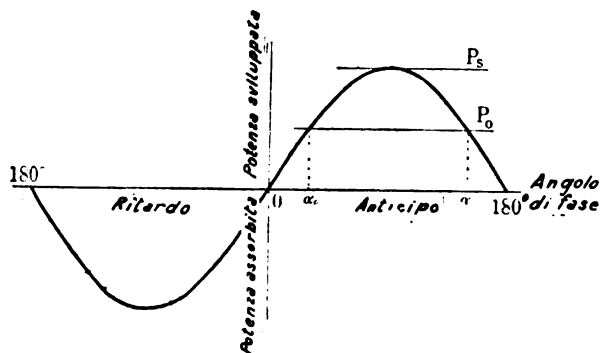


Fig. 2.

Le cause perturbatrici sono principalmente di tre ordini: scatti di interruttori, oscillazioni di carico, avarie nel sistema.

Considerando ancora il sistema di figura 1, si supponga che scatti un interruttore a un estremo della linea L_1 ; la figura 3 riassume le condizioni di funzionamento. Mentre prima si aveva la potenza P_0 coll'angolo α_0 , dopo lo scatto, la potenza disponibile con tale angolo diminuisce, e il valore del segmento 1-2 rappresenta la potenza consumata nell'accelerare il rotore del generatore; ne segue che α_0 aumenta e il punto rappresentativo si sposta verso la posizione 3 intorno alla quale compirà oscillazioni di ampiezza tale che l'area 123 dovrebbe essere eguale a 345; in seguito all'azione delle perdite le oscillazioni saranno smorzate e verrà raggiunta la nuova condizione di equilibrio 3. Il sistema è stabile a meno che la oscillazione non sia così ampia da sorpassare il valore α' .

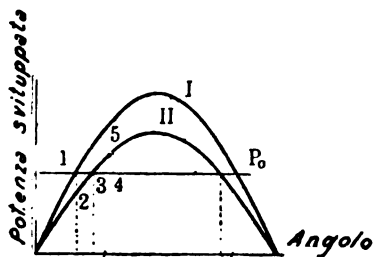


Fig. 3.

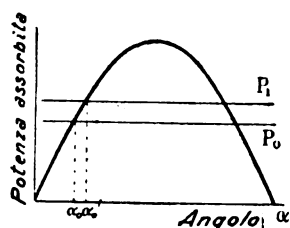


Fig. 4.

Nel caso delle oscillazioni di carico il fenomeno è rappresentato in figura 4; un aumento di carico da P_0 a P_1 produce un rallentamento del generatore; interverrà il regolatore per ristabilire la velocità di regime aumentando la potenza del motore primo. Tuttavia l'intervento del regolatore non sarà così rapido da impedire che si compiano fra generatore e motore parecchie oscillazioni intorno al nuovo angolo di equilibrio α'_0 .

Il caso di un guasto è alquanto più complicato dovendosi tener conto di tre condizioni del sistema: prima del guasto, durante esso, e dopo che agirono gli apparecchi di protezione o gli interruttori. Un corto circuito può essere di grande o piccola resistenza.

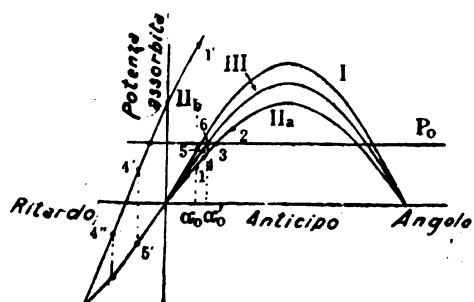


Fig. 5.

In figura 5 la curva I rappresenta le condizioni di regime, la curva II_a quella nell'ipotesi di un corto circuito di piccola resistenza; mentre il sistema sta oscillando fra 1 e 2 intorno al punto 3, scatta un interruttore in un momento qualunque 4. Le condizioni del sistema cambiano completamente e sono rappresentate dalla curva III; la

potenza cambia da 4 a 5 e il sistema oscilla intorno alla posizione 6 di nuovo equilibrio fino a raggiungerla.

Per un corto circuito ad alta resistenza, è possibile che la potenza disponibile sia maggiore di quella del motore primo, perchè può avvenire un richiamo di energia dall'estremità ricevente. L'angolo di sfasamento diventa negativo come è indicato nella parte sinistra della figura 5. Se avviene l'apertura dell'interruttore in un punto 4' il sistema è stabile perchè l'energia assorbita durante l'accelerazione (area sotto P_0) è minore di quella che può essere resa durante il ritardo (area sopra P_0). Se l'apertura dell'interruttore avvenisse in 4'' si avrebbe la perdita del sincronismo.

In conclusione della sua esposizione l'A. insiste nel mettere in evidenza che la condizione di stabilità è una caratteristica di tutto il sistema di trasmissione e non di una singola linea.

Secondo l'A. il criterio di stabilità dovrebbe essere quello che sia mantenuto il sincronismo nel caso della messa a terra di una fase con susseguente scatto dell'interruttore di quella fase. R. S. N.

:: :: CRONACA :: :: ::

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Per la raffinazione elettrolitica dell'alluminio sono state costruite nuove batterie tipo Hoopes che permettono di ottenere in via commerciale un metallo a grado di purezza 99,8 %. Le vasche sono divise orizzontalmente in due parti isolate: la inferiore rivestita di carbone contiene l'anodo metallico fuso (lega rame e alluminio con debole tenore di ferro e titanio); sopra di esso vi è il bagno (miscela di criolite e fluoruro di bario e d'alluminio saturata d'alluminio) fuso sul quale galleggia il catodo di alluminio fuso. Nel catodo sono immersi gli elettrodi in grafite. L'operazione è continua, ciò che si ottiene introducendo nella massa anodica fusa, mediante un condotto di carbone, l'alluminio impuro fuso da raffinare. Condizioni di funzionamento: 20.000 A e 4 a 7 V. Temperatura fra 900° e 1100°.

*

Per l'industria dell'ammoniaca sintetica si è recentemente studiato da una Società Americana un nuovo procedimento per la produzione dell'idrogeno. Il metodo, adatto negli stabilimenti elettrochimici alle cascate del Niagara della Phosphorus-Hydrogen Corporation consiste nel produrre del fosforo da una roccia fosfatica mediante il forno elettrico nel quale si carica la roccia con sabbia e coke, e nel trattare poi il fosforo con vapore d'acqua in presenza di un catalizzatore. Si ottiene idrogeno e acido fosforico che viene utilizzato per la produzione di fosfato ammonico.

ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

Una esposizione di elettrotecnica sarà tenuta dal 20 al 31 maggio 1926 a Osaka (Giappone) per iniziativa della Associazione Elettrotecnica Giapponese. E' desiderato l'intervento dell'industria degli altri Paesi, sebbene si avverta che tutti i premi sono riservati ai prodotti giapponesi. Le mostre estere è destinato un padiglione di 1200 m² di area coperta.

IDRAULICA.

Per le misure di portata è stato studiato un dispositivo basato sul tubo Venturi che può esser utile quando per condizioni locali non si vogliano adottare i comuni stramazzi. Il tubo è in realtà costituito da un tronco di canale a pareti verticali diviso in tre zone: una convergente, una di sezione ridotta e costante ma col fondo discendente, la terza a pareti divergenti e col fondo risalente. Mediante pozzetti laterali comunicanti si misurano le altezze di vena d'acqua in due punti stabiliti nella zona convergente di ammissione e nella gola ristretta. L'apparecchio deve essere costruito secondo proporzioni esattamente prescritte che sono indicate nei Proceedings of The American Society of Civil Engineers del settembre 1925 (p. 1430) e allora con una semplice formula empirica ricavata da numerose esperienze si può facilmente calcolare la portata. La approssimazione delle misure è di circa il 5 %.

*

La massima velocità dell'acqua che si può adottare nei canali non rivestiti per evitare le erosioni è stata accuratamente studiata da uno speciale Comitato per l'irrigazione idraulica della Società degli Ingegneri Civili Americani che ha pubblicato un rapporto nei Proceedings della Società del settembre 1925. Venne esaminato e vagliato una larghissimo materiale sperimentale raccolto mediante un referendum fra i tecnici specialisti americani. Dall'analisi critica di tale materiale si è compilata una tabella nella quale sono indicate per 14 qualità di terreni sciolti le velocità massime per acque limpide o più o meno torbide.

MATERIALI.

Sulle proprietà del tungsteno ha pubblicato uno studio accurato lo « Astrophysical Journal » aprile 1925. La emissione delle radiazioni luminose del tungsteno diminuisce leggermente per temperature di 3500°.

o oltre, mentre aumenta l'emissività totale. Il punto di fusione è il più elevato fra quelli noti: 3655°. Il rendimento luminoso di una lampada a tungsteno (rapporto fra lumen emessi e watt assorbiti) passa da 0,09 a 1400°, fino a 38,5 a 3300° e 53,1 al punto di fusione. Le perdite per trasmissione di calore diminuiscono l'emissione, fino del 7,8 % in una lampada da 115 V, 40 W. La resistività in microhm per centimetro è di 5,64 a 300° e di 115,7 a 3500° e varia proporzionalmente alla temperatura. Peso specifico 19,3. Resistenza alla trazione 120 kg/cm² a 300°.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Un metodo preciso per la determinazione del contenuto d'acqua negli olii minerali è stato studiato nel laboratorio della Soc. Kabelwerk a Duisburg ed è descritto nella «E. T. Z.» del 17 settembre 1925. Il principio fondamentale del metodo consiste nel sostituire con aria, l'acqua contenuta nell'olio: il vapor d'acqua cacciato dall'aria viene raccolto in un tubo riempito di pentossido di fosforo. Si possono così riconoscere anche le tracce di umidità presenti in una certa qualità d'olio. Il metodo si dice specialmente adatto per olii destinati per la confezione degli isolanti per cavi.

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ASSOCIAZIONI, ECC.

La nuova Associazione italiana della stampa tecnica. Dopo alcune sedute preliminari si è definitivamente costituita a Milano questa nuova Associazione, aderente alla Federazione Internazionale della stampa tecnica che organizzò lo scorso autunno una prima riunione internazionale a Parigi. La Associazione italiana sorge con lo scopo, fra l'altro, di organizzare il secondo Congresso internazionale che fu deliberato -- a Parigi -- di tenere l'autunno prossimo in Italia. Daremo prossimamente ulteriori notizie sulla nuova Associazione a cui l'Elettrotecnica ha aderito. Il nostro redattore capo è stato anzi chiamato a far parte del Consiglio della Associazione.

STATISTICA.

Secondo statistiche Americane il numero di apparecchi telefonici nei Paesi civili del mondo è aumentato di 1.517.291 nel 1923: ciò corrisponde al 6,6 % di aumento mentre nello stesso anno la popolazione complessiva cresceva soltanto dell'1 %. Al 1° gennaio 1924 vi erano in servizio nel mondo intero 24.576.000 apparecchi, il 63% dei quali installati negli Stati Uniti. Questi avevano 1 apparecchio ogni 7 abitanti mentre negli altri Paesi la media era di 1 per ogni 185 abitanti. L'aumento del numero degli apparecchi in Europa fu di 520.312 nel 1923 cosicché al 1° gennaio 1924 si aveva 1,3 apparecchi ogni 100 abitanti. Alla stessa data ve ne erano 15.369.000 negli Stati Uniti e 1.009.203 nel Canada. I Paesi con maggior densità telefonica erano: Stati Uniti con 13,7 apparecchi per 100 abitanti; Canada con 11 apparecchi; Danimarca con 8,7; Nuova Zelanda con 8,3; Svezia con 6,7; Norvegia con 6,1; Australia con 5; Germania con 3,8; Inghilterra con 2,5, ecc.

TARIFFICAZIONE E VENDITA.

L'introduzione della tariffa multipla ha avuto come conseguenza nelle città di Losanna e Neuchâtel un rilevante aumento nel consumo di energia, secondo quanto riporta il Bull. de l'Assoc. Suisse des Electriciens del luglio 1925. I contatori speciali, dei quali fu già altra volta fatto cenno sull'Elettrotecnica (1), tengono conto di cinque diverse tariffe secondo l'ora e la stagione. In tutte le nuove installazioni di queste due città si va adottando il sistema di tariffa multipla; i nuovi cavi sono appositamente costruiti in modo da contenere un filo pilota da 5 mm per il collegamento dei contatori presso gli utenti con gli apparecchi di comando centrali.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Un sistema di trazione elettrica senza fermate specialmente adatto per Metropolitane e simili è stato sperimentato alla Esposizione di Wembley e viene proposto per le ferrovie sotterranee di Londra. Le vetture sono mosse mediante un albero a elica sistemato fra le rotaie e che ingrana con corrispondenti ingranaggi montati sotto le vetture stesse. Invece delle fermate si hanno dei rallentamenti ai posti di salita e discesa; i rallentamenti sono ottenuti in modo infallibile dando all'elica motrice un passo diverso nei punti stabiliti per movimento dei viaggiatori. Gli alberi motori sono azionati da motori elettrici, a distanze opportune, e sono montati su supporti a sfere. Il sistema non si ferma mai, salvo in casi eccezionali di pericolo o simili. Il costo d'esercizio si asserisce riesca assai basso, avuto riguardo al fatto che le vetture possono costruirsi leggere, che la manutenzione è minima e che si può completamente (?) abolire il personale viaggiante sulle vetture.

VARIE.

Il rimboschimento è praticato su larga scala in Inghilterra. Secondo un programma ora stabilito, entro la prossima primavera saranno piantati in Inghilterra 39.000.000 di nuovi arboscelli. Essi occuperanno una superficie di quasi 9000 ettari. Altri 21.000 ettari sono già stati rimboschiti dalle Autorità governative e 20.000 altri per iniziative private. Il programma che prevede dieci anni di lavoro contempla la piantagione di 450.000.000 di arboscelli su 100.000 ettari di terreno.

(1) Vedi L'Elettrotecnica, vol. XI, n. 35 del 15 dicembre 1924, pagina 998.

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Anon. per la Utilizzazione delle Forze Idrauliche della Dalmazia — Trieste.

Venne approvato il bilancio in base al quale non viene distribuito alcun dividendo al capitale.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Unione Esercizi Elettrici — Milano.

In assemblea straordinaria venne approvato l'aumento del capitale sociale da 135 milioni a 168.750.000 lire mediante emissione di 675.000 azioni nuove da L. 50 nominali offerte in opzione a L. 100 agli azionisti.

Zenith - Fabbrica Italiana Lampade Elettriche — Milano.

Aumenta il capitale da L. 750.000 a L. 1.000.000 mediante emissione di 500 azioni da L. 500.

Società An. Italiana Porcellane Elettrotecniche Pohl — Milano.

Aumenta il capitale da L. 125.000 a L. 1.000.000 emettendo 8750 azioni da L. 100.

Società An. Canturina Gas, Energia Elettrica, Acqua Potabile — Cantù.

Porta il capitale da L. 300.000 a L. 500.000 con 2000 azioni da L. 100.

Società An. Elettromeccanica Italiana — Como.

Venne deliberato di aumentare il capitale da L. 100.000 a L. 400 mila.

Società Ligure Toscana di Eletticità — Livorno.

Aumenta il capitale da L. 180.000.000 a L. 260.000.000 mediante emissione di 400.000 azioni da L. 200 ciascuna.

Società Anonima Italiana Apparecchi Radioelettrici — Piacenza.

Aumenta il capitale da L. 100.000 a L. 200.000 mediante emissione di 1000 azioni nuove da L. 100.

Società Generale Elettrica dell'Adamello — Milano.

In assemblea straordinaria venne deciso di aumentare il capitale sociale da L. 200.000.000 a L. 300.000.000 emettendo 500 mila nuove azioni da L. 200.

Società Torinese Industrie Gas Eletticità - STIGE — Torino.

L'assemblea straordinaria ha autorizzato l'emissione di obbligazioni cambiarie decennali per l'ammontare complessivo di cinque milioni di dollari, in relazione all'esenzione degli accordi stipulati colla International Securities Corporation di New York.

Società Elettrica del Valdarno — Firenze.

Venne deliberato di elevare il capitale sociale da L. 80.000.000 a L. 150.000.000 coll'emissione di 700.000 nuove azioni.

Società Anon. Impianti Elettrici Riuniti — Milano.

Aumenta il capitale da L. 600.000 a L. 2.000.000 mediante la emissione di 30.000 azioni da L. 10 e di 11.000 azioni da L. 100.

Società Generale Italiana Edison di Eletticità — Milano.

L'assemblea straordinaria ha autorizzato il Consiglio a concludere colla International Power Securities Corporation di New York un mutuo di 10 milioni di dollari oro, fruttante il 6,5 %. Nella stessa assemblea venne deliberato di prorogare la durata della Società che doveva scadere al 31 dicembre 1941, fino al 31 dicembre 1980. Venne poi revocata la deliberazione precedente del 27 luglio 1924 per l'aumento del capitale da 360 a 450 milioni. Venne approvata la emissione di 600.000 nuove azioni ordinarie da tramutare con le attuali postergate. Il capitale sociale resta così fissato in 360 milioni.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

Società Anon. per Intraprese Trazione Elettrica — Asti.

Si è costituita con capitale di L. 75.000 elevabili a L. 200.000. «La Centrale» - Soc. per il Finanziamento Imprese Elettriche — Livorno.

Venne costituita con capitale di L. 1.000.000, elevabile a L. 50 milioni, distribuito in 2000 azioni da L. 500.

Soc. Italiana per Istrumenti Elettrici - Pozzi e Trovero - SIPIE — Milano.

E' stata costituita come nuova forma sociale della Ditta omonima che già da anni esplicava la sua attività in questo campo.

Impresa di Eletticità U. Sampietro — Trento.

Venne costituita, con capitale di L. 1.500.000, elevabile a L. 5 milioni, come trasformazione della precedente Società a g. l.

Società Pinerolese di Eletticità — Pinerolo.

Venne costituita con capitale di L. 2.000.000 in 4000 azioni da L. 500 elevabile a L. 3.000.000.

Società An. Lombarda Applicazioni Elettriche — Voghera.

Si è costituita, quale trasformazione dell'accademia semplice «A. Lofleur e C. - Applicazioni Elettriche» con capitale di L. 200.000. *Ferrovie Elettriche Abruzzesi* — Roma.

Si è costituito con capitale di L. 100.000 in 1000 azioni da L. 100.

Società Radio Elettro Meccanica B. Biancoli e C. — Bologna.

La Società si è trasformata da accomandita semplice in accomandita per azioni.

Società Anon. Giorgio Bonardi - Produzione e Commercio Istrumenti Elettromedici SAPIE — Roma.

Venne deliberato lo scioglimento e la messa in liquidazione della Società.

Società Elettrica Padana — Parma.

E' stato deliberato di sciogliere la Società e metterla in istato di liquidazione.

Società Italiana Riscaldamenti Elettrici — Torino.

Venne deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

*

Vario ed avventuroso è stato nei suoi sviluppi politici e nelle sue conseguenze economiche l'anno che ora si è chiuso. Sorto fra la promettente aurora della sistemazione del conflitto economico post-bellico colla approvazione del piano Dawes, ma anche fra i riflessi sinistri del dilagante incendio comunista, il 1925 ha conservato l'andamento incerto che caratterizzava il suo inizio. Tuttavia è innegabile che, se esso fu per varie ragioni un anno di preoccupazioni e di non lieti avvenimenti per parecchi Stati europei, pure nel complesso della intricata situazione mondiale passi importanti furono compiuti verso il ritorno a condizioni normali, verso il ristabilirsi di una atmosfera di serenità e di fiducia, verso il disarmo definitivo degli animi.

Sotto questo aspetto l'anno di cui abbiamo salutato la fine può essere considerato come il primo anno di pace dopo la cessazione dello stato di guerra.

Il senso di sollievo e di relativa sicurezza che l'approvazione del piano Dawes produsse in Germania, ad onta delle ostinate opposizioni nazionaliste, permise al Governo tedesco di affrontare con maggior libertà di mosse il problema della sistemazione dei confini e delle relazioni cogli Stati vicini ed in particolare colla Francia. Fu così che la Germania avanzò a Parigi la proposta per un patto di sicurezza reciproco, proposta che costituì il centro dell'attenzione politica europea per parecchi mesi.

La mossa germanica ebbe due ripercussioni quasi immediate. Da una parte la Francia e la Inghilterra di fronte alla necessità di una azione comune riuscivano a superare tutte le loro diversità di vedute rafforzando i legami che le univano, in un nuovo patto preliminare. D'altra parte, per naturale reazione, il nazionalismo tedesco si prendeva una vistosa rivincita chiamando con grande maggioranza alla Presidenza della Repubblica tedesca il Maresciallo Hindenburg.

Le preoccupazioni sorte da questa nomina furono presto dissipate dagli atteggiamenti corretti e moderati assunti dal vecchio generale. Così poteva essere convocata a Locarno il 5 ottobre la Conferenza fra gli Stati ex alleati e la Germania.

L'Italia, che era stata da prima molto riservata nelle trattative intercorse, prese nettamente posizione in favore della pace e della sistemazione del patto ed il suo intervento, specialmente nel momento più delicato delle trattative, fu universalmente riconosciuto come molto efficace.

Superata l'opposizione di tutti gli estremismi e l'indifferenza dei numerosi scettici, la Conferenza di Locarno fu coronata da pieno successo. La Conferenza resterà certamente famosa nella storia come l'atto politico più importante avvenuto dopo la conclusione del Trattato di Versailles. Con la conclusione del Patto di Locarno, la Germania rinuncia definitivamente e in piena libertà di giudizio ad ogni rivendicazione sulle frontiere occidentali. Per i confini orientali la sistemazione non fu così definitiva ma tuttavia una serie di accordi singoli fiorita intorno a quello generale di Locarno assicura la pace anche su quelle fronti.

Il patto di Locarno approvato ormai da tutti i Parlamenti ed entrato in pieno vigore collo scambio ufficiale delle ratifiche, non può a meno di avere le più liete conseguenze per la vita internazionale europea.

Al buon successo di esso molteplici fattori avevano concorso i quali erano stati di grande efficacia nel richiamare agli spiriti la necessità di una pace i benefici e l'utilità della quale sembravano ormai dimenticati. E infatti, mentre l'orizzonte generale si schiariva, pareva che da ogni parte si moltiplicassero per le singole Nazioni Europee le ragioni di preoccupazione e di affanno.

La situazione finanziaria francese, già preoccupante all'inizio dell'anno, appena dopo superata la crisi dell'estate 1924, si è andata progressivamente aggravando. I prestiti esteri moltiplicati non giovarono che a peggiorare la condizione; il franco cominciò ad abbassarsi; la sfiducia invase il mercato; un prestito interno garantito in oro non raggiunse la cifra richiesta; gli insapramenti fiscali portati a un limite estremo non poterono impedire il costituirsi di una inflazione eccezionale quale mai si era avuto pel passato. I ministri alle Finanze si susseguivano con una ridda incessante, ma l'anno si chiude ancora senza che la posizione sia ristabilita.

Intanto i mercati esteri si chiudevano alle richieste di nuovi prestiti e anche l'America si ritraeva dopo il fallimento delle trattative tentate da Caillaux per la sistemazione del debito di guerra. Una violenta propaganda bolscevica eccitava le masse provocando manifestazioni impressionanti e il fermento poteva a stento essere domato dalla energia del Governo. In colonia si giungeva a veri e propri stati di guerra. Al Marocco la Francia si trovava impegnata in una vasta azione durata più mesi che assorbì grandi quantità di danaro e di uomini. In Siria parve per un momento che la potenza francese

fosse travolta dalla insurrezione scoppiata. Anno triste quindi e grave per la Francia.

L'Inghilterra non meno della Francia era interessata alla buona riuscita della Conferenza di Locarno, premuta come era da gravi ragioni finanziarie. L'industria inglese è gravata da una crisi quale forse mai conobbe pel passato. La disoccupazione è enorme e va sempre crescendo e assorbe somme ingentissime per i sussidi. Le esportazioni segnano una forte contrazione. L'industria dei carboni è minacciata da un vastissimo movimento di malcontento che pervade la massa operaia. Il malcontento fu a stento sedato coll'intervento governativo, ma l'intervento si risolse nella concessione di sussidi che richiedono nuovi sacrifici finanziari ingenti.

Intanto il vasto mondo coloniale inglese è inquieto. In Arabia la rivolta ferve. L'agitazione in India permane più o meno sedata. Nella Mesopotamia il contrasto per il possesso della zona petrolifera di Mossul ha portato molto vicino ad una guerra aperta colla Turchia, guerra che forse soltanto l'inclemenza della stagione ha evitato.

La Germania dal canto suo non si è trovata in condizioni economiche migliori. Le conseguenze della colossale truffa del marco consumata a spese dei risparmiatori mondiali, si abbattano ora sui suoi autori. Le difficoltà monetarie sono gravissime. La disoccupazione aumenta. Le industrie soffrono di una eccessiva mancanza di capitale a cui non possono supplire i provvedimenti escogitati dal Governo. Le posizioni più invidiate crollano, le combinazioni più solide si sgretolano. La crisi del gruppo Stimes è uno degli episodi maggiori, ma i fallimenti più o meno importanti si sono andati moltiplicando in Germania durante tutto l'anno 1925 con una frequenza impressionante.

Mentre la calma tornava nei rapporti internazionali nell'Europa centrale, le Penisola Balcanica ridiveniva il centro delle preoccupazioni e delle inquietudini. Le rivoluzioni si succedevano in Grecia di mese in mese mantenendo in continua inquietudine il Paese, e mettendo capo all'allontanamento definitivo della monarchia e all'avvento di una dittatura militare. In Rumenia perdurava l'inquietudine interna e la tensione dei rapporti colla Russia. Ma l'episodio più clamoroso, che minacciò di avere le più gravi conseguenze fu la invasione delle truppe greche in territorio bulgaro; ne seguì un conflitto che fu a mala pena sedato dall'intervento delle Società delle Nazioni. Ancora in Bulgaria va ricordato l'episodio clamoroso della propaganda bolscevica, col sanguinoso attentato dell'aprile al quale seguì una rappresaglia spietata che mantenne per parecchio tempo viva una vera e propria guerriglia.

Più fecondo di buone novelle fu invece il 1925 per altri Stati, come l'Austria e l'Ungheria che videro migliorate le loro condizioni ed avviate ad una relativa stabilità le finanze dello Stato. Nella Spagna perdurò la dittatura militare la quale tuttavia accenna mitigarsi in una dittatura civile.

La Russia rimase e rimane la grande incognita non solo della Europa ma del mondo. Essa, mentre va sistemando la sua situazione interna col ritorno graduale alle norme di vita della società capitalista, continua all'estero il suo doppio gioco. Da una parte svolge in tutti i Paesi intensa attività diretta ad ottenere il ristabilimento dei rapporti normali e l'inizio di nuove correnti di scambio; dall'altra non cessa di fomentare dovunque e in tutti i modi il disordine e la propaganda per il bolscevismo e la rivoluzione. Essa si è rivelata chiaramente nemica della pace, prima cercando di indurre la Germania a non accedere alla Conferenza di Locarno, poi stringendo patti d'amicizia colla Turchia irritata dallo scacco di Mossul; esso favorisce la ribellione marocchina; d'origine bolscevica fu il movimento rivoluzionario che rovesciò lo Scià di Persia; bolscevichi sono i generali che mantengono in agitazione ed in guerra sanguinosa tutta la Cina.

La Russia, la questione di Mossul, la crisi francese sono i tre grandi elementi di preoccupazione che gravano sull'inizio del nuovo anno.

*

Per l'Italia in particolare, l'anno ora chiuso è stato economicamente e politicamente buono.

L'attività spiegata dall'Italia in molte occasioni nelle controversie internazionali, nelle Conferenze, in seno alla Società delle Nazioni, ne ha indubbiamente accresciuto in modo cospicuo l'autorità e l'importanza agli occhi del mondo.

La conclusione del patto di Nettuno, sopprimendo le ultime controversie coi vicini jugoslavi ha dato al nostro Paese una maggiore libertà d'azione ed un più largo respiro.

Le trattative condotte con molte Nazioni europee per rinnovare gli accordi commerciali hanno portato alla conclusione di nuovi Trattati di commercio fra i quali merita di essere ricordato per la sua importanza particolare, quello colla Germania, entrato in vigore col 16 dicembre. Altre stipulazioni sono previste a breve scadenza come conclusioni delle relazioni annodate negli ultimi mesi. Entrò anche in piena efficienza, colla approvazione del Parlamento, il trattato di commercio colla Russia. I nostri rapporti coll'immensa repubblica orientale si sono mantenuti buoni e sono andati intensificandosi durante l'anno tanto da costituire una buona promessa per la possibilità avvenire. Rapporti economici diretti abbiamo stretto coll'Albania dove l'Italia ha potuto anche accaparrarsi una vasta zona per ricerche petrolifere.

La situazione generale delle nostre industrie è stata soddisfatta, come è dimostrato anche dai numerosi fenomeni secondari ad essa connessi: la disoccupazione ridotta ad una quantità pra-

ticamente trascurabile; il movimento delle ferrovie intensissimo e quello dei porti in continuo aumento.

Un fatto di grande importanza che ha caratterizzato l'anno 1925 e che non ha forse riscosso tutta l'attenzione che meritava, fu quello della scomparsa o quasi del fenomeno migratorio. La cifra degli usciti dai confini del Regno è pressoché bilanciata dal numero dei rimpatriati. Questo fatto, messo in relazione alla scomparsa della disoccupazione, vale più di ogni altro a dare una misura della efficienza raggiunta dal nostro Paese.

La bilancia commerciale è stata duramente gravata dalle conseguenze del cattivo raccolto granario dell'anno precedente. Ma a prescindere da questo fenomeno accidentale, lo squilibrio commerciale si è andato sempre più riducendo con marcia progressiva, sino a raggiungere, per la prima volta, il pareggio o quasi nel mese di ottobre.

Il bilancio dello Stato ha proseguito nella sua sistemazione e presenta alla chiusura dell'anno gli aspetti più promettenti. Col giugno 1925 si è chiuso il primo bilancio che abbia presentato un utile, dal 1913 in poi. La circolazione ha subito varie vicende di alternative ma si mantiene in termini non preoccupanti.

Fatto di capitale importanza per la nostra economia generale fu quello della sistemazione del debito coll'America che non solo ha tolto una pericolosa incognita dal nostro orizzonte, ma ci ha aperto un ampio campo di finanziamenti per lo Stato e per le industrie. Resta invece da sistemare ancora il debito coll'Inghilterra.

Tutti questi coefficienti di prosperità e di sistemazione, hanno naturalmente contribuito a dare una soda stabilità alla nostra lira, la quale superò brillantemente la grave crisi del giugno, provocata da un accidentale concorrere di cause diverse ma principalmente psicologiche che diffusero un momento di panico. Effettivamente, esclusa questa parentesi tempestosa, la lira si è mantenuta ben ferma di fronte alle valute migliori; l'intima saldezza della nostra valuta è spiccatamente dimostrata dalla indipendenza che essa ha acquistato nei rispetti del franco francese.

Anche nelle colonie, l'annata può considerarsi soddisfacente. L'opera di repressione e di pacificazione venne seguita energicamente nelle colonie mediterranee, e diede efficaci risultati così in Metropolitania che in Cirenaica. Questa ha finalmente trovato i suoi definitivi confini ad oriente colla sistemazione della questione dell'oasi di Giarabub, disputata dall'Egitto. L'Eritrea ha visto accrescersi i suoi commerci ed aumentare l'attività portuale di Massaua. L'annessione dell'Oltre-Giuba ha ingrandito le colonie dell'oceano indiano che per un altro lato si sono estese a nord coll'occupazione effettiva dei Sultanati di Obbia e dei Migurtini.

*

Restringendo l'osservazione all'ultimo mese decorso, troviamo alcuni fatti che meritano di essere ricordati.

Ottenuta dai diversi Stati interessati la ratifica del Patto di Locarno, il Patto stesso venne sottoscritto dai rappresentanti dell'Inghilterra, Italia, Francia, Germania, Belgio, Polonia e Ceco Slovacchia, il giorno 1 dicembre in una solenne cerimonia a Londra. Il Patto entra così in piena validità.

La delegazione tedesca per la firma ha colto l'occasione di intrecciare conversazioni a Londra ed a Parigi per ottenere una certa mitigazione nel regime delle regioni occupate; mitigazione che dovrebbe essere la naturale conseguenza del nuovo stato d'animo creato dal Patto di Locarno.

Non si sa quale risultato abbiano avuto queste pratiche, ma ad ogni modo, si annuncia da fonte francese che i contingenti di occupazione saranno prossimamente ridotti e questo potrebbe far presumere la possibilità di ulteriori movimenti. Lo sgombero di Colonia, in osservanza agli accordi di Locarno, è già compiuto.

Come era stato annunciato, ancor prima della firma di Londra, il Gabinetto tedesco si è dimesso appena compiute le formalità relative alla definizione del Patto. Le dimissioni hanno dato luogo ad una crisi complicata che si è protratta per tutto il mese e che non si è ancora definita.

La situazione economica della Germania si presenta sempre grave. Le industrie sono tutt'ora in crisi e la serie dei fallimenti non accenna a chiudersi. Notizie ufficiose dicono che il numero dei disoccupati è ancora aumentato in misura notevolissima superando alla fine di dicembre il milione di persone. La bilancia commerciale presenta uno squilibrio notevolissimo. Non mancano tuttavia elementi di fiducia. Si osserva anzitutto che i numerosi fallimenti costituiscono un processo, sia pure un po' energico ma necessario, di naturale risanamento. La valuta sembra aver acquistato una soddisfacente stabilità. Il bilancio è mantenuto in pareggio anche nelle previsioni per il 1926, mediante una severa restrizione di tutte le spese. Il bilancio preventivo del nuovo esercizio è fissato in 7700 milioni di marchi. La somma destinata al servizio riparazioni per il 1926 sale a 1360 milioni di marchi oro.

La crisi finanziaria francese ha continuato ad aggravarsi. La circolazione fiduciaria supera ormai i 50 miliardi. Gli sforzi dei Ministri delle finanze si infrangono contro le manovre politiche dei partiti alla Camera e i provvedimenti successivamente approvati si presentano incompleti e insufficienti. Anche l'intervento di un grosso gruppo di industriali che si offrì di garantire un prestito di 10 miliardi per la stabilizzazione del franco, non ha avuto efficacia. Si ricorre sempre più allo insabbiamento della pressione fiscale che ha già raggiunto limiti gravosissimi. Gli ultimi provvedimenti approvati dal Consiglio dei Ministri dovrebbero fruttare nuovi introiti nella misura

di 8800 milioni necessari per coprire il deficit previsto per il 1926 e per coprire l'annualità di rimborso degli anticipi effettuati dalla Banca di Francia allo Stato per 4500 milioni e l'annualità di ammortamento del debito pubblico per 2000 milioni. Queste cifre valgono più di ogni commento a dare una misura della gravità della crisi che travaglia la nostra vicina.

Sono state intanto riprese le trattative fra la Francia e la Germania per giungere alla stipulazione dell'accordo commerciale. Pare che le conseguenze di Locarno si facciano beneficamente sentire e che anche qui si preveda un successo relativamente rapido delle trattative.

Ha suscitato commenti la visita compiuta a Parigi dal Commissario russo per gli esteri, Cicerin, il quale fu ricevuto dal Presidente della Repubblica Francese. Cicerin si è dichiarato molto soddisfatto dalla visita ed ha dimostrato di credere che essa prelude a trattative per un accordo generale fra i due Paesi.

La Russia ha svolto grande attività politica ed ha richiamato nuovamente l'attenzione specialmente per l'accordo che essa ha stipulato colla Turchia. Questo accordo che si dice essere d'indole puramente commerciale, riveste una importanza particolare per il momento in cui venne stipulato. Esso costituisce infatti una chiara e diretta conseguenza della stato di irritazione creatosi in Turchia per la soluzione adottata dalla Società delle Nazioni nella controversia per Mossul.

A questa grave questione abbiamo altra volta accennato. Ora il Consiglio della Società ha deliberato che Mossul e i territori contigui siano annessi all'Irak sotto condizione che l'Inghilterra ne assuma il mandato per altri 25 anni. La decisione non ha suscitato molto entusiasmo nemmeno in Inghilterra, dove gli avversari alla avventura di Mossul sono numerosi. Ma ha suscitato vera indignazione nella Turchia, la quale dopo avere minacciato di chiedere una decisione alle armi, ha dichiarato di non riconoscere la decisione presa e di riservarsi integri i diritti su Mossul.

A questo episodio seguiva quasi immediatamente l'accordo colla Russia il quale viene così a rivestire chiaramente il significato di un atto d'opposizione alle Potenze occidentali.

Si vuol connettere alle stesse direttive turche anche la visita effettuata da Rusedi Bey a Belgrado al Ministro degli Esteri jugoslavo. Nincic ha dichiarato che tale visita riguardava solamente il rafforzamento dei rapporti fra i due Paesi, che fino a poche settimane or sono erano ancora legalmente in guerra fra loro. Ha smentito che il colloquio potesse avere alcuna conseguenza nociva alla tranquillità dell'Europa e dei Balcani, riconfermando la politica di pace del Regno jugoslavo. Per quanto non vi sia motivo di dubitare seriamente delle affermazioni del Governo di Belgrado, la solennità con cui la visita fu celebrata, e il momento in cui essa avvenne hanno richiamato l'attenzione degli uomini politici i quali hanno cominciato a sorvegliare con sospetto questa nuova attività continentale della Turchia.

Un chiarimento, o quanto meno, maggiori indizi sulla portata delle discussioni di Belgrado si potranno avere probabilmente colla prossima riunione della Piccola Intesa. Questa Conferenza si riunirà alla fine di gennaio a Ragusa ed ha precisamente lo scopo di sviluppare più ampiamente l'azione diplomatica della Piccola Intesa. Sarà anche affrontato il problema dei rapporti colla Polonia la quale come è noto non è ancora entrata a far parte dell'Intesa.

La Polonia ha preoccupato ultimamente gli ambienti finanziari per le forti oscillazioni subite dalla quotazione dello zloti. Il ribasso della valuta polacca era dovuto principalmente allo squilibrio della bilancia commerciale che impose forti pagamenti all'estero e alle scadenze sopravvenute di impegni precedenti. Fortunatamente queste ragioni di perturbamento sono state ormai superate. La bilancia commerciale si è decisamente risolta e presenta una largo margine di utile; la disoccupazione diminuisce; il bilancio è stato risanato con una energica restrizione delle spese. Come è noto, l'andamento finanziario della Polonia interessa per più riguardi anche l'Italia.

Il dissidio che da tempo si trascina fra la Germania e la Commissione delle Riparazioni, sulla valutazione delle riparazioni versate dalla Germania durante l'occupazione della Ruhr, è stato chiuso con una deliberazione della Commissione. Questa ha definitivamente valutato che nei venti mesi dal gennaio 1923 all'inizio del piano Dawes al settembre 1924, la Germania ha versato complessivamente 849.210.569 marchi-oro, dei quali 469.868.656 per prestazioni in natura e 424.361.913 in valuta.

Mentre entra in discussione al Senato americano l'accordo per la liquidazione del debito di guerra italiano, e si preparano le nuove trattative colla Francia, si annuncia che anche la Rumenia ha sistemato il suo debito coll'America.

Questa pare vada da qualche tempo orientandosi verso una maggiore tolleranza nei confronti dei debitori europei. Ciò dipende probabilmente non solo da una miglior comprensione delle possibilità finanziarie degli Stati ex combattenti, ma anche dalle rappresentanze economiche che alcuni fra essi, e specialmente l'Inghilterra, vanno disponendo. E' noto che l'Inghilterra domina in modo assoluto il mercato del caucciù, enormi quantità del quale vengono assorbite dall'America. Ora gli industriali inglesi produttori della preziosa materia prima, hanno deliberato di aumentare i prezzi del caucciù in vendita nei Paesi all'estero. Ciò ha suscitato vivissima irritazione negli Stati Uniti, dove si parla di aumentare in risposta i prezzi del cotone e del grano. Si delinea così una paurosa guerra commerciale la quale non può che preoccupare in alto grado le industrie di tutti i Paesi.

E' probabile che la questione venga trattata nella prossima Conferenza della Società delle Nazioni, che si riunirà a Ginevra il 15 febbraio. La Conferenza dovrebbe specificamente occuparsi della questione del disarmo e degli argomenti attinenti, sui quali è stato diramato apposito questionario a tutti gli Stati. Non sembra eccessivamente difficile far entrare in questo programma anche la trattazione dei monopoli industriali e della equa ripartizione delle materie prime; tanto più che alla Conferenza interverrà anche l'America e che l'argomento sta a cuore di tutte le Nazioni.

La Spagna sembra avviarsi verso una forma di governo di transizione che potrebbe preludere a un graduale ritorno alla forma parlamentare. Il Direttorio è stato ricostituito, su proposta del generale De Rivera e per ordine del Re, su nuove basi. Il generale De Rivera rimane naturalmente a capo del Governo, ma vengono chiamati a far parte del Direttorio, prima costituito esclusivamente da militari, parecchi ministri borghesi.

Fuori d'Europa merita di essere segnalata la rivoluzione in Persia colla nomina a Scià di un ex soldato, e la perdurante guerra intestina fra i generali cinesi.

*

Come poteva aspettarsi, il patto coll'America per la liquidazione del debito di guerra è stato approvato dai due rami del Parlamento. La sottoscrizione del dollaro ha richiamato l'entusiastica adesione del Paese il quale vi ha risposto al di là di ogni speranza. Oltre 95 milioni di lire furono raccolti e versati allo Stato in pochissimi giorni. Qualche osservazione ha mosso specialmente il Senato al prestito di 100 milioni di dollari contratto in America dal Ministro Volpi. Veramente più che di osservazioni si è trattato di raccomandazioni che qualche Senatore ha presentato al Ministro perchè dalla possibilità di prestiti aperti sul mercato americano non si abusasse. Le norme prudenziali del Senato hanno trovato pienamente consenziente il Ministro il quale ha dato le più ampie assicurazioni in proposito.

Venne a questo scopo promulgato un Decreto che stabilisce le norme che l'industria privata deve seguire per poter trattare prestiti all'estero. Stabilisce il Decreto che a tale scopo è necessaria una autorizzazione governativa la quale sarà rilasciata a giudizio del Ministro delle Finanze sulla base di una documentazione dove risultino le cause e le modalità del prestito. Il Ministro si è dichiarato in massima contrario all'assunzione di debiti esteri da parte di enti pubblici, Comuni e Provincie. Ha avvertito che anche nei riguardi dell'industria privata si atterrà a criteri molto ristrettivi autorizzando i prestiti soltanto quando risultino ben assicurati non soltanto la serietà della impresa richiedente, ma anche la produttività degli impieghi a cui il prestito deve essere destinato.

Queste misure intese a difendere le nostre industrie da una eccessiva invasione del capitale estero, che potrebbe essere assai dannoso all'interesse generale della Nazione, non possono non incontrare l'approvazione generale. Esse non hanno del resto impedito che nuovi prestiti siano stati contratti. Si parla infatti di un complesso di nuove operazioni per un valore totale di circa 100 milioni di dollari, dei quali 40 sarebbero destinati ad un mutuo colla città di Roma.

Sistemato il debito coll'America, sorge naturalmente la questione del debito inglese. I nostri Delegati partiranno per Londra ai primi di gennaio, ma nell'attesa si sono intrecciate sulla stampa ed in via ufficiosa, discussioni e scambi di vedute che servono ad impostare il problema.

Questo è complicato dalla questione del deposito dei 562 milioni di lire oro effettuato alla Banca di Inghilterra e del quale a Londra sembra non si voglia tenere alcun conto. E' questa senza dubbio una questione preliminare che dovrà essere risolta e alla quale l'Italia annette evidentemente la massima importanza, come si può facilmente comprendere quando si pensi che tale massa d'oro costituisce una percentuale notevole della copertura d'oro della nostra lira.

Certamente in relazione alla sistemazione del debito va messo il colloquio avuto dall'On. Mussolini col ministro inglese degli esteri Chamberlain, a Rapallo. L'On. Mussolini non ha certamente mancato di giovare anche degli elementi politici che militano in questo momento a nostro favore per indurre l'Inghilterra ad un accordo non solo economico ma fondamentale nelle direttive generale coll'Italia.

Abbiamo dato altra volta notizia dei nuovi rapporti che si andavano sviluppando coll'Albania. Un Decreto Ministeriale ha ora istituito una azienda autonoma per le ricerche e gli sfruttamenti petroliferi dei territori a noi concessi, ed un'altra azienda autonoma per lo sfruttamento del patrimonio forestale albanese.

L'Italia, che prima della guerra, occupava il terzo posto fra i Paesi importatori in Albania, è ora passata al primo posto. Dal primo gennaio al 31 ottobre 1925 l'Italia ha mandato in Albania tante merci per un valore complessivo di 51.572.700 milioni di lire, contro 33 milioni del 1924 e 21 milioni del 1922; nei primi dieci mesi del 1925 le esportazioni albanesi in Italia hanno raggiunto 36.845.000 lire. Le cifre acquistano il loro vero valore quando si ricordi che noi esportiamo in Albania prodotti manufatti mentre ne importiamo materie prime e generi alimentari.

Una nuova iniziativa finanziaria italiana va segnalata nella Stiria. Si tratta del gruppo Feistritzaler costituito da un consorzio fiumano, con un capitale investito di 40 milioni di lire, dei quali 26,6 versati dal gruppo italiano. Si tratta dello sfruttamento delle miniere di carbone di Rattenau, e di ampie foreste e dell'esercizio di grandi vetrerie.

Nelle colonie va registrata anzitutto la risoluzione della lunga controversia coll'Egitto per l'oasi di Giarabub in Cirenaica. La conclusione ci è interamente favorevole in quanto ci attribuisce l'oasi in piena sovranità contro la concessione di piccole rettifiche di confine presso Solum.

Continuano le buone notizie dall'Eritrea dove il traffico del porto di Massaua segna un notevole e progressivo incremento. L'occupazione dei Sultanati di Obbia e dei Migiurtini ci ha costato delle perdite dolorose se pure non gravi, ma può ritenersi ormai come definitivamente compiuta.

*

Il conto del Tesoro al 30 novembre ultimo scorso prosegue nelle direttive ormai acquisite di risollevarlo e di sistemazione.

Le entrate effettive nei primi cinque mesi dell'esercizio in corso, hanno superato i pagamenti effettivi per spese ordinarie e straordinarie di ben 772 milioni. La disponibilità di cassa è migliorata durante il mese di novembre passando 3048 milioni alla fine ottobre, a 3246 milioni alla fine novembre.

La situazione di bilancio al 30 novembre presenta un avanzo effettivo di 202 milioni, mentre nell'esercizio precedente si registrava, alla stessa data, un disavanzo di 196 milioni; si è cioè avuto in questo periodo dell'esercizio in corso un miglioramento di 398 milioni. L'avanzo netto suddetto si ebbe ad onta che nei cinque mesi stessi siano stati iscritti a bilancio 1279 milioni di nuove spese; l'avanzo stesso segna un miglioramento di 127 milioni sullo stato di previsione.

Dal 12 luglio al 30 novembre, gli investimenti netti nelle Società per azioni furono di 2821 milioni, con una media mensile quindi di 638 milioni.

I depositi nelle casse postali raggiunsero al 30 novembre la somma di 10.330 milioni. Alla stessa data i fondi amministrati dalle Casse ordinarie di Riscatto salivano a 12.396 milioni. I depositi presso i sei principali Istituti di credito ammontavano al 31 ottobre a 3235 milioni, mentre altri 3857 milioni erano depositati complessivamente in 47 principali Banche regionali.

La disoccupazione è leggermente salita nel mese di ottobre, come generalmente avviene nell'approssimarsi della stagione invernale. Al 31 ottobre si contano in Italia 85.769 disoccupati, con un aumento di 3005 dal 30 settembre ma con una diminuzione di 31.290 rispetto alla stessa data del 1924.

La chiusura definitiva del Rendiconto generale del bilancio 1924-1925 ha dimostrato che l'avanzo effettivo del bilancio è assai superiore a quello già annunziato. Stando alle cifre esposte dallo stesso ministro Volpi, tale avanzo sarebbe stato infatti di 417 milioni anziché di 209.

La situazione dei debiti pubblici durante il mese di novembre presenta un aggravamento di 206 milioni in confronto alla chiusura di ottobre. Invece la circolazione bancaria e di Stato presenta una diminuzione di 276 milioni del 31 ottobre al 30 novembre alla quale data aumentava complessivamente a 21.304 milioni di lire.

Alla stessa data le riserve degli Istituti di emissione aumentavano a 2053 milioni di lire oro, oltre ad una riserva 159 milioni di lire oro dello Stato. Si aveva così una riserva oro complessiva di 2.212 milioni. La copertura della nostra circolazione era quindi di circa il 52 per cento computando a un quinto il valore oro della lira carta. In queste riserve sono però compresi i 562 milioni di lire oro depositati alla Banca di Inghilterra. Qualora a tale massa d'oro si dovesse rinunciare, la nostra copertura diminuirebbe in modo cospicuo riducendosi al 39 per cento. Se si volesse poi tener conto del prestito di 100 milioni di dollari compiuto in America dal conte Volpi, si dovrebbe aumentare del 10 per cento le cifre esposte, onde la copertura aurea della lira andrebbe soluta nelle due ipotesi al 62 per cento o al 49 per cento.

Gli introiti in conto riparazioni procedono per ora regolarmente. Le entrate totali registrate dall'Agente generale dei pagamenti delle riparazioni, furono nel mese di novembre di 90.032.307 marchi-oro, dei quali spettarono all'Italia 3.389.965. Tale somma risulta per 2.219.836 in consegne di carbone e 649.254 marchi-oro per trasporti; 269.160 marchi-oro di prodotti chimici e 251.714 marchi-oro in consegne diverse.

*

L'andamento del mercato dei titoli sembra abbia assunto una certa fermezza dopo la grave crisi estiva ed il lungo susseguente periodo di incertezza.

Il numero indice delle quotazioni dei titoli industriali (esclusi quindi i titoli di Stato) che era di 160,05 alla fine di settembre, era salito a 162,74 alla fine ottobre per giungere a 165,20 a fine novembre ma durante il mese di dicembre le buone disposizioni sembrarono cedere luogo a una certa pesantezza generale.

Il mercato risente ancora di una certa deficienza nelle disponibilità di denaro e una tal quale prudenza nel pubblico giustificata dall'ammontamento salutare della recente crisi estiva; questi coefficienti si sono specialmente fatti sentire negli ultimi giorni del mese nei quali il mercato si appesantì alquanto.

I titoli di Stato si sono dimostrati particolarmente resistenti sottraendosi quasi totalmente anche alle momentanee incertezze del mercato. Il consolidato progredisce lentamente da 94,50 a 94,95, la Rendita indietreggia invece quasi insensibilmente.

Più mossi i bancari fra i quali le Banca d'Italia compiono oscillazioni abbastanza estese intorno al 1800 per chiudere alquanto pesanti a 1760. Agitati anche gli altri titoli del comparto i quali però chiudono generalmente in ripresa.

Il mercato dei tessuti è stato molto attivo, sebbene abbia risentito l'effetto del generale restringimento del volume degli affari, e chiude in ripresa per quasi tutti i titoli.

Quasi inattivo il comparto dei titoli meccanici e metallurgici; più mosso il mercato dei valori alimentari e di quelli di esportazione.

I titoli elettrici ebbero in generale un mese poco favorevole come risulta dal solito specchio mensile.

RENATO SAN NICOLÒ.

*

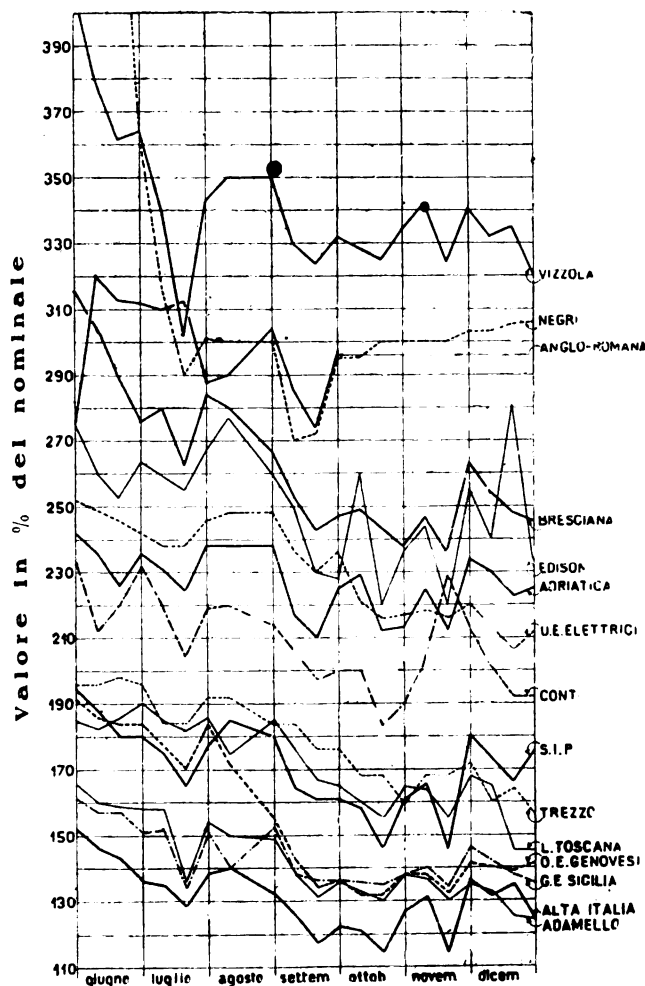
Variazioni dei Titoli elettrici nel dicembre 1925.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	721	720	690
Conti	250	500	500	468
Vizzola	500	1650	1602	1606
Bresciana	100	254	250	246
Adamello	200	266	268	251
Unione Esercizi Elettrici	50	107	107	106
Elettrica Alta Italia	250	330	330	310
Officine Elettr. Genovesi	250	350	350	350
Adriatica	100	226	230	223
Negri	100	303	303	307
Ligure Toscana	200	331	320	295
Generale Elettr. della Sicilia	100	142	140	136
Elettrica Brioschi	250	390	390	360
Emiliana Esercizi Elettrici	35	46	46	46
Idroelettrica Trezzo	250	400	400	390
Elettrica Valdarno	100	153	155	137
Tecnomasio	250	155	155	150
Tirso	100	260	255	252
Terni	400	555	564	502
Elettriche Meridionali	250	350	350	336

*

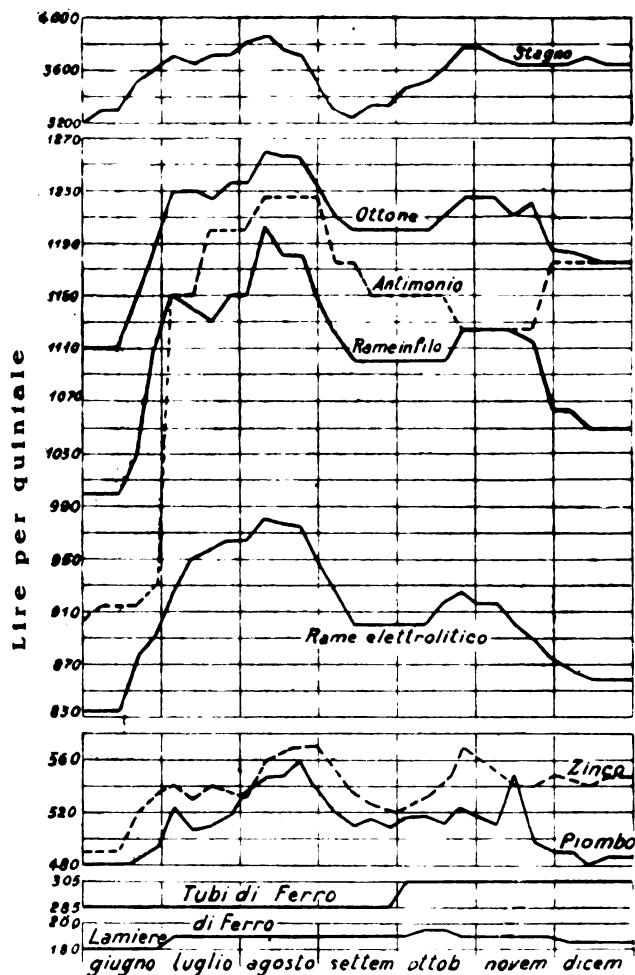
Titoli delle principali Società Elettriche

(Riassunto semestrale)



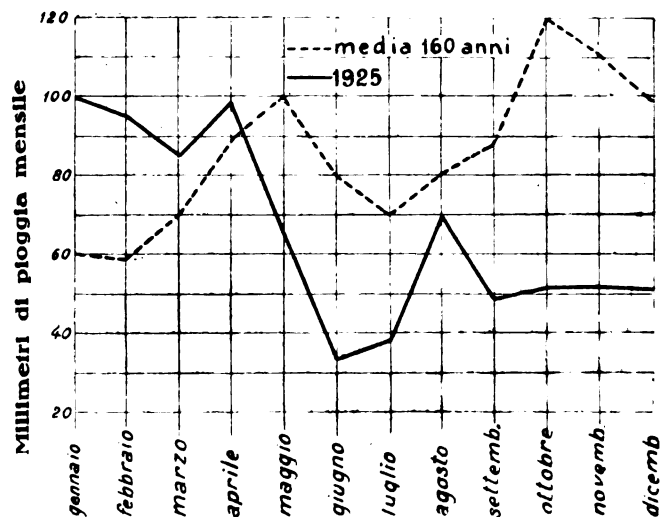
METALLI

(Riassunto semestrale)



Dati pluviometrici mensili per la Città di Milano

(Riassunto annuale)



L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani. (*)

- N. 227910 — SOC. AN. DES ETABLISSEMENTS DELAUNAY-BELLEVILLE: Dispositivo di lubrificazione a grasso per motori. — 8-2-1924.
 N. 200882 — SOLARI P.: Ruota motrice idraulica con palo a spostamento automatico angolare. — 25-7-1921.
 N. 227966 — SOLERO E.: Candela per motori a scoppio. — 9-2-1924.
 N. 189877 — SMITH P. F. & POWELL P. V.: Procédé et appareil pour commander électriquement la valve d'étranglement ou obturateur analogue dans les moteurs à combustion interne pour véhicules. — 24-8-1920.
 N. 225907 — DUHAMEL A. & CAUSSE A. J. M.: Collegamento elettrico per rotaie. — 27-10-1923.
 N. 223409 — GERARD G.: Dispositivo elettromagnetico per il comando automatico delle chiusure dei passaggi a livello. — 23-8-1923.
 N. 200479 — STIGLER OFF. MECC.: Montacarico a comando elettrico specialmente adatto per sollevamento di carri ferroviari. — 28-6-1921.
 N. 194686 — TEDESCHI Ing. V. & C.: Sostegno isolato di cavi elettrici. — 26-1-1921.
 N. 201249 — AKTIENGESellschaft BROWN BOVERI & C.: Dispositif pour la désulfation de batteries d'accumulateurs au plomb. — 20-7-21.
 N. 201253 — La stessa: Dispositif pour la stabilisation de la vitesse de machines motrices. — 21-7-1921.
 N. 227466 — La stessa: Dispositivo per ottenere tensioni continue costanti nei raddrizzatori a vapore di mercurio azionati con rocchetti succhianti d'autoinduzione. — 21-1-1924.
 N. 227845 — La stessa: Spina di raccordo per resistenze termiche. — 5-2-1924.
 N. 227962 — La stessa: Trasformatore monofase con prese di corrente. — 8-2-1924.
 N. 200579 — AUTONATIC ELECTRIC COMPANY: Mezzo nuovo e perfezionato per chiamare gli abbonati al telefono di sottocentrali rurali. — 6-7-1921.
 N. 200678 — La stessa: Perfectionnements aux systèmes de téléphonie. — 21-7-1921.
 N. 200728 — La stessa: Circuito in apparecchi per sottocentrali telefoniche automatiche. — 29-7-1921.
 N. 209415 — La stessa: Trasmettitore d'impulsi perfezionato del tipo a quadrante. — 7-4-1922.
 N. 227865 — BADISCHE ANILIN & SODA FABRIK: Catodo per celle elettrolitiche, in particolare per la decomposizione dell'acqua. — 7-2-1924.
 N. 227894 — BAYLES E. A., HIGHAM H. & ROYSTON E. R.: Perfezionamenti nei condensatori elettrici. — 4-2-1921.
 N. 214805 — BENVENUTI L.: Presa di corrente per due spine. — 17-10-22.
 N. 228021 — BRITISH (The) LIGHTING and IGNITION COMPANY Ltd.: Perfezionamenti nel controllo o regolazione del voltaggio e della corrente elettrica nei sistemi elettrici. — 8-2-1924.
 N. 227716 — CONDOTTI V.: Nuovo metodo per determinare la posizione geografica di una nave (punto nave) a mezzo della telegrafia senza fili in base al coefficiente di propagazione delle onde elettriche e col sussidio delle linee isodifase. — 1-2-1924.
 N. 198987 — CARRASSI G.: Presa di corrente. — 2-5-1921.
 N. 200829 — CASAROTTI G.: Interruttore automatico rapido di corrente elettrica. — 21-7-1921.
 N. 215313 — VON CLOSSMANN J. & HALBERSTADT H.: Commutateur de sûreté. — 25-11-1922.
 N. 227790 — CORCOS A. & ZALUM M.: Valvola di sicurezza per protezione di impianti elettrici domestici contro corto-circuiti, scariche atmosferiche. — 6-2-1924.
 N. 145757 — ELEKTRO-OSMOSE A. G. (Graf Schwerin Gesellschaft): Processo per influenzare la carica di un diaframma. — 29-10-1914.
 N. 199241 — FAVRE-BULLE M. P.: Mécanisme d'horloge électro-magnétique. — 20-5-1921.
 N. 227896 — FELTEN S. A. & GUILLEAUME CARLSWERK: Sistema per ricoprire lunghi carri con un rivestimento di piombo in un sol pezzo. — 4-2-1924.
 N. 227897 — La stessa: Processo per la preparazione di nuclei per magneti. — 4-2-1924.
 N. 225822 — FORT - FURNITURE OPERE RAPPRESENTANZE TECHNICH (Soc.): Processo per chiudere l'ampolla delle lampade a incandescenza a filamento metallico saldando il tubetto di vetro di raccordo colla pompa sulla apertura praticata sul vertice dell'ampolla per cambiare il filamento. — 13-11-1923.
 N. 225766 — GARDY SOC. IT.: Collare di fissaggio intercambiabile per isolatore. — 16-11-1923.
 N. 225776 — La stessa: Valvola di sicurezza sezionatrice con comando a bastone. — 15-11-1923.
 N. 225767 — La stessa: Commutatore di voltmetro senza contatti morti. — 16-11-1923.
 N. 225783 — La stessa: Dispositivo di blocco automatico di collegamenti mobili di un circuito elettrico evitando la loro separazione sotto l'influsso delle vibrazioni. — 17-11-1923.
 N. 227699 — GUERELLO A.: Comando elettrico ad inseguimento, a sfasamento costante od a sfasamento variabile con la velocità. — 1-2-1924.
 N. 201145 — KERBAKER M.: Elettro-calamita trasformatore per suonerie ed avvisatori elettrici. — 9-7-1921.

- N. 201260 — INTERNATIONAL GENERAL ELECTRIC Co Incorporated: Perfezionamento negli apparecchi a scariche elettroniche. — 22-7-1921.
 N. 226052 — La stessa: Apparecchio per scariche elettriche. — 21-11-1923.
 N. 226113 — La stessa: Dispositivo a scarica di elettroni. — 22-11-1923.
 N. 226872 — La stessa: Processo per generare correnti di ioni positivi e relativo apparecchio. — 20-12-1923.
 N. 227252 — JSTAS J. M. V. L.: Dispositivo interruttore di corrente per apparecchi distributori d'acqua riscaldata a mezzo dell'elettricità. — 19-12-1923.
 N. 227502 — LAFON A. M.: Sistema di collegamento elettrico degli elementi attivi dell'indotto nelle macchine elettriche unipolari a corrente continua e a corrente monofase. — 28-1-1924.
 N. 227993 — LANDIS & GYR A. G.: Piccolo motore monofase con indotto in corto circuito. — 12-2-1924.
 N. 178792 — LIPA POLINKOWSKY: Sistemi di distribuzione delle chiamate per centrali telefoniche. — 15-10-1919.
 N. 200605 — LOTH A. W.: Procédés et dispositifs permettant à un mobile de suivre une route déterminée sans repères visuels. — 12-7-1921.
 N. 201160 — MAGNOLI V.: Tappo di attacco per presa di corrente elettrica — 12-7-1921.
 N. 199078 — METROPOLITAN VICKERS ELECTRICAL Co Ltd.: Perfezionamenti negli apparecchi elettrici a soccorritore. — 3-5-1921.
 N. 200790 — MEYER-KELLER & C. (Ditta): Elettrodo a liquido. — 13-7-21.
 N. 227217 — MICHL R.: Metodo di sincronizzazione e di eliminazione del movimento pendolare nelle macchine sincrone a corrente alternata mono- e polifase. — 11-1-1924.
 N. 201190 — NEW (The) ANTWERP TELEPHONE and ELECTRICAL WORDS: Equipements pour compteurs électriques, appareils de mesure et autres appareils analogues. — 14-7-1921.
 N. 226456 — NISCO A.: Metodo Nisco per ottenere la televisione, la telegrafia, la telegrafotografia, la telefotografia, la teleradiografia. — 4-11-1923.
 N. 227844 — OFFICINE MECCANICHE STIGLER: Contatto di sicurezza per reostati automatici per ascensori elettrici. — 5-2-1924.
 N. 201188 — ORSENIGO A. & G.: Dispositivo di comando a interruttore e commutatore di correnti combinate. — 14-7-1921.
 N. 227492 — PEKOVICH WASO S.: Lampade ad incandescenza. — 31-1-24.
 N. 201148 — PERUZZINI C.: Isolatore compensato smontabile senza cementazioni. — 11-7-1921.
 N. 205642 — PFIFFNER E.: Bobine de reactance de mise à la terre ou transformateur de tension pour hautes tensions. — 30-12-1921.
 N. 179954 — RICHARD A.: Perfezionamenti negli isolatori a catenaria per linee elettriche ad alto potenziale. — 27-11-1919.
 N. 226464 — ROCOUR G., H. M.: Dispositivo atto ad aumentare l'intensità delle scintille elettriche. — 3-12-1923.
 N. 227823 — ROGNINI & BALBO: Perfezionamenti nei motori ad accumulatori elettrici per trazione. — 2-2-1924.
 N. 227824 — La stessa: Sistema di sospensione per motori elettrici di trazione. — 2-2-1924.
 N. 227825 — La stessa: Sistema di applicazione della batteria al telaio delle vetture automotrici ad accumulatori. — 2-2-1924.
 N. 227817 — SACHSENWERK LICHT und KRAFT Aktiengesellschaft: Macchina asincrona a cascata. — 12-2-1924.
 N. 226321 — SACERDOTI C.: Dispositivo riduttore di velocità a mezzo d'ingranaggi per motori elettrici. — 26-11-1923.
 N. 200814 — SEGAL L.: Perfectionnement apporté aux moteurs électriques asynchrones. — 19-7-1921.
 N. 200875 — SIEMENS SCHUCKERT WERKE GESELLSCHAFT mit BESCHRAENKTER HAFTUNG: Disposizione per la regolazione di macchine asincrone con una macchina secondaria a collettore. — 29-7-21.
 N. 200876 — La stessa: Interruttore in due parti. — 29-7-1921.
 N. 226631 — SINGER MANUFACTURING Co.: Inseritore per motori elettrici. — 13-12-1923.
 N. 200952 — SOC. MATERIALE «ELETTO TRAZIONE»: Perfezionamento della galvanizzazione interna degli isolatori elettrici. — 4-7-1921.
 N. 200995 — SOC. AN. POUR LA CONSTRUCTION DE MACHINES SEEBACH: Dispositif de commutation pour courants électriques. — 22-7-1921.
 N. 201196 — SOC. ELECTRO-CHIMIE ET D'ELECTRO-METALLURGIE: Dispositif de transformateur statique de courants alternatifs à prises variables permettant de régler la tension en marche. — 15-7-1921.
 N. 199471 — SOC. FRANCAISE RADIO-ELECTRIQUE: Limitation des perturbations apériodiques. — 16-6-1921.
 N. 201127 — SPARVIERO G.: Turacciolo per valvole fusibili. — 8-7-1921.
 N. 201128 — Lo stesso: Presa di corrente a due conduttori. — 8-7-1921.
 N. 201129 — Lo stesso: Presa di corrente. — 8-7-1921.
 N. 189453 — STEELE L. J., MARTIN H., Mc. CARTHY A. E.: Perfezionamenti in o relativi alla saldatura elettrica. — 10-7-1920.
 N. 200478 — STIGLER OFF. MECC.: Combinatore (controller) per carrelli elettrici. — 28-6-1921.
 N. 201028 — TUMULO S.: Presa di corrente per impianti elettrici interni con rivestimento metallico. — 1-7-1921.
 N. 201002 — VON GLOSS E. & LAUGORIO P.: Perfezionamenti nei disgiuntori per carica di batterie e dispositivi analoghi. — 25-7-1921.
 N. 226324 — WESTINGHOUSE LAMP Co.: Perfezionamenti negli apparecchi a tubi elettrici a vuoto. — 27-11-1923.
 N. 226338 — La stessa: Perfezionamenti negli apparecchi a tubi elettrici a vuoto. — 26-11-1923.
 N. 227797 — FALUM M. & CARCOS A.: Apparecchio interruttore automatico a scatto per uso industriale contro corti circuiti, scariche atmosferiche. — 2-2-1924.
 N. 193450 — ARNO' R.: Perfezionamenti nei sistemi per generare oscillazioni elettromagnetiche (correnti ad alta frequenza) e conseguenti metodi per produrre un flusso continuo di onde e un flusso elettromagnetico continuo (corrente continua) essenzialmente a scopo di telegrafia e telefonia senza fili. — 18-12-1920 (Cpl).
 N. 193650 — Lo stesso: Perfezionamenti nei sistemi per generare oscillazioni elettromagnetiche (correnti ad alta frequenza) e conseguenti metodi per produrre un flusso continuo di onde ed un flusso elettromagnetico continuo (corrente continua) essenzialmente a scopo di telegrafia e telefonia senza fili. — 31-12-1920 (Cpl).

(*) I Soci dell'A.E.I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20% di sconto sulle tariffe normali, sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio nella parte pubblicità.

- N. 193756 — AUTOMATIC ELECTRIC Cy: Relais a chiusura. - 11-12-1925 (Cpl.).
- N. 194702 — FELTEN & GUILLEAUME CARLSWERK A. G. (Soc. An.): Coppia di rocchetti di selfinduzione per la carica di conduttori quadrupli sdoppiabili di cavi telefonici secondo il sistema Papin. - 27-1-1921 (Cpl.)
- N. 227831 — BARBIERI A.: Contattiera pneumatica per la riproduzione elettrica a distanza di rulli musicali. - 2-2-1924.
- N. 178154 — CESARI E.: Indicatore di richiesta e delle are di utilizzazione per utenti di energia elettrica. - 13-9-1919.
- N. 200784 — MICART, GESELLSCHAFT FÜR CHEMISCHE TECHNISCHE ERZEUGNISSE m. b. H.: Processo per la preparazione di un materiale plastico per la fabbricazione di dischi di grammofoni, interruttori elettrici e simili. - 13-7-1921.
- N. 226966 — SOC. ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MECANQUES: Perfezionamenti applicabili alla misura di temperatura per mezzo di coppie termoelettriche. - 28-12-1923.
- N. 214805 — BENVENUTI L.: Portalampana elettrico con presa di corrente. - 17-10-1922.
- N. 200720 — BOUË H.: Lampe à plusieurs reflecteurs pour l'éclairage indirect. - 28-7-1921.
- N. 201024 — CAPPELIN G.: Apparecchio atto a praticare i nastri o spacature nel gambo delle lampadine elettriche. - 1-7-1921.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Concorso per un posto di Ingegnere presso l'Ufficio Centrale.

1) A sensi della deliberazione presa dal Consiglio Generale nella seduta del 6 ottobre scorso, è aperto un concorso per un posto di Ingegnere addetto all'Ufficio Centrale dell'A. E. I.

2) I concorrenti dovranno essere cittadini italiani, ingegneri, preferibilmente elettrotecnici — e conoscere le lingue francese, inglese e tedesca — ed essere soci dell'A. E. I.

3) Il concorrente deve impegnarsi a dare tutta la sua attività per tutte le ore normali d'Ufficio, all'impiego al quale viene assunto.

Egli dovrà occuparsi del disbrigo delle pratiche e lavori inerenti al Giornale *L'Elettrotecnica* ed a tutte le Pubblicazioni dell'A. E. I. — seguendo le direttive del Redattore Capo — nonché del disbrigo delle pratiche, corrispondenze e lavori dell'Ufficio Centrale, seguendo le direttive del Segretario Generale dell'A. E. I.

Dovrà inoltre funzionare da Segretario di tutte le Commissioni permanenti dell'A. E. I. (Comitato Elettrotecnico, ecc.), per coordinarne i lavori.

4) L'assunzione diverrà stabile dopo un anno di prova, ed il giudizio di conferma nell'Ufficio dopo la prova spetta esclusivamente ed in modo insindacabile, alla Presidenza Generale dell'A. E. I.

5) Per l'anno di prova lo stipendio è fissato sulla base di L. 1200 mensili posticipate. Potrà venire aumentato in seguito, a norma di quanto delibererà la Presidenza Generale.

6) Le domande, corredate dai documenti necessari a comprovare l'età del concorrente e la sua qualità di ingegnere e di tutti quei titoli che il concorrente crederà di presentare, devono essere indirizzate entro il 15 febbraio 1926 al Segretario Generale dell'A. E. I. in doppia busta.

La busta interna sarà chiusa e porterà la sola indicazione: « Concorso dell'A. E. I. ». Quella esterna sarà indirizzata al « Segretario Generale dell'A. E. I. - Milano - via San Paolo, 10 ».

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI FIRENZE

Col mese di dicembre sono state riprese le riunioni dei Soci, che avevano subito una interruzione in causa al trasloco della sede della Sezione nei nuovi locali in via Ghibellina, 69.

La sera del 1° dicembre, il Prof. Vasco Ronchi dell'Istituto di Fisica della R. Università, ha tenuto una comunicazione sul tema: « I reticoli ». Il conferenziere, dopo aver riassunto le principali proprietà di un sistema ottico secondo il consueto modello geometrico, ha mostrato non essere esatta l'ipotesi della rigorosa propagazione rettilinea della luce nel caso di sottili fasci luminosi, mentre l'ipotesi ondulatoria e il principio di Huyghens, con le loro principali conseguenze corrispondono ai risultati sperimentali. Interessantissime dimostrazioni sperimentali furono appunto date, dei fenomeni di diffrazione.

Ha poi considerato il comportamento di un reticolo di fronte alle ondulazioni luminose e ne ha brevemente ricordate e in parte dimostrate, le numerose proprietà, concludendo che i reticoli non solo ser-

vono come mezzo spettroscopico di altissimo valore, ma costituiscono pure un mezzo di studio delle onde luminose, basato sulla loro natura, e capace di fornire tutte le indicazioni che hanno un valore teorico e pratico.

Il conferenziere è stato vivamente applaudito, dolendosi soltanto i soci che la conferenza terminasse sul più bello.

La sera del 15 dicembre poi il Prof. Giorgio Abetti, Direttore del R. Osservatorio Astrofisico di Arcetri, aderendo cortesemente all'invito del Presidente della Sezione, ha tenuto una interessantissima conferenza sul « La torre solare di Arcetri ».

Il Prof. Abetti, ricordato come di pari passo col progresso degli strumenti di osservazione, dal giorno in cui, nel luglio 1610, Galileo scoprì le macchie solari col cannocchiale da lui inventato, gli studi di fisica solare abbiano fatto enormi progressi, passa ad illustrare l'evoluzione e le principali caratteristiche degli strumenti per lo studio della superficie del sole. Aggiunge che la Torre solare dell'Osservatorio di Arcetri è un telescopio verticale fisso di venti metri di altezza e che sotto alla Torre, in continuazione del suo asse, si trova un pozzo profondo nove metri sul quale è posto un potente spettroscopio la cui disposizione è tale che lo spettro del sole viene a formarsi accanto e sullo stesso piano in cui si forma la sua immagine, così che con comodità si possono investigare le varie parti dello spettro sia visualmente come fotograficamente.

Il conferenziere spiega poi come dalle posizioni delle righe si possono dedurre quali siano gli elementi che costituiscono il sole, e come da piccoli spostamenti che si notano nelle stesse si deduca il periodo di rotazione del sole attorno al suo asse ed i livelli ai quali i diversi elementi si trovano, avendosi così una rappresentazione fedele della costituzione dell'atmosfera solare. Di più studiando la scomposizione delle righe, dovuta ad effetti magnetici, si viene a conoscere il campo magnetico generale del sole, analogo a quello della terra, ed i campi magnetici di grande intensità che si sviluppano al disopra delle macchie.

Osserva poi che mentre sono state notate più volte relazioni tra l'attività del sole e il magnetismo terrestre è stato finora soltanto supposto che esistano analoghe relazioni fra quella attività e la meteorologia terrestre. Il Prof. Abetti dimostra poi l'importanza di dare impulso a questi studi che in un futuro più o meno lontano potranno avere in questo ordine di idee anche qualche pratica applicazione e specialmente, aggiunge, ciò deve essere fatto in Arcetri dove a pochi passi dalla Torre sorge un Istituto di Fisica Terrestre appositamente costruito per lo studio della meteorologia, del magnetismo e degli altri rami appartenenti a quella scienza.

Il conferenziere passa poi ad illustrare le particolarità della Torre solare di Arcetri che, cominciata nel 1922, è stata inaugurata il 22 giugno 1925. La Torre, aggiunge, è un monumento vivo al grande instauratore dell'astronomia e dell'universa scienza sperimentale, Galileo Galilei, ed è sorta in prossimità del suo « Gioiello », la villa ove egli trascorse l'ultima e più travagliata parte della sua esistenza.

Il Prof. Abetti vuole infine ricordare che la Torre venne costruita dalla Società per Costruzioni Cementizie su disegni dell'Ing. Gino Marchi, che la cupola fu fornita dalle Officine Meccaniche di Arezzo e tutte le delicate e complesse parti meccaniche dalle Officine Galileo di Firenze, mentre le parti ottiche furono inviate dalla Casa Zeiss che le ha fornite in conto riparazioni di guerra. Il reticolo di diffrazione è stato costruito dalle Officine dell'Osservatorio di Monte Wilson in California e da questo inviato in dono all'Osservatorio di Arcetri.

Durante la conferenza sono state proiettate numerose fotografie della torre e dei vari congegni e su queste sono state date spiegazioni oltre che dal Prof. Abetti anche dal Cav. G. Cussini delle Officine Galileo.

Il conferenziere che è stato vivamente applaudito ha invitato i numerosi soci presenti a visitare la Torre solare appena che il tempo permetterà qualche osservazione.

Il giorno 8 dicembre un gruppo di una trentina di soci di questa Sezione prese parte ad una gita in autobus a Colle Val d'Elsa per la visita degli stabilimenti industriali di quella industriosa cittadina. Furono visitati quattro stabilimenti tra i più importanti e la Scuola industriale.

I gitanti furono ricevuti, con squisita cortesia, dal Sindaco e dai principali industriali di Colle Val d'Elsa con a capo il Gr. Uff. Comm. M. Boschi che offrì loro una colazione. Alla gita, riuscitissima, presero parte numerose signore e signorine dei soci.

La sera del 29 dicembre l'assemblea dei soci della Sezione, insolitamente numerosa, discusse l'aumento della quota sociale già deliberata da altra assemblea precedente in seguito all'aumento del contributo alla Sede centrale. E' stato approvato all'unanimità, meno uno, di portare la quota annua di associazione a L. 80 per soci individuali, ed a L. 500 per collettivi, restando invariata per i soci studenti.

Per la sera del 12 gennaio a ore 21 è annunciata una conferenza dell'Ing. Picchi su: « Il turbo-alternatore A. S. E. A. », conferenza che preluderà ad una visita alla centrale di Riferdi, dove da poco è stata montata una bellissima macchina del genere.

Errata - corrige

N. 1 del 5 Gennaio 1926, pagina 20, Note legali: leggersi: Le acque industriali e l'energia elettrica nei rapporti internazionali. Avv. LEONE PESCI.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

L'Italia all'Esposizione di Grenoble.

Abbiamo detto nel numero scorso della grandissima onorificenza toccata alla nostra Associazione all'Esposizione di Grenoble, dove essa fu dichiarata fuori concorso e chiamata a far parte della Giuria.

L'interessante Mostra, dedicata al « Carbone bianco » ed alle industrie turistiche, ebbe il suo periodo migliore nei scorsi mesi estivi, quando il nostro giornale era particolarmente impegnato per il Congresso di Napoli e fu questa la ragione principale per la quale non potemmo allora occuparcene con quella ampiezza che l'avvenimento avrebbe meritato, anche se nessuna novità sensazionale, nessuna *great attraction* figurasse a Grenoble. Non abbiamo tuttavia mancato di rilevare in varie occasioni la grande e bella affermazione degli espositori italiani, il cui successo fu ripetutamente e schiettamente riconosciuto dalla stampa e dai tecnici di oltr'Alpe. Ora che l'esposizione appartiene al passato, nel pubblicare l'elenco ufficiale delle onorificenze assegnate ai nostri espositori, ci è sembrato opportuno dare alla Mostra uno sguardo retrospettivo, ed abbiamo pregato l'Ing. LEOPOLDO LOCATELLI che, nella sua qualità di Segretario del Comitato organizzatore, potè vivere tutta la vita dell'Esposizione, collaborando con grande efficacia al suo successo, di prepararci una nota sull'argomento. Egli ha volentieri aderito al nostro desiderio — del che gli siamo assai grati — e possiamo così oggi pubblicare il suo articolo storico-descrittivo dell'esposizione, il quale, nella raccolta dell'*Elettrotecnica*, rimarrà a documentare il mirabile sforzo compiuto dai nostri costruttori e dai nostri esercenti, i quali, rispondendo con grande slancio all'invito ed all'opera incitatrice dell'Ing. Guido Semenza, seppero in poche settimane allestire due padiglioni che erano, a detta di tutti, i più interessanti ed i più frequentati della riuscita esposizione.

L'abbagliamento dei fari da automobile.

Chiunque abbia viaggiato di notte in automobile sa quanto sia penoso l'incrocio di vetture marcianti in senso inverso, a motivo dei fari che abbagliano i guidatori ponendoli in condizioni quasi peggiori di una completa oscurità. L'Automobile Club di Torino si è giustamente preoccupato della cosa ed ha promosso un concorso per un tipo di fari non abbaglianti affidando le esperienze e le misure di controllo relative al Prof. PERUCCA di quel Politecnico. Siamo lieti di poter pubblicare oggi la sua relazione che, come quasi tutti i lavori di carattere sperimentale, rappresenta un notevole contributo allo studio dell'interessante argomento.

Concorso per un posto di Ingegnere presso l'Ufficio Centrale dell'A. E. I.

Riferendoci a quanto abbiamo scritto in queste note nel numero scorso, richiamiamo ancora l'attenzione dei giovani ingegneri sull'avviso di concorso riportato nella parte ufficiale di questo fascicolo.

LA REDAZIONE.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. - - - -

□ MISURE FOTOMETRICHE E DI ABBA- GLIAMENTO IN FARI PER AUTOVEICOLI

E. PERUCCA

1. — L'Automobile Club di Torino ha indetto quest'anno e ora condotto a termine un primo Concorso Internazionale di fari non abbaglianti per autoveicoli.

Concorsi analoghi erano già stati tenuti in altre Nazioni, ma la caratteristica del Concorso dell'Automobile Club di Torino è stata costituita dall'intendimento degli organizzatori di assoggettare i fari concorrenti a prove condotte con ogni possibile rigore scientifico.

Furono previste prove stradali e di laboratorio, e fu dato un peso preponderante a quest'ultime.

Nello stabilire le modalità di tali prove lo scrivente ebbe di mira di avvicinarsi alle condizioni ordinarie di funzionamento dei fari per quanto riguarda le prove stradali; di eseguire in laboratorio misure che permettessero di dedurre tutte le caratteristiche di ciascun dispositivo concorrente, necessarie per un completo giudizio sulla sua bontà.

A questo scopo egli propose uno schema di regolamento, che, discusso e approvato dalla Commissione organizzatrice del Concorso, servì di norma per lo svolgimento delle prove.

D'accordo con tal regolamento, furono eseguite le seguenti prove di laboratorio:

A) - Misure di illuminazione a 50 e 100 metri dal faro entro un cono di apertura di 20° attorno all'asse orizzontale di funzionamento normale del faro:

a) senza dispositivo non abbagliante;

b) con dispositivo non abbagliante;

B) - Misure di abbagliamento a 50 e 100 metri dal faro entro un cono di apertura di 20° attorno all'asse orizzontale di funzionamento normale del faro.

a) senza dispositivo non abbagliante;

b) con dispositivo non abbagliante.

L'esecuzione di queste misure presupponeva una definizione di *abbagliamento*, che da un lato si avvicinasse per quanto è possibile a ciò che deve intendersi per « abbagliamento » nel caso pratico interessante l'automobilista, e d'altro lato ne permettesse una misura quantitativa.

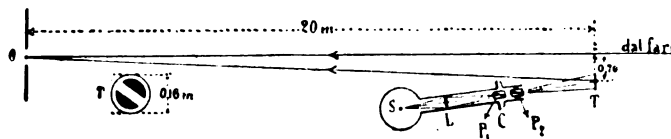


Fig. 1.

In pratica due vetture A e B procedono in senso inverso su di una strada, di notte, con i fari accesi. Lo chauffeur di B vuol vedere i particolari e gli ostacoli della strada illuminati dai propri fari, nonostante i fari avversari di A che ha di fronte. Si ammette che ciascuna vettura tenga il suo lato, per es., la destra della strada.

L'abbagliamento che B subisce da parte di A è tanto più forte quanto più forte è l'illuminazione che B deve richiedere dai propri fari per essere in grado di vedere un dato ostacolo, a una data distanza.

Si ritenne quindi logico assumere a misura dell'abbagliamento nelle prove di laboratorio l'intensità di illuminazione

necessaria per rendere visibile una tabella campione T (fig. 1) posta a una distanza fissa da un osservatore O , quando questi è abbagliato dal faro.

Le misure vennero compiute tenendo la tabella campione a 20 metri dall'osservatore e a 0,70 metri dalla retta che unisce faro e osservatore; faro, tabella e occhio dell'osservatore giacciono in uno stesso piano orizzontale.

Le misure vennero compiute tenendo il faro in esame a 50 o a 100 metri dalla tabella e quindi a 70 o a 120 metri dall'osservatore O .

Le prove di laboratorio furono eseguite su di un solo faro per ciascun dispositivo concorrente.

Le prove stradali di illuminazione e di abbagliamento furono eseguite con vetture munite della coppia di fari formanti l'equipaggiamento normale. Ambo le prove furono eseguite contemporaneamente per evitare una eventuale variazione nella tensione di alimentazione dei fari; esse servirono a determinare:

A') la distanza di visibilità di una tabella campione posta lungo l'asse della vettura, alta da terra quanto i fari.



Fig. 2.

La vettura V (fig. 2) procedeva in linea retta verso la tabella T_1 a piccola velocità; sulla vettura era un osservatore O_1 , il quale fissava, mediante il lancio di un sacchetto di sabbia, la posizione della vettura nell'istante della visibilità della tabella. Si misurava la distanza che allora intercedeva tra tabella e vettura.

Anche questa prova fu fatta:

- a) senza dispositivo non abbagliante;
- b) con dispositivo non abbagliante.

B') la distanza di abbagliamento. Durante la stessa prova di illuminazione, un altro osservatore O_2 , il cui occhio era spostato di 1,5 metri dall'asse lungo cui avanzava la vettura ed era alto da terra 0,50 metri più dei fari, veniva abbagliato da quest'ultimi. Una tabella campione T_2 , dotata di illuminazione costante mediante un piccolo proiettore L , era posta a 50 metri dall'osservatore O_2 , anche lei a 1,50 m dalla retta lungo cui avanzava la vettura, ed era alta da terra quanto i fari. (O_2 T_2 sarebbe dunque la direzione di marcia di una vettura che debba incrociare con V). Allorquando l'osservatore O_2 , abbagliato dalla vettura avanzante V , non era più in grado di distinguere la tabella T_2 , lanciava un segnale luminoso all'osservatore O_1 sulla vettura, il quale provvedeva a fissare quest'altra posizione della vettura. Si misurava la distanza intercedente tra questa nuova posizione della vettura e l'osservatore O_2 .

La prova fu fatta, al solito:

- a) senza dispositivo non abbagliante;
- b) con dispositivo non abbagliante.

E' evidente che potenza di illuminazione e potenza di abbagliamento vengono dedotte con procedimenti diversi nelle prove di laboratorio e nelle prove stradali, quindi i risultati dei due tipi di prove non sono senz'altro paragonabili.

Se si tien conto che le misure eseguite in laboratorio su ciascun faro superarono di regola il migliaio, che, per quanta cura sia stata posta nell'esecuzione delle prove stradali, queste risentono pur sempre notevolmente delle inevitabili irregolarità di marcia della vettura, si comprende quanto più numerosi elementi di giudizio abbia fornito il complesso delle prove di laboratorio.

Di quest'ultime, eseguite nel Laboratorio di Fisica Sperimentale della R. Scuola di Ingegneria di Torino, vuole parlare questa relazione. Si renderanno noti i particolari procedimenti di misura usati, i risultati di indole generale ai quali si è pervenuti, i risultati specifici di ciascun faro esaminato.

*

2. — Il faro (fig. 3), montato su di un grosso supporto munito di cerchi azimutale e zenitale a mo' di un teodolite, poteva venir ruotato in senso azimutale e in senso zenitale di angoli noti.

Il fascio luminoso uscente dal faro veniva riflesso da un largo specchio piano Zeiss S e rinviato al fotometro P . In questo modo era facile per lo sperimentatore addetto alle misure

fotometriche (o di abbagliamento) di controllare e di comandare la manovra del faro.

Con opportune rotazioni del faro F si potevano dunque misurare al fotometro le intensità di illuminazione prodotte dal faro in direzioni FS orientate in modo noto, del resto arbitrario, rispetto all'asse del faro. Si iniziavano le misure disponendo il faro F in modo che il suo asse coincidesse con la retta FS , cioè si misurava l'intensità di illuminazione lungo l'asse del faro, poi si ruotava successivamente F di grado in grado in senso orizzontale e in senso verticale. Una serie di misure fotometriche poteva così venir raccolta in un grafico costituito da un certo numero di curve di ugual illuminazione tracciate in funzione degli angoli azimutale e zenitale che ciascuna direzione fa con l'asse del faro.

La distanza $FS=PS$ era di 50 metri o di 25 metri secondo che veniva eseguita la serie di misure fotometriche a 100 m o a 50 m dal faro.

Con buon vantaggio per la rapidità delle determinazioni e per la loro precisione, fu usato un fotometro avente alcune ca-

atteristiche nuove, la cui descrizione troverà posto più opportuno in altro luogo; qui solo accenno che in esso vennero realizzati i seguenti pregi:

- 1) possibilità di fotometrare intensità di illuminazione anche molto deboli a causa della mancanza di schermo diffondente lungo il fascio luminoso in istudio;
- 2) costante intensità luminosa nel campo d'osservazione;
- 3) possibilità di misurare intensità di illuminazione variabili entro larghissimi limiti, per es., nel rapporto a 1 a 4000; effettivamente si passò nelle varie misure da circa 0,15 lux a circa 60 lux ⁽¹⁾.

La disposizione usata per la misura dell'abbagliamento è indicata in fig. 1.

La posizione dell'occhio dell'osservatore veniva fissata da un opportuno diaframma O (fig. 1, 3) a cui giungeva il fascio di raggi riflesso dallo specchio S (fig. 3). L'occhio dell'osservatore, abbagliato dal fascio luminoso, doveva vedere la tabella T (fig. 1, 3) posta a 20 m. da O e a 0,70 m. dal raggio abbagliante. La tabella campione T , della forma e dimensioni indicate in fig. 1, veniva illuminata dal sistema SC (fig. 1) costituito dalla sorgente luminosa S , dall'obiettivo L convergente i raggi sui due prismi polarizzatori P_1 , P_2 . Dopo di questi il fascio luminoso proveniente da S , divergendo nuovamente, illuminava uniformemente la tabella T .

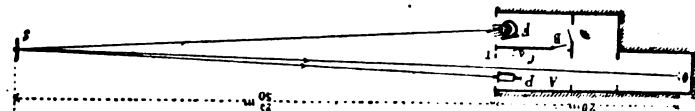


Fig. 3.

Mediante rotazione di P_2 , misurabile al cerchio graduato C , l'intensità di illuminazione della tabella T poteva venir variata in modo conosciuto entro limiti estesissimi da 0 a circa 20 lux ⁽²⁾ senza per altro modificare il tono della luce inviata sulla tabella.

Una misura di abbagliamento consisteva nella regolazione della intensità di illuminazione di T in modo che l'osservatore da O riuscisse appena a intravedere la tabella T .

Anche per l'abbagliamento furono fatte misure con lo specchio S (fig. 3) o a 50 m. o a 25 m. rispettivamente, corrispondenti ad abbagliamenti prodotti dal faro a 120 m. o a 70 m. rispettivamente.

Ciascuna serie di misure fu iniziata, al solito, con una misura di abbagliamento quando il faro F (fig. 3) aveva il suo asse coincidente con la retta FS ; e successivamente le altre misure furono fatte di grado in grado in senso orizzontale e in sen-

⁽¹⁾ In questa relazione i risultati fotometrici ottenuti vengono espressi in unità arbitrarie, ciascuna equivalente a 0,03 lux.

⁽²⁾ Anche i risultati delle misure di abbagliamento saranno in seguito espressi in unità arbitrarie, ciascuna equivalente a 0,02 lux nell'illuminazione della tabella T .

so verticale, come per la fotometria. Così una serie di misure di abbagliamento poteva venire anch'essa raccolta in un grafico costituito da un certo numero di curve di uguale abbagliamento, tracciate in funzione degli angoli azimutale e zenitale che ciascuna direzione uscente dal faro fa con l'asse di questo.

Naturalmente, per passare da una serie di misure di illuminazione alla serie corrispondente di misure di abbagliamento, occorre anche ruotare di un piccolo angolo opportuno lo specchio S.

La necessità di procedere con qualche sollecitudine, ma più ancora l'indole stessa delle misure hanno portato a limitare la precisione delle determinazioni eseguite con questi metodi al 5 % per le misure fotometriche e al 10 % per le misure di abbagliamento, quest'ultime potendosi paragonare a misure di tipo fotometrico piuttosto cattive. Particolarmente concordanti risultano le misure di abbagliamento appartenenti a una stessa serie ed eseguite successivamente in una stessa sera.

*

3. — Allo scopo del Concorso dell'A. G. T., misure dotate di una tale precisione risultarono più che sufficienti per giungere a un ponderato giudizio sui dispositivi presentati; ma esse hanno anche permesso di giungere alle seguenti conclusioni di indole generale.

1) Entro gli errori sperimentali, alle distanze in cui in pratica avviene l'abbagliamento, distanze superiori di regola ai 50 metri tra faro e osservatore abbagliato, l'abbagliamento prodotto dai fari a luce bianca aventi le dimensioni usuali è funzione della sola intensità luminosa. Le curve di uguale illuminazione coincidono con le curve di uguale abbagliamento; cioè nelle direzioni in cui i fari esaminati danno a una stessa distanza uguali intensità di illuminazione, si hanno, a pari distanza, uguali abbagliamenti.

Questa conclusione si deduce dall'esame comparativo dei risultati delle misure di serie eseguite sui vari fari, ma è stato confermato da misure dirette, costituenti un gruppo di determinazioni più omogeneo, quindi più attendibile. In queste misure, il supporto del faro, e quindi i vari fari, vennero piazzati direttamente in S a 50 m. da T (fig. 3) quindi a 70 m. dall'osservatore abbagliato, venne così eliminata la riflessione del fascio in istudio sullo specchio S.

La rapida sostituzione di fari diversi e la corrispondente misura dell'abbagliamento in direzioni che davano al fotometro uguali intensità di illuminazione, ha portato ai seguenti risultati, ciascuno dei quali è media di numerose determinazioni. Accanto a ciascun risultato è indicato l'errore probabile della determinazione, computato con una certa larghezza; illuminazioni e abbagliamenti sono indicati in unità arbitrarie.

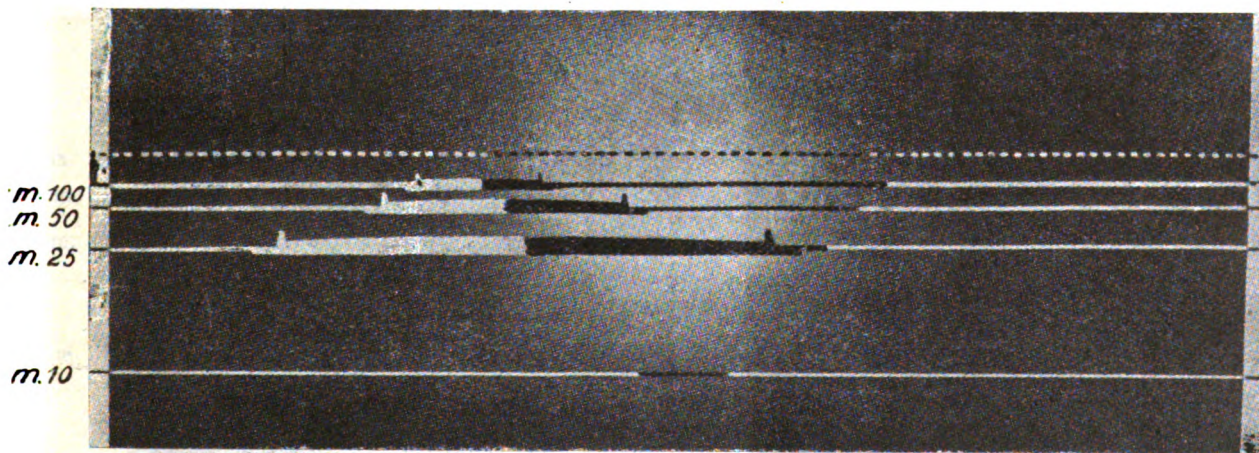
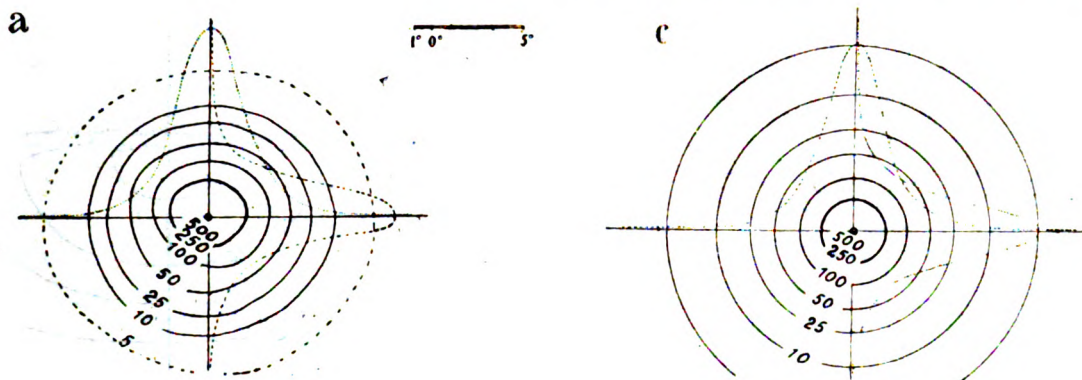


Fig. N. 4. — Concorrente N. 1 — Dispositivo Serva con Faro Marchal — Diametro utile: 210 mm.; cristallo liscio; lampadina smerigliata $12 \div 15$ V; 75 K; alimentazione: 13,5 V; 3,2 A; 33,5 W; distribuzione della luce: regolare.

Faro N.	CARATTERISTICHE	Abbagliamento misurato nella direzione in cui il faro produceva a 50 m. l'intensità di illuminazione:			OSSERVAZIONI
		250	50	10	
1	Diam. utile 210 mm. cristallo liscio, lampada smerigliata	43 ± 5	$9 \pm 1,5$	$3,6 \pm 0,5$	
2	Diam. utile 200 mm., cristallo diffondente, lampada non smerigliata	49 ± 4	$14 \pm 1,5$	$3,5 \pm 0,5$ $4,0 \pm 0,5$	Con disp. antiabbagliante.
3	Diam. utile 230 mm., cristallo diffondente, lampada non smerigliata	48 ± 5	14 ± 1 $12 \pm 1,5$	$3,7 \pm 0,5$ $3,5 \pm 0,5$	Con disp. antiabbagliante.
7	Diam. utile 240 mm., cristallo liscio, lampada debolmente smerigliata.	52 ± 6	$13 \pm 1,5$ $12 \pm 1,5$	$3,9 \pm 0,5$ $3,5 \pm 0,5$	Con disp. antiabbagliante.

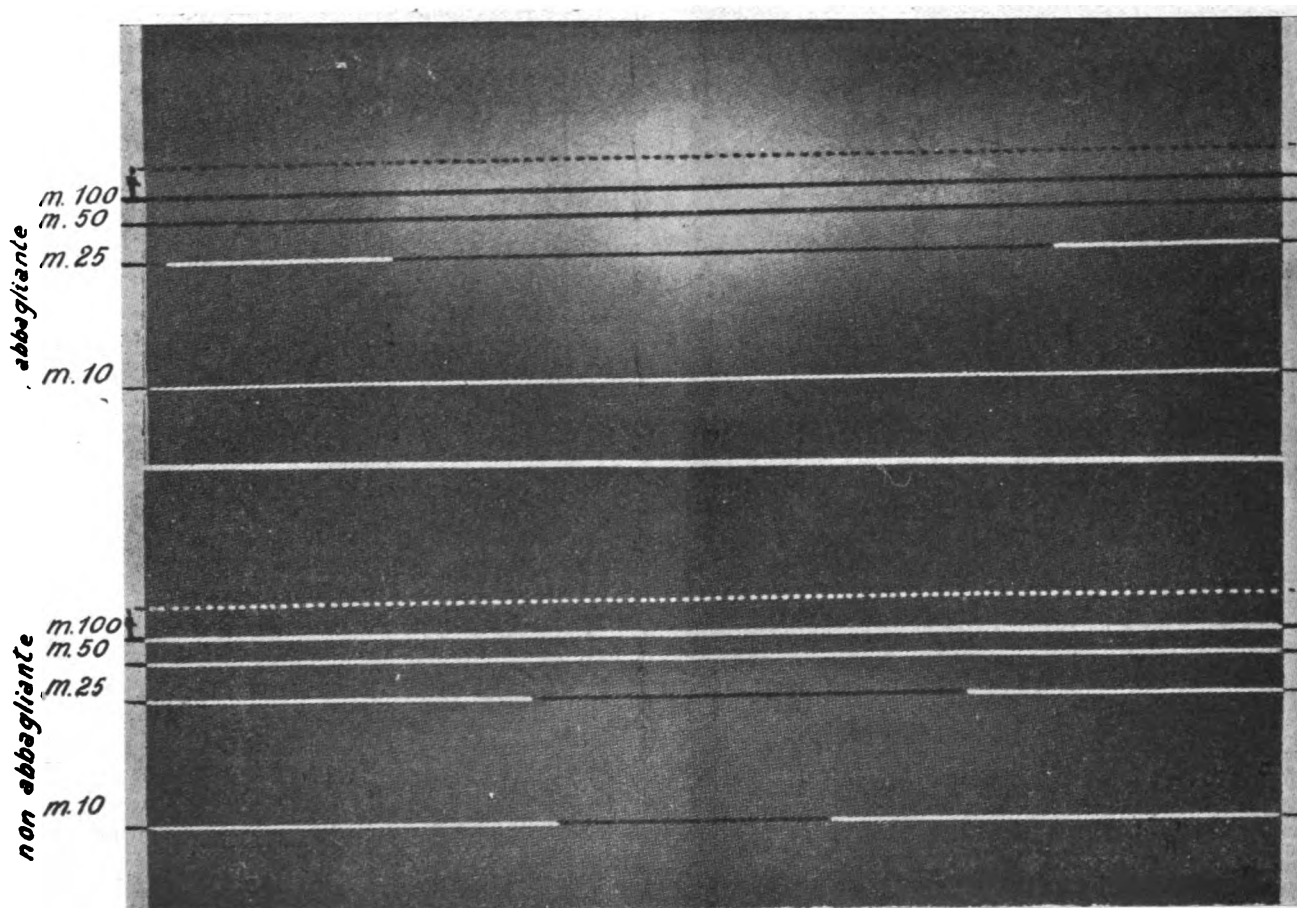
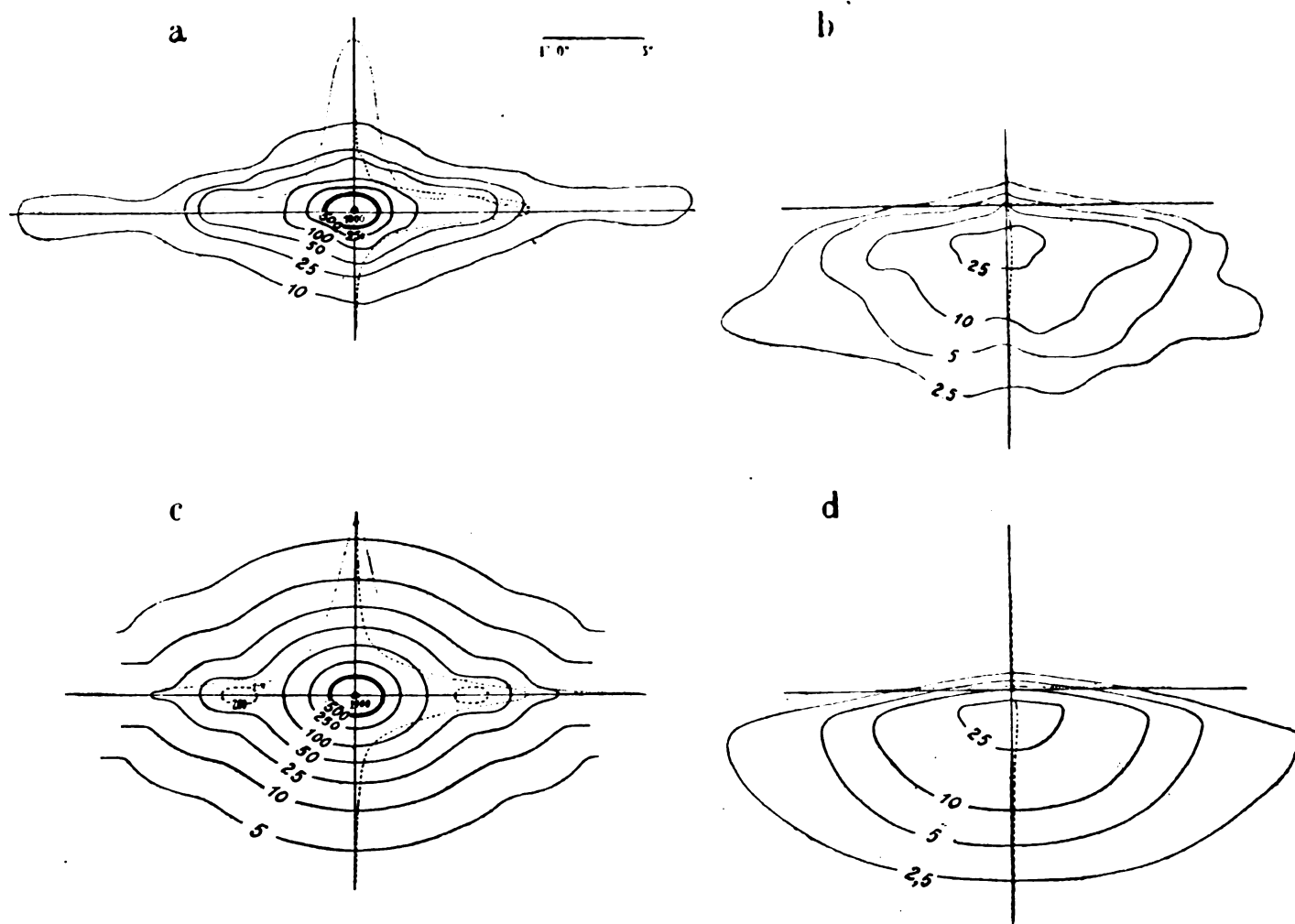


Fig. 5. -- Concorrente n. 2 Faro Bosch. Diametro utile 200 mm. Cristallo diffusore. Lampadina a due filamenti, non smerigliata. Distribuzione della luce : irregolare. Alimentazione : filamento abbagl. volts 13,5 amp. 2,45, watts 33,1; filamento non abbagl. volts 13,5, amp. 1,45, watts 19,6.

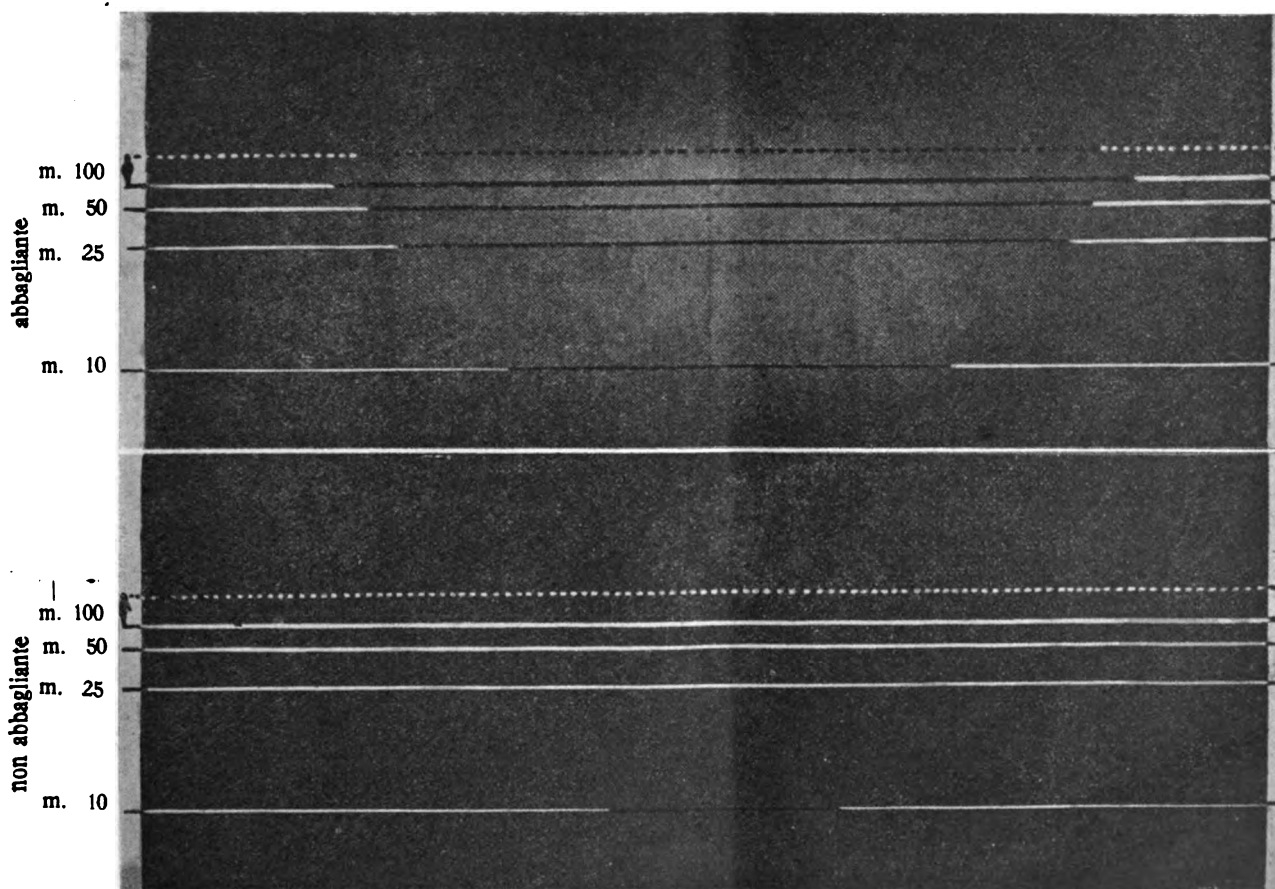
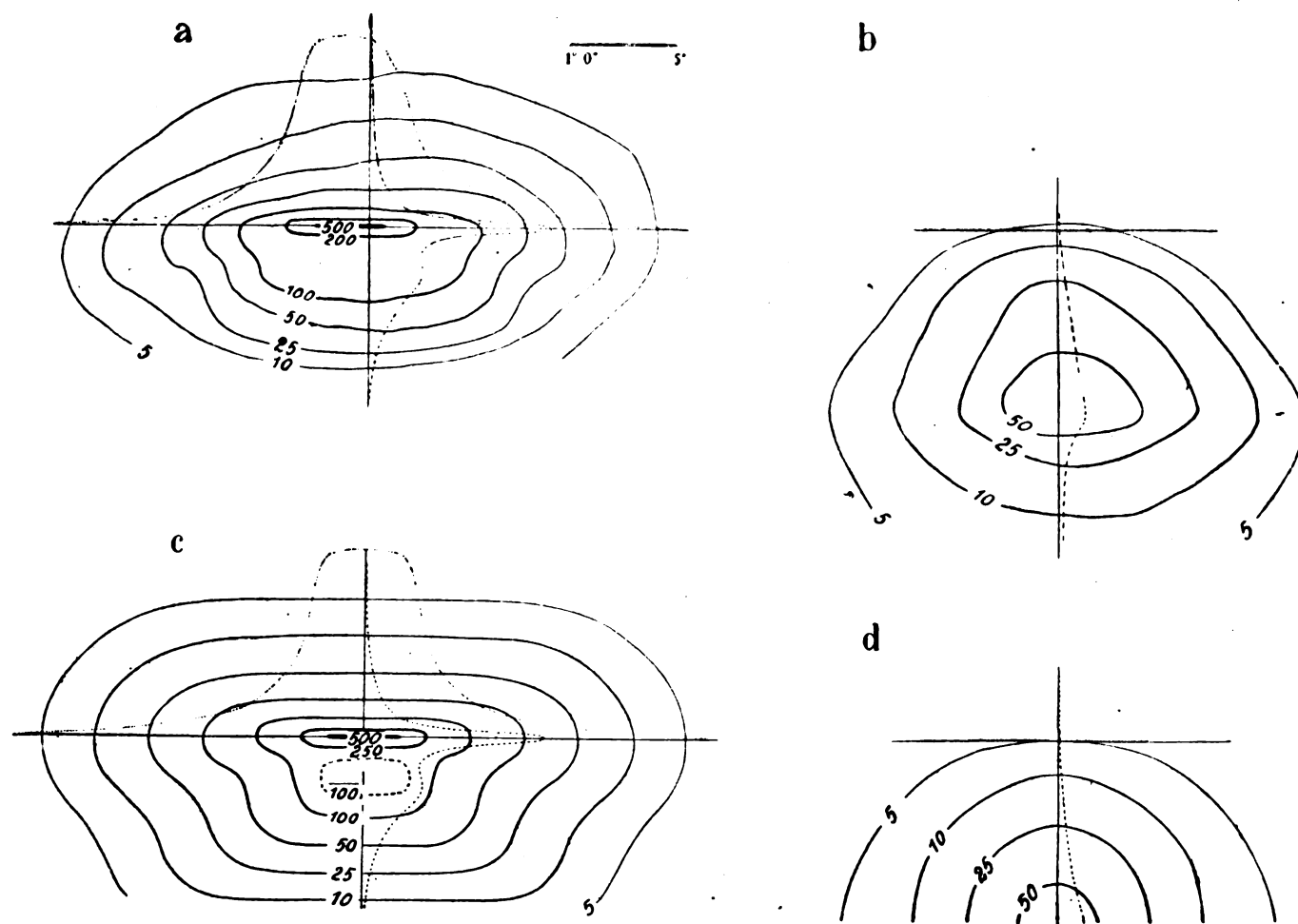


Fig. 6. — Concorrente n. 3. Faro Boffelli a doppia della luce: un po' irregolare. Alimentazione: lampadina abbagliante volts 13,4, amp. 3,5, watts 46,9; paraboloide. Diametro utile 230 mm. Cristallo diffusore. Lampadine non smerigliate. Distribuzione lampadina non abbagl. volts 13,4; amp. 2,52, watts 33,9.

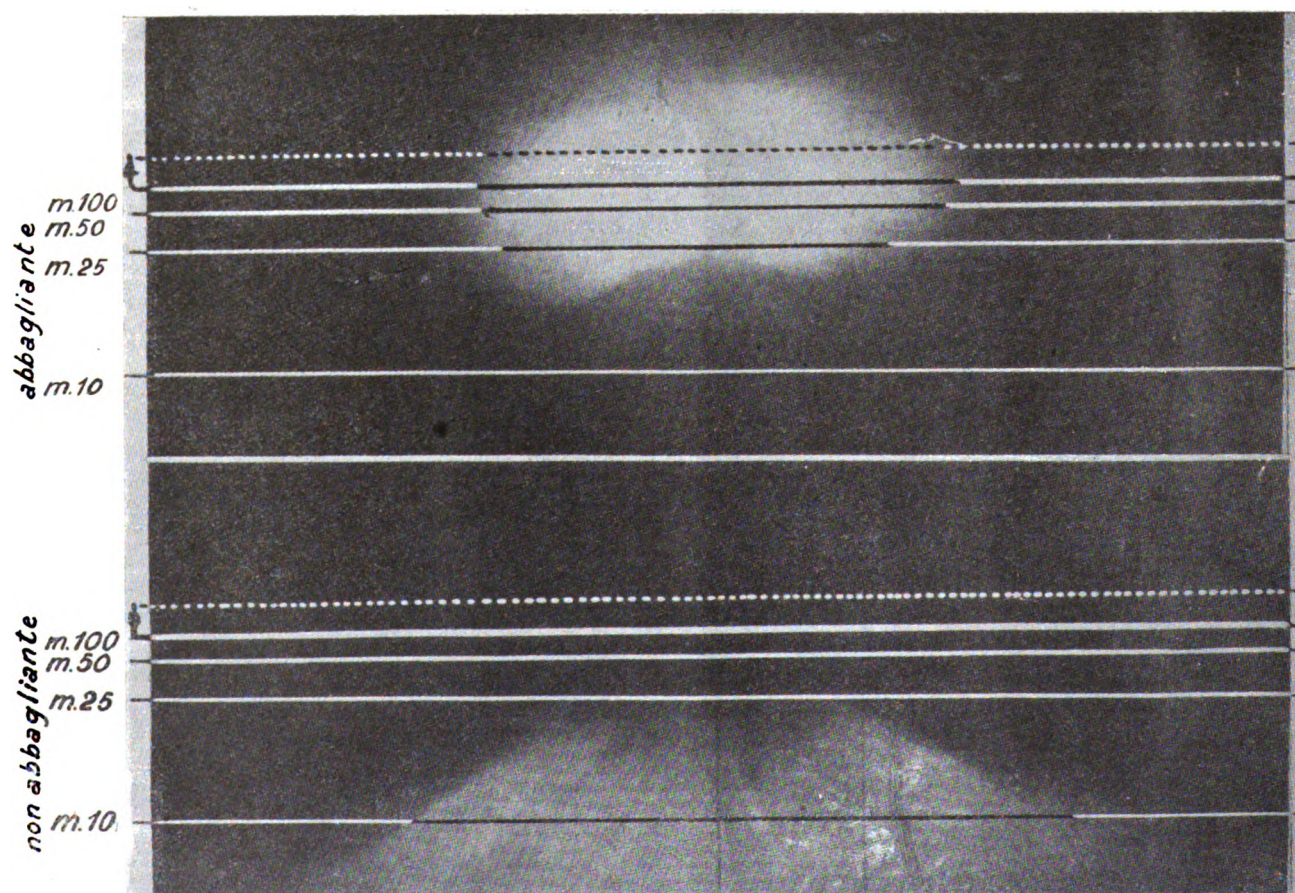
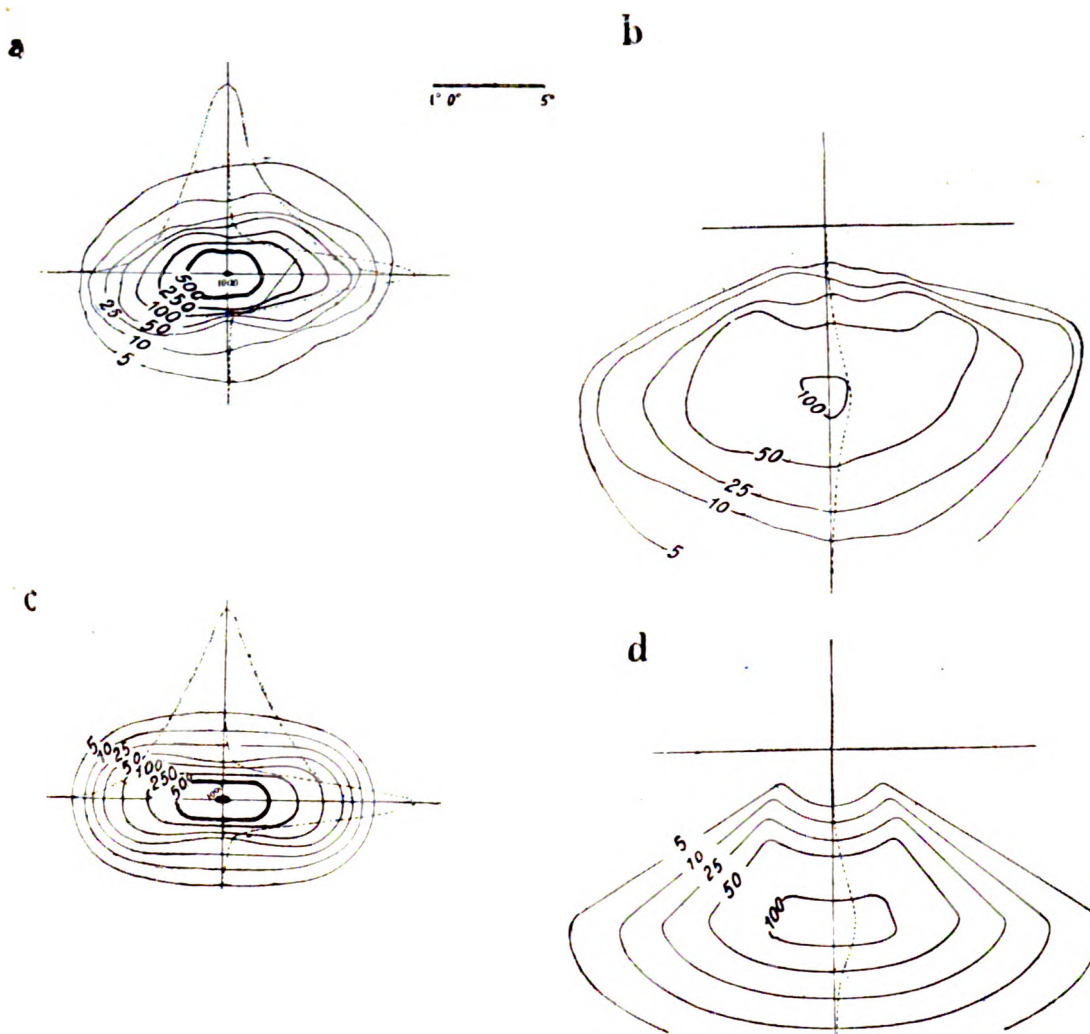


Fig. 7. — Concorrente n. 4, Faro B. R. C. Yvel Diametro utile 240 mm. Cristallo liscio. Lampadina a due filamenti, smerigliata nella sola parte anteriore. Distribuzione della luce: molto irregolare. Alimentazione: filamento abbagl. volts 13,5, amp. 3,8, watts 51,3; filamento non abbagl. volts 13,5, amp. 3,8, watts 51,3.

2) Ma se si confrontano gli abbagliamenti prodotti da sorgenti luminose con notevole differenza di splendore, si ritrova il fatto ben noto del crescere dell'abbagliamento col crescere dello splendore a pari intensità luminosa totale della sorgente. Così ad esempio, ottenuta dal faro N. 7 l'intensità di illuminazione 10 non con un'opportuna orientazione del faro, come si è fatto nelle esperienze precedenti, ma con un'opportuna diaframmazione del diametro utile che venne così ridotto a soli 60 mm. circa, l'abbagliamento risultò 7 ± 1 , cioè circa doppio di quello corrispondente al diametro utile di 240 mm.

3) Al crescere dell'intensità di illuminazione prodotta dal faro, ottenuta tenendo costante la distanza di esso dall'osservatore e con un'opportuna modificazione dell'orientamento di esso o della intensità di corrente che lo alimenta, l'abbagliamento, definito e misurato come si è detto sopra, cresce anche

nell'alimentazione del faro, questo vantaggio si realizza quando gli automobilisti nell'incrociare superalimentino i loro fari. Così essi guadagneranno in visibilità più di quanto perderanno in abbagliamento. Non è da nascondere che qualche dubbio sul valore pratico di questo risultato di laboratorio possa a ragione sollevarsi quando si tenga conto che, effettivamente, l'occhio risente in modo particolare del fenomeno dell'abbagliamento quando questo sia prodotto da una sorgente di luce di intensità bruscamente variabile, come appare quella dei fari di una vettura in marcia a causa delle irregolarità della strada e della direzione di marcia. Ad ogni modo, il risultato di laboratorio su indicato si accorda con il suggerimento dato da guidatori di fama di non spegnere i fari nell'incrocio con altre vetture.

4) Alcuni dispositivi antiabbaglianti consistono nel circondare la lampadina che alimenta il faro con uno schermo

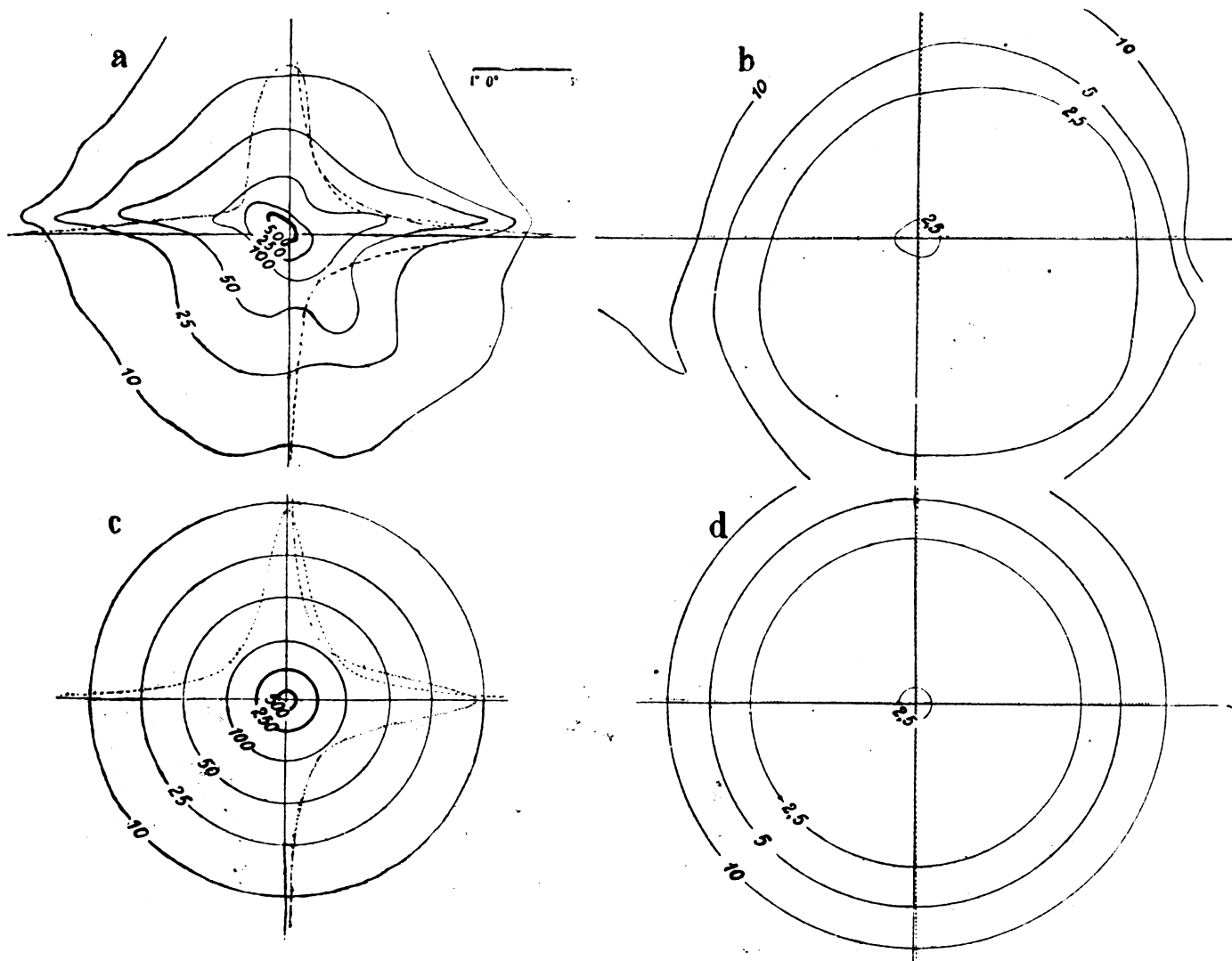


Fig. 8.

esso, ma meno rapidamente; risulta ad esempio dai numeri su riportati che, mentre l'intensità di illuminazione cresceva nel rapporto 10 a 50 a 250, l'abbagliamento cresceva solo nel rapporto di circa 10 a 32 a 130.

Alla stessa conclusione si giunge illuminando la tabella campione T con un faro uguale e alimentato ugualmente al faro che crea l'abbagliamento (o anche meglio con luce proveniente da quest'ultimo faro riflessa verso la tabella campione da uno specchio opportuno).

Regolata la posizione del faro illuminante (o dello specchio) in modo che la tabella venga appena scorta dall'osservatore abbagliato, un aumento nella corrente alimentatrice dei due fari (o dell'unico faro) permette una migliore visibilità della tabella.

Questo risultato obbliga a ritenere insufficienti tutte le soluzioni del problema dell'abbagliamento che si riducono a una diminuzione dell'intensità luminosa generica del faro, senza produrre una opportuna modificazione nella distribuzione sferica di questa intensità. Se un vantaggio per la sicurezza di marcia delle vetture può ottenersi con una semplice variazione

giallo; il fascio luminoso non abbagliante è costituito da luce gialla, e la distribuzione relativa delle intensità luminose uscenti dal faro nelle varie direzioni è praticamente uguale a quella del fascio abbagliante. La luce gialla viene raccomandata anche per migliorare la visibilità sulle strade polverose o nella nebbia, ma noi ci limiteremo all'abbagliamento.

Tra i fari esaminati, uno era fornito appunto di dispositivo antiabbagliante a luce gialla. Determinazioni speciali furono fatte su questo faro, illuminando la tabella T (fig. 1) anche con luce gialla. Le esperienze hanno portato alla conclusione che l'unico vantaggio presentato dalla luce gialla consiste nel contrasto di colore tra la strada illuminata in bianco dai fari dell'automobilista che non deve essere abbagliato e la luce gialla che contemporaneamente arriva all'occhio di questo da parte dei fari che ha di fronte. Il vantaggio di questo contrasto di colore, che nel caso in esame risultò di circa il 20 %, si annulla qualora le due vetture che si incrociano siano fornite ambedue di fari antiabbaglianti a luce gialla; resta allora per tali dispositivi lo svantaggio della diminuita intensità luminosa del fascio (cfr. 3).

*

4. — Si raccolsero i risultati delle misure per ciascun faro in otto diagrammi:

quattro diagrammi fotometrici (a 50 e a 100 m. dal faro, con e senza dispositivo antiabbagliante);

quattro diagrammi di abbagliamento (tabella *T* a 50 e a 100 m. dal faro, con e senza dispositivo antiabbagliante).

dedurre per ogni data direzione l'intensità di illuminazione (in unità arbitrarie) prodotta dal faro a 50 m., così come in funzione delle coordinate geografiche può dedursi da una carta topografica a curve di livello la quota di ogni punto del terreno.

Sono anche ribaltate sul piano del disegno le curve che danno l'intensità di illuminazione del faro nelle due sezioni principali del fascio (sezioni orizzontale e verticale passanti per l'asse del faro).

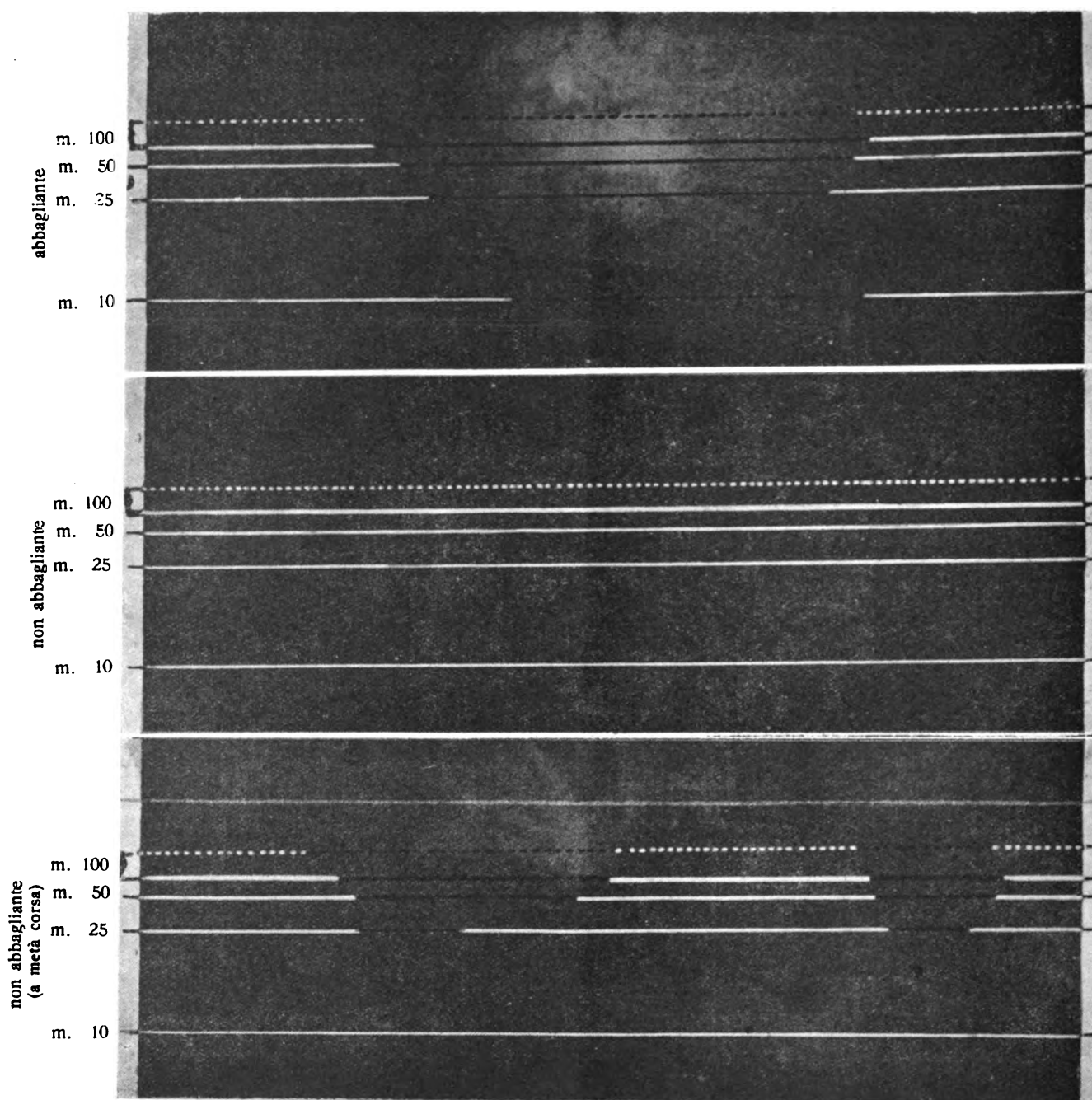


Fig. 8. — Concorrente 5. Dispositivo Ecclesse con faro Fiat 501. Diametro utile 180 mm. Cristallo liscio. Lampadina non smerigliata. Distribuzione della luce: irregolarissima. Alimentazione: volts 14,5 amp. 3,45, watts 50,0.

Dall'esame di questi grafici risultò appunto (§ 3, 1) che le misure di abbagliamento erano un duplicato, un po' meno preciso, delle misure di fotometria.

Inoltre, già a 25 m. dal faro la distribuzione di luce nel fascio ha quasi raggiunto la legge definitiva, ormai praticamente invariabile coll'aumentare della distanza del faro dall'apparecchio fotometrico. Per questo si ritengono sufficienti a caratterizzare le proprietà di ciascuno dei fari esaminati i soli grafici fotometrici ottenuti a 50 m. dal faro, senza e con dispositivo antiabbagliante.

Questi grafici sono qui raccolti in otto gruppi (fig. 4 ÷ 11), uno per ciascun faro.

In ciascuno dei grafici sono rappresentati sui due assi gli angoli azimutale e zenitale rispettivamente che ciascuna direzione uscente dal faro fa con l'asse di questo; così è facile

Il grafico *a*) di ciascun gruppo è il grafico della fotometria senza dispositivo antiabbagliante, il grafico *b*) è quello relativo allo stesso faro con dispositivo antiabbagliante. Questi disegni raccolgono i risultati sperimentali, ma le irregolarità che essi presentano, non si possono considerare caratteristiche del tipo di faro; se le misure fossero state eseguite su di un gran numero di fari per ciascuno dei dispositivi concorrenti, questi fari, commercialmente identici, non avrebbero certamente dato risultati identici; la media delle determinazioni sarebbe stata esente da tali irregolarità che non debbono considerarsi specifiche. Nella impossibilità di presentare risultati media di determinazioni eseguite su molti fari per ogni dispositivo concorrente, si è creduto opportuno indicare anche con i grafici *c*) (fotometria a 50 m. senza dispositivo antiabbagliante) e *d*) (foto-

metria a 50 m. con dispositivo) quello che è il tipo di distribuzione luminosa che il dispositivo può realizzare.

Per il faro N. 1 (fig. 4) si danno solo i grafici a), c), e infatti in questo faro il dispositivo contro l'abbagliamento consiste nella rotazione del faro intorno a un asse verticale di un angolo che è lasciato all'arbitrio del conduttore della vettura; evidentemente in tal faro i grafici b) e d) si ottengono senz'altro dai grafici a) e c) mediante una traslazione laterale (p. es. da

con dispositivo non abbagliante per la ragione già detta sopra. Manca la fotografia del faro N. 6 con dispositivo non abbagliante perchè a luce gialla e quindi non confrontabile fotograficamente.

Il dispositivo antiabbagliante N. 5 fa compiere alla lampadina una breve corsa in avanti, lungo l'asse del faro, in modo che il filamento venga allontanato dal fuoco del paraboloide; la terza fotografia di fig. 8 è stata fatta dopo che la lampadina

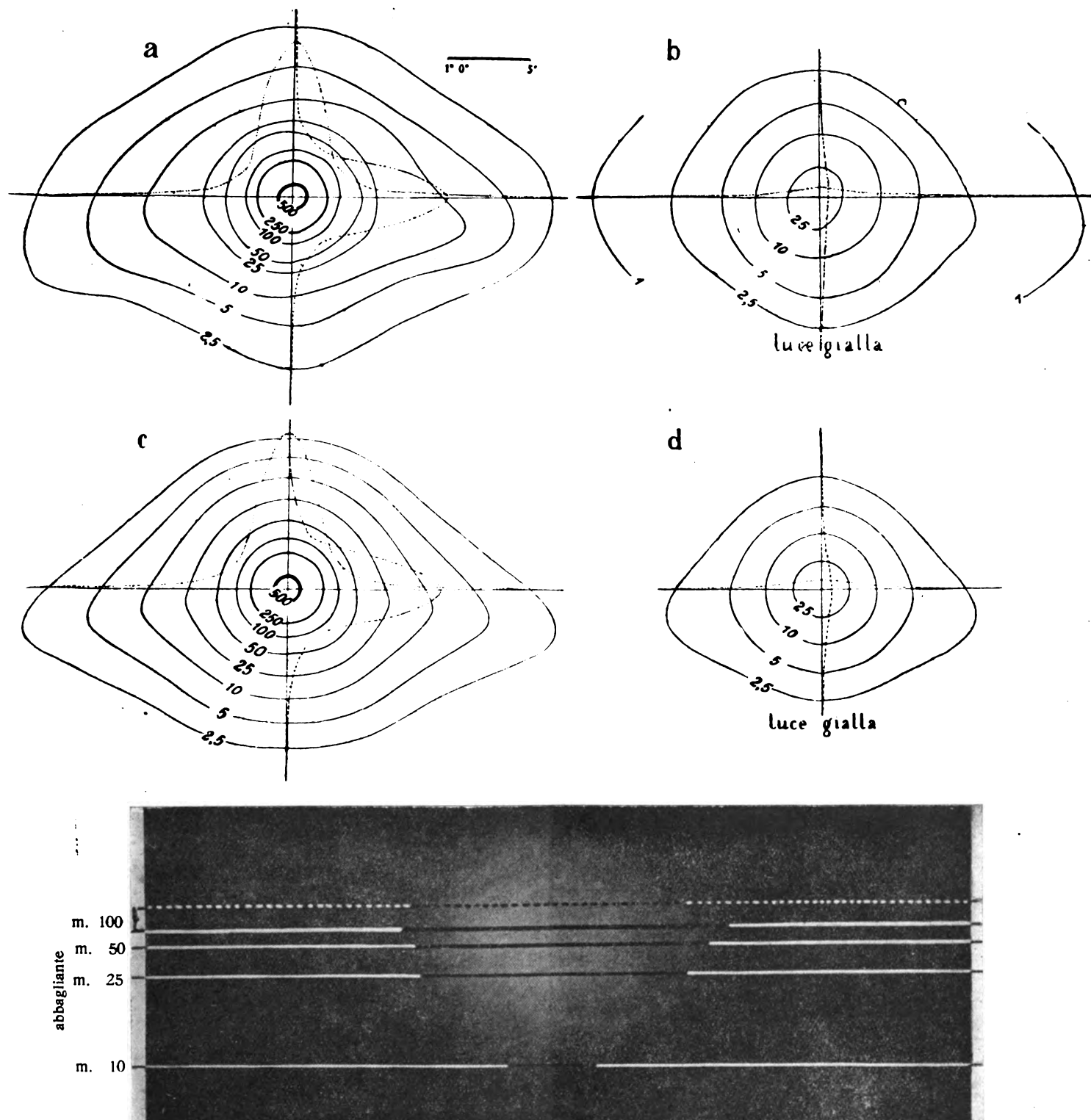


Fig. 9. — Concorrente n. 6, Faro Carello. Diametro utile 210 mm. Cristallo molato speciale. Lampadina smerigliata. Distribuzione della luce: regolare. Alimentazione: filamento abbagl. volts 13,5, amp. 3,82, watts 51,6; non abbagliante volts 13,5, amp. 4,5, watts 60,7.

sinistra verso destra) del disegno di un tratto (corrispondente a un angolo) del resto arbitrario.

Qualitative, ma molto più chiare per rendere un'idea comparativa di ciascuno dei dispositivi antiabbaglianti sono la fotografia della sezione del fascio uscente dal faro con uno schermo posto a 25 m. dal faro. Le fotografie sono tutte fatte con pose uguali e con uguali procedimenti di sviluppo, in modo da dare risultati paragonabili. Manca la fotografia del faro N. 1

aveva eseguito solo metà della corsa che normalmente le fa compiere il dispositivo.

In ogni fotografia sono indicate linee orizzontali indicanti: la linea del suolo a 100 m. dal faro; si suppone che l'asse del faro incontri il suolo a tale distanza;

la linea del suolo a 50 m. dal faro;
 » » » » » 25 » » »
 » » » » » 10 » » »

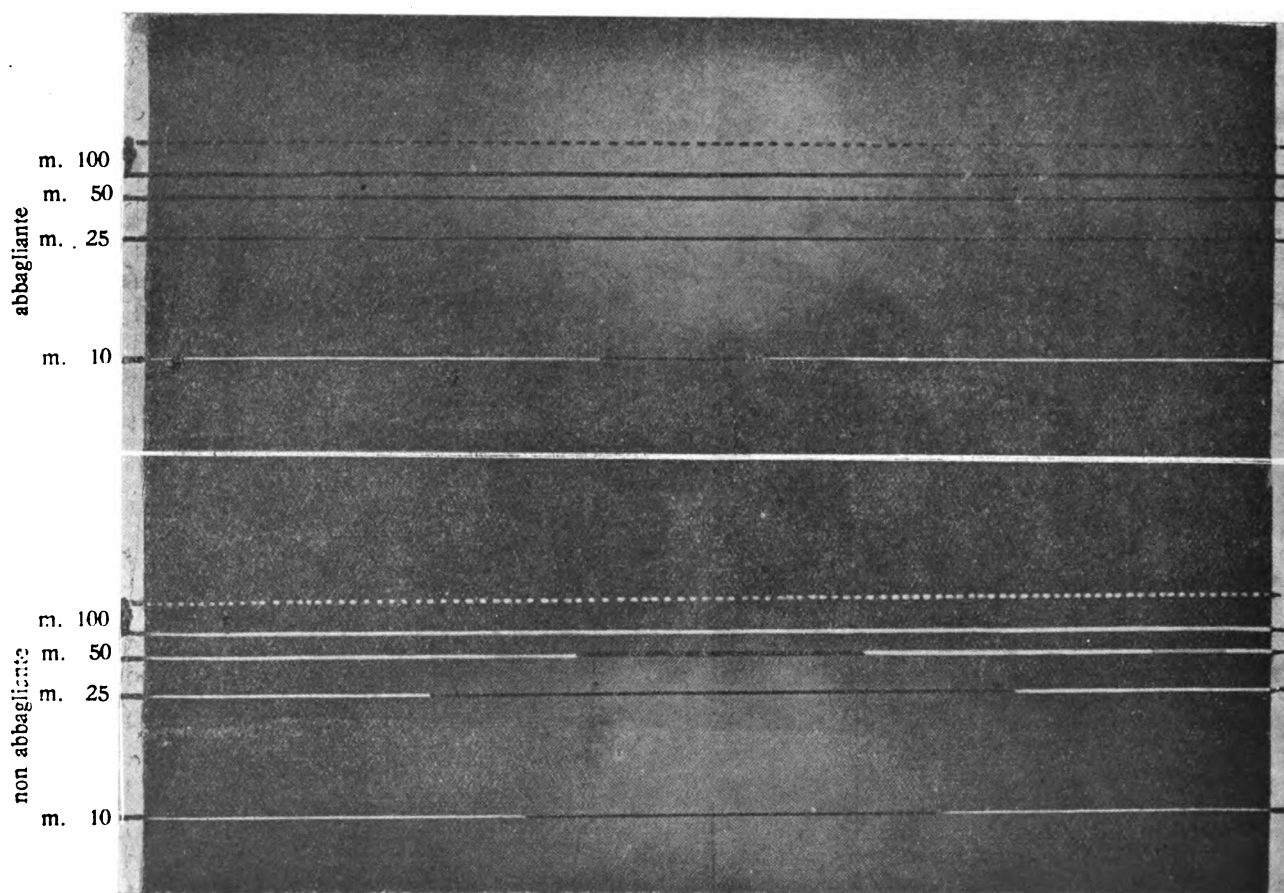
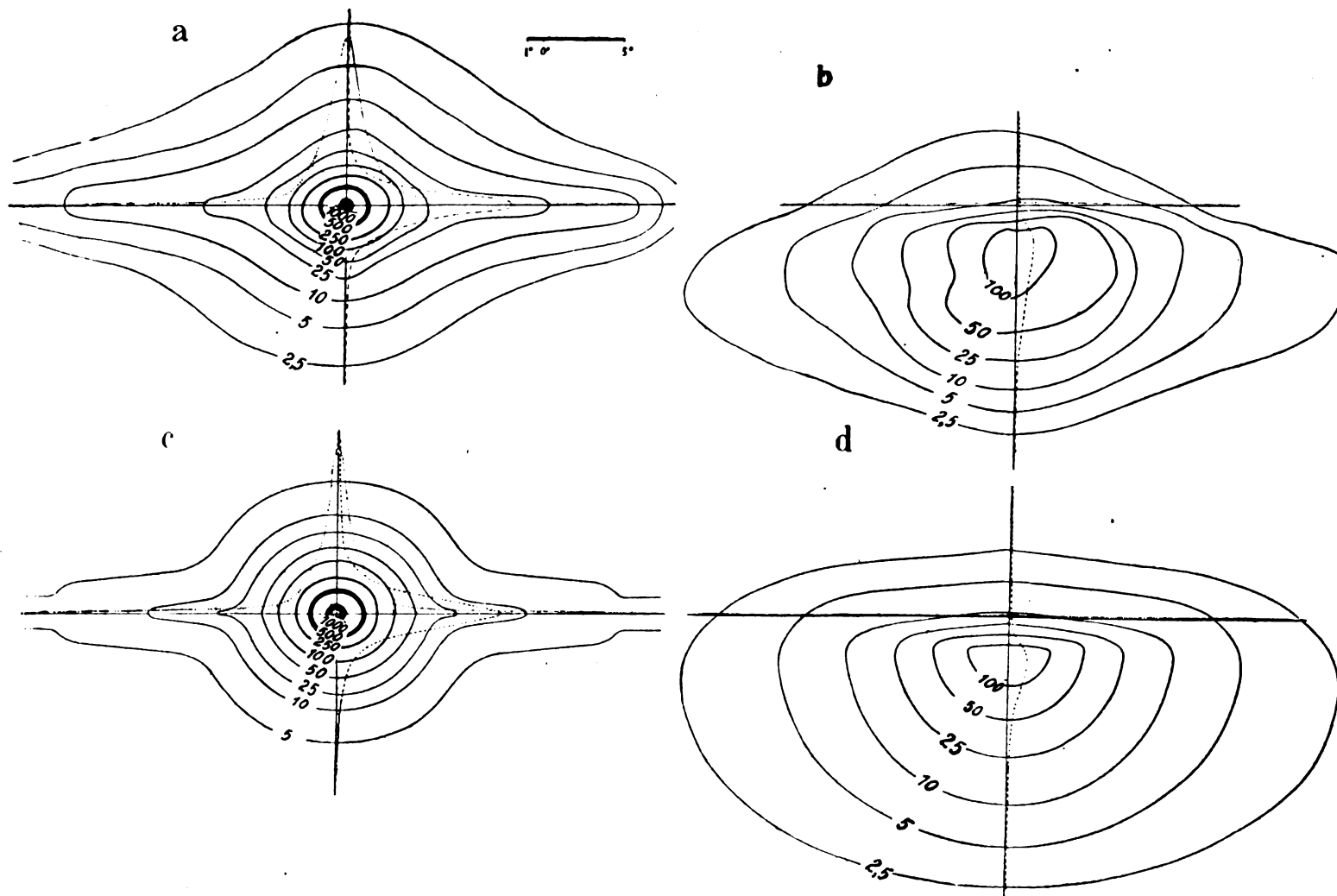


Fig. 10. — Faro Luma. Concorrente n. 7. Diametro utile 240 mm. Cristallo mo'ato speciale. Lampadina a due filamenti debolmente smerigliata (satinata). Distribuzione della luce: regolare. Alimentazione: filamento abbagl. volts 13,5, amp. 2,4, watts 32,40; filamento non abbagl. volts 13,5, amp. 1,75, watts 23,6.

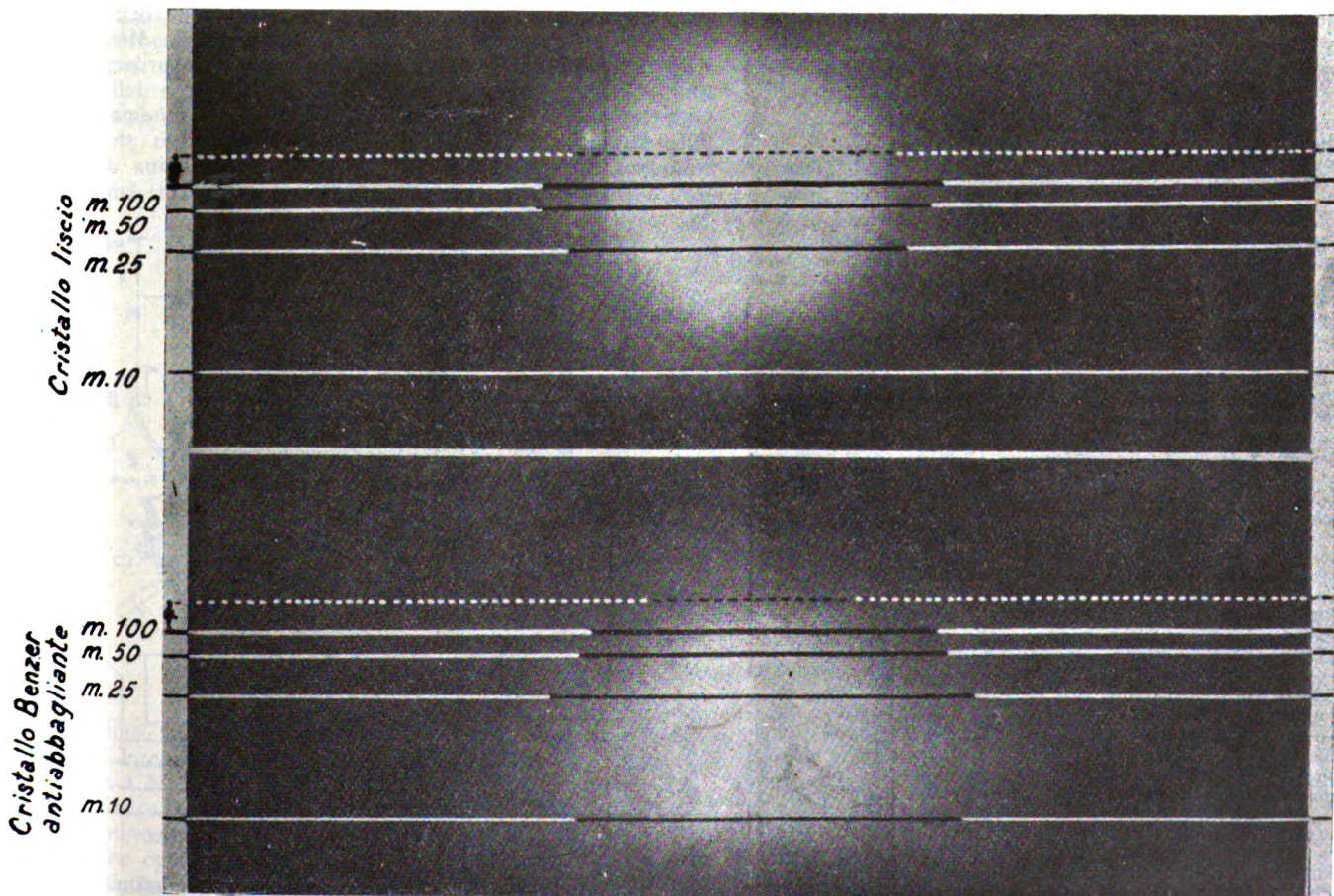
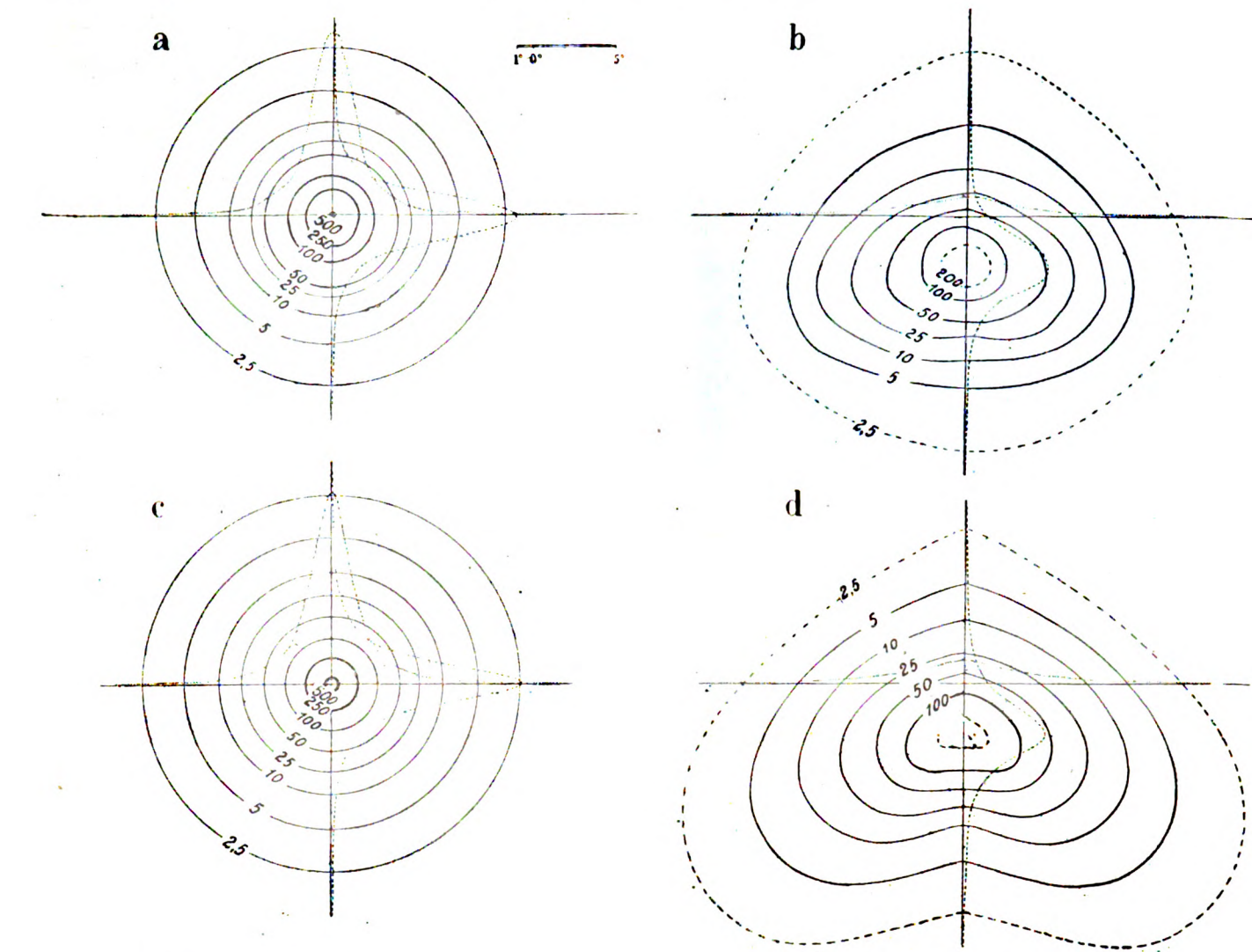


Fig. 11. — Concorrente n. 8. Cristallo antiabbagliante Benzer con Faro Luna. Diametro utile 240 mm. Cristallo stampato speciale. Lampadina smerigliata. Distribuzione della luce: regolare. Alimentazione: volts 7,0, amp. 4,72, watts 33,0.

*Laboratorio di Fisica Sperimentale
della R. Scuola d'Ingegneria.*

ELENCO dei Fabbricanti in Italia di Materiale e Macchinario

Elettrico	L. 4,—
più per postali	» 1,—

Le ragioni per cui si è allestita un'Esposizione del Carbon Bianco a Grenoble sono di varia natura: non mancano le ragioni storiche poichè nella vallata del Gresivadaun, di cui è centro la Città, si ebbero fin dal 1865 utilizzazioni di salti di acqua di 200 e 500 metri, e tra la Città stessa e la contigua Vizille vi erano stati nel 1886 i noti tentativi di trasmissione del Desprez; esistono poi ragioni di ordine industriale poichè nella zona di Grenoble vivono importanti Società Elettriche, officine costruenti turbine e condotte forzate, cantieri di impianti idraulici, stabilimenti sviluppatissimi elettrochimici ed elettrometallurgici non esclusi quelli per la lavorazione dell'alluminio e delle leghe leggere. Per trovare ragione della Mostra Turistica poi, chi arriva a Grenoble non ha che guardarsi attorno fuori della città verso i monti della Belledonne e della Grande Chartreuse, e nella città stessa osservando lo schema degli ottimi servizi automobilistici colleganti attraverso strade, che sono per noi oggetto di invidia, la vantata regina delle Alpi francesi con stazioni climatiche lontane anche 200 km.



L'ossatura generale dell'Esposizione era costituita da un grande palazzo di cemento armato sede della Mostra Francese, dal Padiglione del materiale ferroviario, dalla Mostra delle Sezioni straniere raggruppate in apposito fabbricato ed infine dai Padiglioni isolati dell'Italia e della Svezia. Ciò per la Sezione

Carbon Bianco. Pel Turismo le Associazioni Nazionali e Regionali di Francia erano presentate in sede a sè di caratteristica costruzione, le Industrie Turistiche in una galleria devastata presto da un incendio, ed ancora a parte erano allestite le Mostre Coloniali: delle Nazioni straniere solo l'Italia adibì uno speciale Padiglione per la Sezione Turistica.

La nota storica era portata da rievocazioni dei mezzi di trasporto usati in altri tempi, da ruote idrauliche di oltre 4 metri di diametro a palette ridottissime impiegate nei primi impianti del Gresivaudan, da altre di legno assai simili alle odierne Pelton, nonchè da primitive macchine elettriche compresa quella di Gramme.

La partecipazione della Mostra Italiana fu decisa dal Ministero dell'Economia Nazionale soltanto alla fine del Febbraio 1925, tuttavia l'Ing. Guido Semenza nominato Commissario Generale della nostra Sezione seppe condurre così rapidamente il lavoro di preparazione che il 21 Maggio quasi la totalità del materiale era a Grenoble, e si potè ricevere nel Salone del nostro fabbricato maggiore la visita inaugurale di S. E. Painlevé, Presidente del Consiglio dei Ministri. L'insieme della nostra Sezione occupava due padiglioni di 1200 m² complessivi di area coperta, costruiti con linee architettoniche italiane progettate nello studio Ponti-Lancia, e ad essi se ne aggiunse un altro più piccolo della Soc. Tosi San Giorgio.

Per ottenere l'adesione delle Società Elettriche produttrici di energia il Commissario Italiano si trovò validamente aiutato dagli Ingg. Civita e Bonomi quali direttori dell'A.E.I.E. e dell'A.N.I.E.L. mentre maggiori difficoltà dovette superare per assicurarsi quelle dei Costruttori di macchinario idraulico ed elettrico specie per quanto riguardava invii di materiale di mole e peso rilevanti; occorre però dire ad onore delle Case Espositrici che se pur qualcuna ritardò la sua adesione, tutte poi concorsero ad ornare riccamente i nostri padiglioni con stand il cui decoro confondè con lo sfarzo.

La Direzione della Mostra Turistica fu invece affidata all'E.N.I.T che si raccolse attorno le maggiori Associazioni Turistiche Nazionali e locali e la partecipazione di importanti industrie del turismo quali le Autostrade ed i Grandi Alberghi: col proprio materiale di propaganda e coi quadri sulle elettrificazioni delle F. S., l'Enit riuscì ad allestire un padiglione assai elegante dotato di biblioteca turistica, di un Ufficio informazioni ed a comporre con mobili cinquecenteschi un salone centrale in cui si offerse ricevimenti nei giorni di cerimonia.

La Sezione Elettrotecnica aveva divisa la mostra delle Società Elettriche produttrici e distributrici di energia da quella dei costruttori di materiale elettrico.

quello esposto dalla Generale Tridentina accanto ai quadri delle Società Barbellino e Trezzo; l'altro della Società Adamello e i due dell'Unione Esercizi Elettrici.

Ad eguale sistema di rappresentazione si attenne l'Anglo-Romana, rilievi del Matese e della Sila e belle diapositive invìò la Società Meridionale; a diapositive ed a grandi quadri ricorsero l'Elettrochimica di Roma, la Società della Sicilia, quella del Tirso, che esibì anche un modello della sua diga, e l'Azienda Elettrica di Torino intervenuta a rappresentare la Federazione dei Servizi municipalizzati.

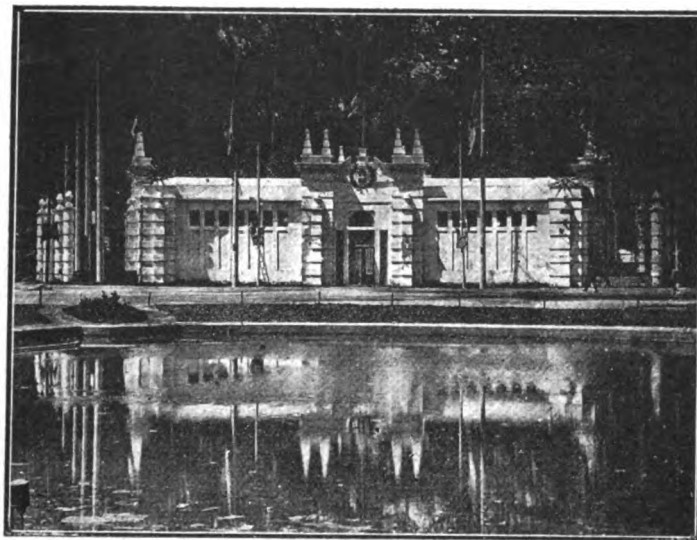


Fig. 2. — Sezione Italiana - Il Padiglione del Turismo.

Fra i costruttori di opere idroelettriche presero parte alla nostra Esposizione la Società per Costruzioni di Roma e l'Ing. Kambo mentro lo studio Omodeo invìò degli albums di disegni.

La Società Montecatini e la Caffaro rappresentavano l'Industria Elettrochimica con una mostra dei loro principali prodotti e dei loro impianti.

Se nell'insieme la mostra delle Società Elettriche era un indice significativo del come il Carbon bianco viene in Italia asservito alle nostre esigenze di energia, non meno vasta ed anche più ricca risultò la partecipazione dei costruttori di materiale idraulico ed elettrico: fra tutti il binomio Tosi-San Gior-

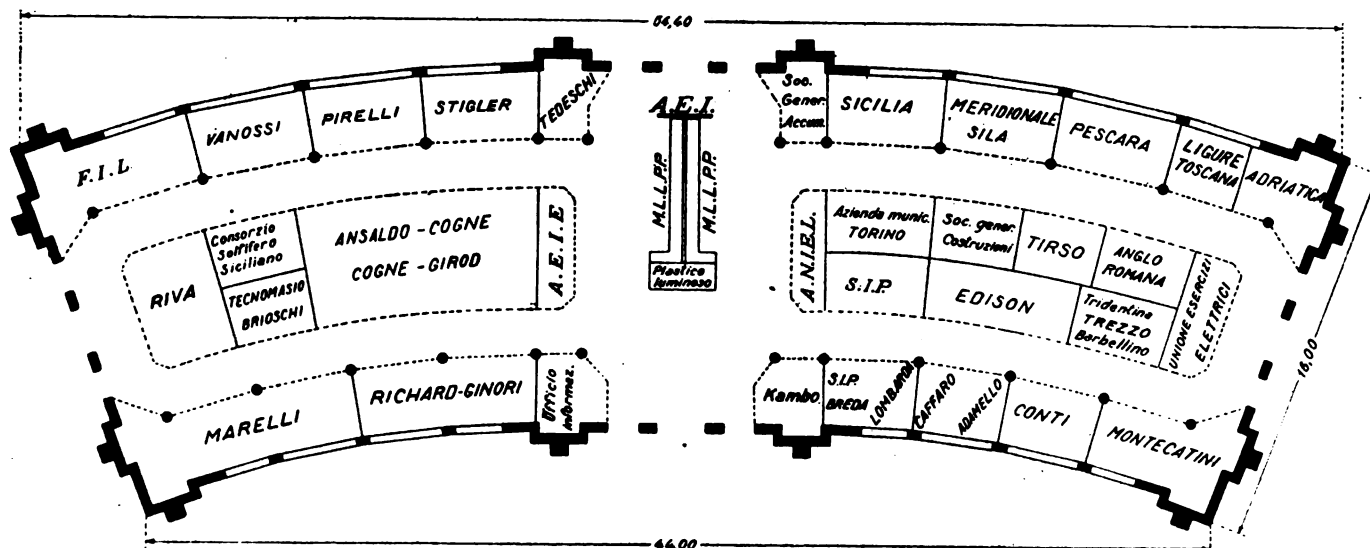


Fig. 3. — Sezione Carbon Bianco - Disposizione degli stands nel Padiglione Maggiore.

Al centro in un vasto salone che serviva da atrio avevano esposto le loro pubblicazioni il Ministero dei Lavori Pubblici, l'A.E.I., l'A.N.I.E.L., e l'A.E.I.E.; quest'ultima faceva anche funzionare il noto plastico d'Italia riprodotto con segnalazioni luminose il moltiplicarsi di quinquennio in quinquennio delle nostre centrali elettriche dal 1895 ad oggi. Fra le Società Elettriche oltre ai grandi gruppi della Edison, della Sip ed Adriatica partecipavano anche isolatamente la Sip-Breda, la Lombarda e con particolare eleganza le Imprese Conti. Il materiale esposto in quest'ala del padiglione consisteva in diagrammi, fotografie e specialmente in plastici fra i quali spiccava

gio che sopportò i maggiori sacrifici disponendo in un padiglione a parte un'intera turbina di 15.000 HP destinata agli impianti del Coghinis: le costruzioni Riva collocate ad un ingresso del padiglione maggiore, che accoglievano i visitatori con la gigantesca ruota Pelton da 35.000 HP dell'Impianto di Mese e l'altra Francis da 26.000 HP di Fadalto, le Società Ansaldo Cogne e Cogne Girod che unirono le loro ghise ed acciai speciali in un ambiente spazioso arricchito da un bel plastico del Gran Paradiso e da modelli di forni.

Seguivano gli Stand densi di materiale della Marelli, della Tedeschi e degli Accumulatori di Melzo, quello assai elegante

della Richard-Ginori che rappresentava con la F. I. L. la nostra industria degli isolatori, ed infine la Società Pirelli e le Officine Stigler che col cavo a 130.000 volt e coi modelli d'ascensori attrassero l'attenzione del pubblico sovente numeroso. Completavano infine la mostra del primo Padiglione i quadri del Tecnomasio e quelli sulla Elettrocultura delle Imprese Brioschi.

Numerosi espositori raccolse pure nell'altro Padiglione la Sezione Apparecchiatura cosicchè accanto agli apparecchi da quadro del Vanossi e di protezione del Magrini, sistema Modigliani, si trovavano vicini gli strumenti di misura della C. G. S. ed Allocchio e Bacchini, quelli telefonici della Perego e S. I. T. I.: gli apparecchi termoelettrici vennero presentati dall'Ing. Mascarini colle caldaie, dalla T. E. A. e dalla S. E. I. di Torino con quelli ad accumulazione e da ultimo dalla Società Forni Elettrici con un intero forno da pane del peso di 27 quintali.

Gli apparecchi che suscitarono il maggior studio dei tecnici furono il quadro di protezione Modigliani già citato ed il settore di sincronismo Sartori-Calzoni esposto nello Stand Riva.

La Casa Foltzer presentò tipi dei suoi lubrificanti per materiali elettrici; la Società Gismondi, un esempio dei suoi impianti Zois; nei pressi dei padiglioni la S. C. A. C. aveva piantato alcuni tipi di pali per illuminazione e pali di linea alti sino a 25 metri.

*

In altra parte dell'Esposizione, nella Mostra elettroferroviaria, le nostre F. S. avevano allineato un imponente gruppo di materiale mobile: una sottostazione ambulante di trasformazione e tre locomotori trifasi, di cui uno a frequenza industriale inviato a spese della Casa costruttrice Breda, e intorno avevano esposto tipi Magrini d'apparecchiatura ad alta tensione ed allestito un centinaio di metri di linea di contatto sopra i locomotori stessi. Le Ferrovie Italiane occupavano così da sole un buon terzo dell'intero padiglione che misurava 90 metri di lunghezza e 40 di larghezza.

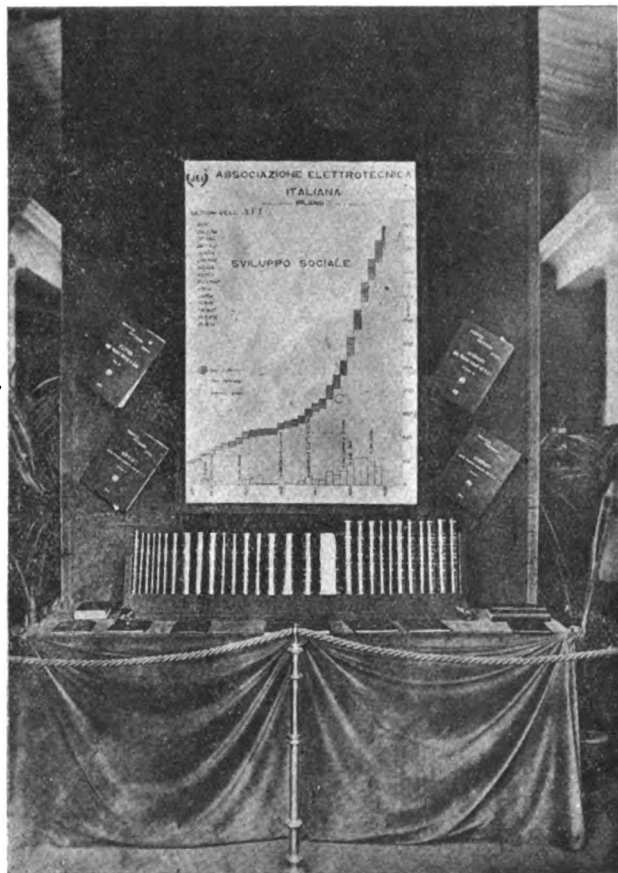


Fig. 4. — Lo stand dell'A. E. I.

Se a tutto il materiale elencato si aggiunge l'altro pur ricco ed interessante esposto nel Padiglione del Turismo, al quale si è fatto appena cenno innanzi, si può intuire nel suo assieme l'entità della Sezione Italiana che di molto prevalse sulle Mostre delle Nazioni estere, sì che al nostro Commissario, Ing. Semenza, spettò l'onore di rappresentare in tutte le ceri-

monie ufficiali le Sezioni straniere: numerosi ed espliciti furono poi gli elogi delle massime Autorità politiche francesi.

Sotto le ampie capriate del Padiglione ferroviario accanto al materiale delle F. S. le Aziende ferroviarie francesi, da quella Statale alla Paris-Orléans, alla P. L. M. ed al Midy avevano disposto i locomotori a corrente continua 1500 volt con potenze varianti dai 2000 ai 2500 HP atte a trasportare 500-600 tonnellate a 100 km. all'ora. Lussuose ed invidiabili vetture della P. L. M. completavano la mostra a cui per altro nessuna Nazione estera, oltre l'Italia, aveva inviato materiale.



Fig. 5 — Il plastico luminoso dell'A. E. I. E.

La Sezione francese più interessante era però raggruppata nel Palazzo della Houille Blanche, grande costruzione in cemento armato lunga 100 metri, coperta da alte arcate paraboliche di 35 metri di luce, ed in una galleria in comunicazione col Palazzo stesso. Come nella Sezione Carbon Bianco Italiana, così nel Palazzo della Houille Blanche intervennero numerose le Società Elettriche produttrici di energia con alla testa i due massimi Sindacati parigini, Syndicat des Producteurs d'Energie et la Chambre Syndicale des Forces Hydrauliques: seguivano, cominciando da un lato del padiglione le fabbriche di cavi con tipi da 100.000 volt a corrente continua utilizzati nella regione per il sistema di trasmissione Thury; mostre di materiale di linea, isolatori di ogni specie, conduttori di alluminio, mufole per sezionamento di linee e poi la lunga teoria degli apparecchi da quadro e degli strumenti di misura.

Al centro era disposta una mostra delle Imprese di Costruzioni: e pur non arrivando nessuna a presentare un'opera sì complessa come la diga del Tirso, pure risaltavano al visitatore le fotografie di una condotta in cemento armato di oltre sei metri di diametro costruita lungo il Drac, alle porte di Grenoble, per utilizzare 37 metri di salto: poco più in là richiama l'occhio gli schemi dei meccanismi ancora rudimentali per l'utilizzazione ad energia del moto ondoso: i primi passi della Houille Verte accanto a quelli giganteschi della Houille Blanche.

Interminabile e senza particolare novità la sfilata dei campioni elettrometallurgici, mentre nel campo dell'elettrochimica era assai notata una variante al processo di fissazione dell'azoto atmosferico a mezzo dell'arco voltaico, basata sull'intermittenza dell'aria insufflata in corrispondenza alle accensioni dell'arco stesso.

Di particolare interesse nella galleria delle macchine erano tre grandi dinamo a corrente continua 7000 volt e 150 ampere esposte dalla Società Force et Lumière che doveva inserirle in serie nel suo circuito a 100.000 volt: nel campo dei trasformatori la Compagnia delle Macchine autoregolabili espo-

neva i suoi posti di trasformazione ad elementi di potenza diversa automaticamente inseribili a turno od in parallelo, in modo da avere in circuito un trasformatore adatto alla potenza richiesta, e che lavorando in buone condizioni di carico mantenga tollerabile il rendimento proprio ed il fattore di potenza della linea; posti che si prestano bene alla distribuzione di energia rurale dove la potenza assorbita può scendere per molte ore del giorno a percentuali bassissime della installata.

Tra le turbine idrauliche oltre ai tipi da 8000 HP e ruote Pelton da 15.000 HP degli stabilimenti Neyret, notevole quelle per potenze minori delle Officine Fourneyron. Esse presentano un sistema di regolazione basato sullo spostamento della ruota, nel senso dell'asse rispetto al distributore che rimane fisso di posizione e di apertura: la strozzatura della vena liquida è così ottenuta dallo spostamento della ruota stessa.

Si possono ancora citare fra tutto il materiale esposto nella galleria, un motore sincro di 1000 kVA per miglioramento del fattore di potenza, costruito dagli stabilimenti Grammont, ed un trasformatore monofase di 4600 kVA delle Officine Schneider di Parigi.

zione Marocchina ove accanto alle note folkloristiche veniva messa in vista la Ferrovia elettrica di Casablanca e le centinaia di chilometri di magnifiche strade catramate, colà costruite dal Governo francese, esempio significativo ed istruttivo di amministrazione coloniale.

In complesso l'Esposizione a cui non mancava il nuovo fra il materiale esibito ha avuto un vero successo pel numero degli espositori italiani e francesi intervenuti: la Sezione Italiana anzi si impose per l'entità e la varietà del materiale portato a tutte le altre sezioni estere; ed in alcuni rami tecnici (turbine, cavi, strumenti di misura, apparecchi termoelettrici) superò nettamente il materiale del padiglione francese.

Tali risultati portano più di quanto non si creda un tributo di buona propaganda al nostro Paese, e da essa non mancò anche di trarne vantaggi morali la nostra Colonia che a Grenoble raggiunge circa un settimo dell'intera popolazione.

E' però doveroso ricordare l'assistenza data alla nostra Sezione dal Commissario Generale francese, M. Blanchet e dai Commissari aggiunti, Prof. G. Flusin, ben noto agli elettrotecnici italiani, e Avv. Michoud della Sezione Turistica francese.

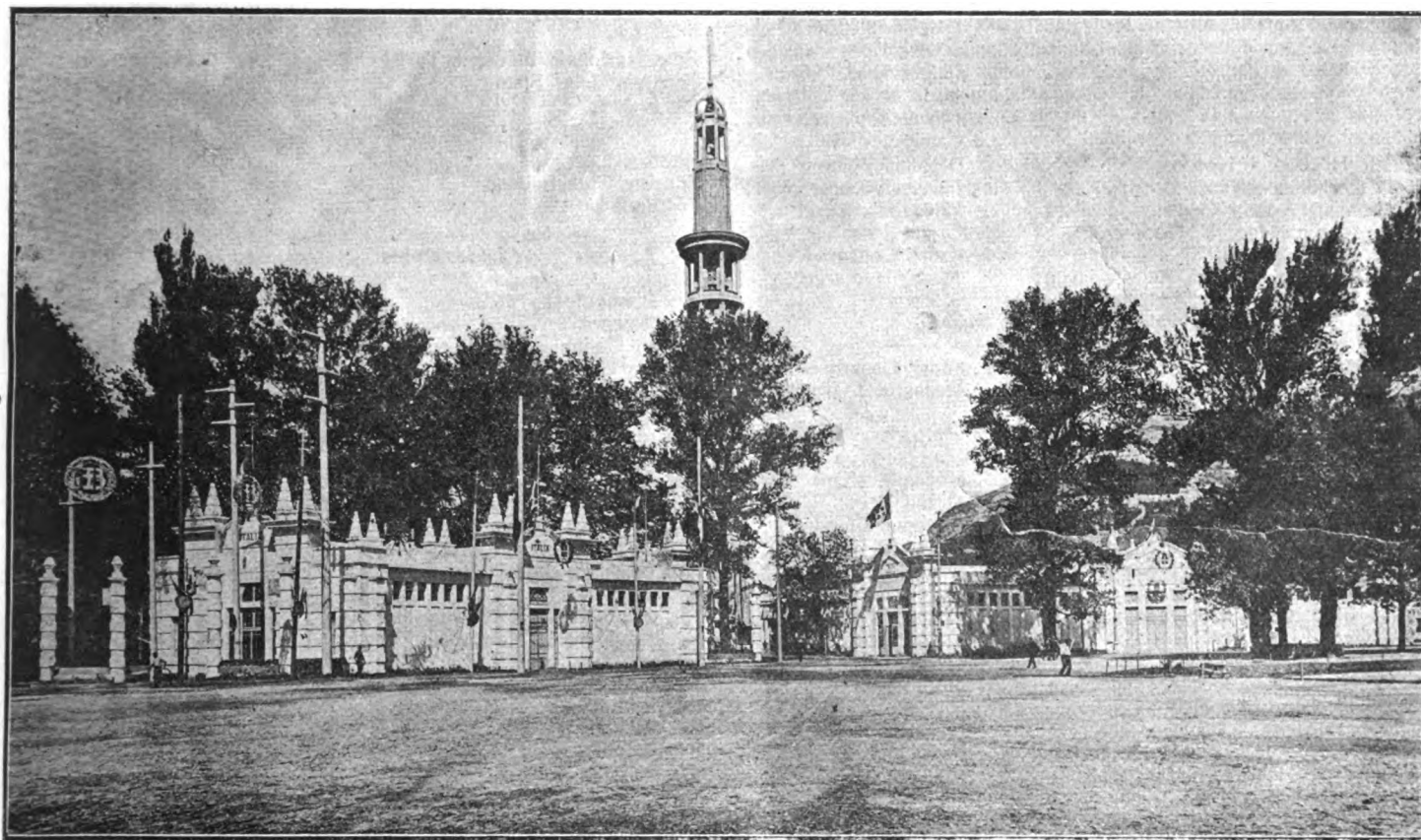


Fig. 6. — Veduta d'insieme dei due padiglioni italiani.

Due stazioni di trasformazioni all'aperto erano state attrezzate nel recinto dell'Esposizione, di cui una funzionante a 110.000 volt degli Stabilimenti Merlin e Gerin, distribuiva gli 8000 kW richiesti dall'Esposizione stessa, e l'altra più importante a 220.000 volt presentata dalla Compagnie Generale d'Entreprises Electriques con apparecchiatura Delle e fornita di un trasformatore di prova a 500.000 volt della « Savoisiennne ».

Nel palazzo delle Sezioni Straniere nessun macchinario era disposto: disegni e diapositivi mostrava la Sezione Germanica, modelli di centrali elettriche la Svizzera, semplici fotografie turistiche e di qualche loro impianto idroelettrico gli Stati Uniti e la Polonia, diagrammi del servizio delle acque la Jugoslavia, plastici la Sezione Spagnola e quella Norvegese.

Quest'ultima illustrò specialmente la centrale di Tyssedal di 100.000 HP e le altre due di Rjukan di complessivi 310.000 HP con un salto di 550 metri costruite per la Società Norvegese dell'Azoto. Il caratteristico Padiglione Svedese era più invaso dal materiale turistico che non da quello del Carbone Bianco limitantesi a poche fotografie, a qualche plastico ed a un modello della loro ferrovia monofase.

Completavano l'Esposizione altri padiglioni dedicati a industrie utilizzanti l'energia elettrica, di interesse più limitato, e tutti gli altri della Sezione Turistica di cui non è il caso di fare una rassegna: si può ricordare comunque la caratteristica Se-

L'aiuto che presso di loro trovò l'Ing. Semenza fu più che cordiale, specie all'inizio del lavoro d'organizzazione, quando il sempre maggiore numero degli espositori italiani obbligava allo studio di soluzioni nuove per ripartire in fabbricati sufficienti e degni la nostra Sezione.

Lavori improbi dovette sostenere il Commissariato di Grenoble per sistemare la zona ex-militare posta a sua disposizione per la Mostra Internazionale, il cui terreno inconsistente complicò oltre misura i problemi delle fondazioni e della viabilità: dal lato decorativo invece il luogo fu ben scelto in pittoresca posizione, davanti ad uno scenario alpino che raggiungeva in alcune ore del giorno effetti stupendi.

L'organizzazione tecnica fu esauriente, non così forse il servizio di pubblicità che risultò insufficiente non solo nella sua azione all'estero, ma nella Francia stessa; ed era invece facilmente visibile anche ad occhio profano l'insieme di difficili iniziative che l'Esposizione aveva richiesto da tanti volontari, perchè da una città di soli 100.000 abitanti potesse svilupparsi una manifestazione nuova e così vasta.

E bene rappresentava l'audacia con cui l'opera tutta era stata voluta e compiuta la torre in cemento armato, che da soli otto metri di base, s'ergeva svelta, alta 80 metri, a dominare sopra la caducità dei padiglioni di gesso la splendida vallata del Gresivaudan.

Onorificenze assegnate agli espositori della Sezione Italiana all'Esposizione di Grenoble

A) Divise per gruppo

Gruppo 1° - Classe 1ª

Ministero LL. PP. Fuori Concorso

Gruppo 2° - Classe 3ª - Opere di sbarramento

Kambo Ing. Luigi, Roma Medaglia d'Oro
Società Generale Costruzioni, Roma Diploma d'Onore

Classe 5ª - Materiale meccanico

Costruzioni Meccaniche Riva Fuori Concorso M. G.
S. A. I. San Giorgio Grand Prix
S. A. Franco Tosi Grand Prix

Classe 6ª - Materiale elettrico

S. A. Foltzer Emilio, Genova Diploma d'Onore
S. A. Ercole Marelli, Milano Fuori Concorso M. G.
Laboratorio Elettr. Magrini Grand Prix
S. A. Vanossi e Fantini Diploma d'Onore

Gruppo 3° - Classe 7ª - Materiale di linea

Fabbrica Isolatori, Livorno Diploma d'Onore
Società Ceramica Richard Ginori Fuori Concorso M. G.
Soc. Cementi Armati Centrifugati Riva Medaglia d'Oro
Società Anonima Ing. V. Tedeschi Grand Prix
Società Italiana Pirelli Fuori Concorso
Società Espansione Ferro Bates, Savona Medaglia d'argento

Classe 8ª - Apparecchi di misura

Istrumenti di misura C. G. S. Fuori Concorso
Ing. Allocchio e Bacchini Medaglia d'Oro

Classe 9ª - Produttori d'energia elettrica

Società Idroelettrica Piemonte Breda Medaglia d'Oro
Gruppo Soc. Adriatica Venezia Grand Prix
Soc. Lombarda Distribuzione Energia Elettrica Diploma d'Onore
Gruppo Soc. Idroelettrica Piemonte Grand Prix
Gruppo Soc. Meridionale, Napoli Grand Prix
Società Elett. Gas, Roma Grand Prix
Imprese Elettriche Conti Milano Grand Prix
Società Gen. El. Adamello Grand Prix
Imprese Idroelettriche Tirso Grand Prix
Gruppo Edison Grand Prix
Società Generale Elett. Sicilia Diploma d'Onore
Imprese Elettriche Brioschi Fuori Concorso M. G.
Società Ligure Toscana, Livorno Diploma d'Onore
Società Elettrica del Pescara Diploma d'Onore
Unione Esercizi Elettrici, Milano Diploma d'Onore
Azienda Elettrica Municipale, Torino Fuori Concorso
Società Forze Idrauliche, Trezzo Medaglia d'Oro
Società Generale Elettrica Tridentina Medaglia d'Oro
Società Elettrica Barbellino Medaglia d'Oro
Società Etschwerke, Merano Medaglia d'Oro

Gruppo 4° - Classe 12ª - Elettrometallurgia

Ansaldo Cogne, Aosta Fuori Concorso
Cogne Girod, Aosta Fuori Concorso

Classe 14ª - Elettrochimica

Soc. Elett. ed Elettrochimica del Caffaro Fuori Concorso
Società Mineraria Montecatini Grand Prix
Consorzio Solifero Siciliano, Palermo Fuori Concorso

Classe 19ª - Opere e Riviste tecniche

Associazione Elettrotecnica Italiana Fuori Concorso M. G.
Associazione Nazionale Ind. Elett. Grand Prix
Associazione Esercenti Imprese Ell. Grand Prix

Gruppo 6° - Classe 20ª - Trazione elettrica

Società An. Ernesto Breda, Milano Grand Prix
Tecnomasio Italiano Brown Boveri Grand Prix
Officine Meccaniche Stigler Grand Prix

Classe 21ª - Accumulatori

Società Gen. Accumulatori, Melzo Fuori Concorso M. G.

Classe 22ª - Motori

Marelli Fuori Concorso M. G.

Classe 23ª - Ascensori

Officine Meccaniche Stigler Fuori Concorso

Classe 24ª - Riscaldamento elettrico

Società T. E. A. Medaglia d'Oro
Società Forni Elettrici Medaglia d'Oro
Ing. Mascarini, Milano Diploma d'Onore

Classe 29ª e 30ª - Telefoni e Radio telefonia

Società Industrie Telefoniche Italiane Fuori Concorso M. G.
Società An. Brevetti A. Perego Fuori Concorso M. G.

Classe 36ª - Industrie utilizzanti energia elettrica

Società Bonifiche Sarde Medaglia d'Oro

Classe 37ª - Organizzazioni turistiche nazionali

Ente Nazionale Industrie Turistiche Fuori Concorso
Ferrovie dello Stato Fuori Concorso

Classe 38ª - Associazioni turistiche nazionali

Touring Club Italiano Gran Premio
Postumia Gran Premio

Classe 39ª bis - Associazioni locali

Pro Piemonte Fuori Concorso M. G.
Pro Vicenza Medaglia d'Oro
Levico Commissione di cura Medaglia d'Oro
Merano Commissione di cura Medaglia d'Oro
Riva sul Garda Pro Riva Medaglia d'Oro
Pro Roncegno Diploma d'Onore
Trento Sindacato Venezia Tridentina Diploma d'Onore
Venezia Società Grandi Alberghi Diploma d'Onore
Autostrade, Milano Gran Premio
Confederazione Alpinistica, Torino Gran Premio
Società dello Stadium, Torino Diploma d'Onore
Unione Escursionisti, Torino Diploma d'Onore
Unione Alpinistica U. G. E. T. Medaglia d'Oro
Grandi Hôtels S. I. T. E. A. Medaglia d'Oro
Pro Piemonte Rivista Turistica Diploma d'Onore
Società Giovane Montagna, Torino Medaglia d'Oro
Bolzano Movimenti Forestieri Medaglia d'Oro
Stresa Società Grandi Alberghi Diploma d'Onore
Pro Rimini Medaglia d'Oro
Pro Siena Medaglia d'Oro
Pro Tigullio Medaglia d'Oro

Classe 72ª - Materiale ferroviario

Ferrovie dello Stato Gran Premio

Classe 109ª bis - Industrie decorative

Zoi Dante, Scultore Medaglia d'Oro
M. Rolfo Medaglia d'Oro
L. Rolfo Medaglia d'Oro

*

B) Divise per grado

Fuori Concorso « Membri di Giuria ».

Ministero LL. PP. Ufficio Idrografico del Po - Parma
Ente Nazionale Industrie Turistiche - Roma
Ferrovie dello Stato - Roma
Associazione Elettrotecnica Italiana - Milano
Federazione Regionale « Pro Piemonte » - Torino
Costruzioni Meccaniche Riva - Milano
Società Ansaldo Cogne - Aosta
Società Cogne Ojrod - Aosta
Società Ceramica Richard Ginori - Milano
Società Elettrica ed Elettrochimica del Caffaro - Milano
Società Generale Accumulatori - Melzo
Società Brioschi per Imprese Elettriche - Milano
Società Industrie Telefoniche Italiane - Milano
Società Anonima Brevetti Arturo Perego - Milano
Società E. Marelli - Milano

Fuori concorso.

Azienda Elettrica Municipale - Torino
 Consorzio Solifero Siciliano - Palermo
 Officine Meccaniche Stigler - Milano
 Società Italiana Pirelli - Milano
 Società Istrumenti di misura C.G.S. - Milano

Gran Premio

Ferrovie dello Stato - Roma
 Associazione Esercenti Imprese Elettriche - Roma
 Associazione Nazionale Imprese Elettriche - Milano
 Confederazione Alpinistica - Torino
 Gruppo Edison (Soc. Gen. Ital. Edison di Elettricità) - Milano
 Gruppo Società Idroelettrica Piemonte (SIP) - Torino
 Ente Grotte di Postumia - Postumia
 Società Adriatica - Venezia
 Società Anonima Breda - Milano
 Soc. An. Franco Tosi - Legnano
 Soc. An. San Giorgio - Sestri Ponente
 Società Elettricità e Gas - Roma
 Società Generale Elettricità dell'Adamello - Milano
 Società Autostrade - Milano
 Società An. Ing. V. Tedeschi - Torino
 Società Imprese Elettriche Conti - Milano
 Società Imprese Idroelettriche del Tirso - Milano
 Società Meridionale di Elettricità - Napoli
 Soc. Gen. Industria Mineraria ed Agricola «Montecatini» - Milano
 Società Officine Meccaniche Stigler - Milano
 Laboratorio Elettrotecnico Ing. Luigi Magrini - Bergamo
 Tecnomasio Italiano Brown Boveri - Milano
 Touring Club Italiano - Milano

Diploma d'Onore.

Associazione Turistica Pro Trento
 Associazione Turistica Pro Roncegno
 Fabbrica Isolatori Livorno - Livorno
 Ingegnere Giovanni Mascarini - Milano
 Soc. An. Lubrificanti Foltzer - Milano
 Soc. Lombarda per Distribuzione di Energia Elettrica - Milano
 Soc. Ligure Toscana di Elettricità - Livorno
 Soc. Elettrica della Sicilia - Milano
 Soc. Italiana di Elettrochimica - Roma
 Soc. Generale per Costruzioni - Roma
 Soc. Grandi Alberghi - Venezia
 Soc. Grandi Alberghi - Stresa
 Soc. Dello Stadium di Torino
 Soc. Vanossi & Fantini - Milano
 Rivista Turistica Pro Piemonte - Torino
 Unione Escursionisti - Torino
 Unione Esercizi Elettrici - Milano

Medaglia d'Oro.

Associazioni: Pro Vicenza - Vicenza — Pro Movimento Forestieri in Bolzano — Pro Siena - Siena — Pro Tigullio — Pro Rimini — Pro Riva - Riva sul Garda — Commissione di cura - Levico — Commissione di cura - Merano — Kambo Ing. Luigi — Rolfo Luciana — Rolfo Maria — Società Allocchio & Bacchini - Milano — Società Cementi Armati Centrifugati - Riva sul Garda — Soc. Idroelettrica Piemonte Breda - Milano — Soc. Forze Idrauliche di Trezzo — Soc. Generale Elettrica Tridentina - Milano — Soc. Elettrica del Barbellino - Milano — Soc. Etschwerke - Merano — Società T.E.A. - Milano — Società Forni Elettrici - Milano — Società Bonifiche Sarde — Società Grandi Alberghi S.I.T.E.A. - Torino — Società Giovane Montagna - Torino — Unione Alpinisti U.G.E.T. - Torino — Zoi Dante.

Medaglia d'Argento.

Albergo Miramonti — Albergo Miravalle — Associazione Pro Abano — Associazione Pro Umbria - Perugia — Associazione Pro Termini — Associazione Pro Pegli — Commissione di cura - Grado — Caneparo Natalino — Federazione Alpini — Società Espansione Ferro Bates - Savona — Società Impianti Zois - Milano — Società Elettrotermica Italiana - Milano — Turboli Guido — Unione Operaia Escursionisti Milanesi - Milano.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

:: Sunti e Sommari ::

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

L. B. TURNER — **Cimometri.** (Wir. World., N. 279 e seg., 17 dicembre 1924, Vol. XV, pag. 381).

Scopo dell'articolo è una rassegna dei metodi usati per la misura delle frequenze, con una breve descrizione degli apparati più in uso.

Richiamate le formule fondamentali della risonanza come quelle che legano la frequenza alle costanti del circuito, l'A. esamina i seguenti metodi di misure assolute: a) *Misure di induttanza e capacità*, per dedurre la frequenza propria del circuito. Questo metodo non è preciso per la difficoltà di eseguire le misure di L e di C ad altissima frequenza e per le variazioni che i loro valori subiscono al variare della frequenza stessa; b) *Oscillografi*: metodo di osservazione diretta, per il quale occorre solo una misura di tempo e di numero; ha però l'inconveniente di richiedere un'apparecchiatura molto complessa. Può dare risultati di alta precisione, ma richiede grande accuratezza ed è molto costoso; c) *Alternatori ad alta frequenza*: Se la corrente alternata è prodotta da un alternatore la misura della frequenza è semplice riducendosi alla determinazione del numero di giri. Disgraziatamente per le altissime frequenze tali macchine non sono pratiche anche come strumenti di laboratorio; d) *Fili di Lecher*: In due lunghi fili paralleli percorsi da corrente oscillante si può ammettere che questa si propaghi colla velocità della luce (¹); basta quindi a mezzo di un tubo a Neon determinare la posizione dei nodi e dei ventri, perchè la lunghezza d'onda sia data dalla relazione: $\lambda = 2 (V_1 V_2) =$

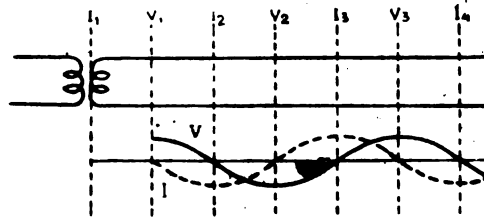


Fig. 1.

$= 2 (V_2 V_3)$ (fig. 1); e) *Multivibratore* (²): Una corrente periodica non sinusoidale è in genere la risultante di un dato numero di correnti sinusoidali di frequenza f , $2f$, $3f$, ecc. Se inviamo una tale corrente proveniente da un generatore qualsiasi in un circuito induttore, accoppiato debolmente con un circuito risonante (cimometro) dotato di condensatore variabile, si ottiene in questo circuito un massimo di corrente ogni qualvolta, manovrando il condensatore, lo si mette in risonanza con una di quelle armoniche.

Abraham e Bloch diedero il nome di «multivibratore» ad un loro generatore a due valvole che fornisce una corrente che ha una frequenza fondamentale di 1000 periodi, determinata per paragone con un diapason campionato, ed è molto ricca di tutte le armoniche fino all'ordine di 200 o 300. Si ha così modo di disporre, se non di una scala continua almeno di un gran numero di frequenze campionate in base al campionamento della fondamentale.

L'A. esamina poi i procedimenti di misura relativi, ossia per confronto e precisamente: f) *Cimometri a eterodina*: Avendo una eterodina graduata per le frequenze da essa generate, si può ricavare la frequenza dell'onda da esaminare, e siccome colla eterodina si può avvertire a udito la differenza fra due frequenze se queste distano fra loro almeno di 100 periodi al secondo o anche meno, così se si usano frequenze altissime, per es., un milione, si può avere l'approssimazione del 0,01%. Anche questo sistema, allo stesso modo di quello del «multivibratore», permette di estendere i limiti entro cui può essere usato per mezzo dell'uso di armoniche; g) *Campioni di lunghezza d'onda*: I cimometri costituiti da un circuito oscillante con triodi pur essendo ottimi per le misure, non sono, secondo l'A., indicati quali campioni, perchè soggetti a variazioni per il cambio delle batterie o del triodo stesso; è quindi necessario avere dei campioni di lunghezza d'onda con i quali confrontare di tanto in tanto il cimometro. La forma più semplice di tali campioni è una robusta spirale, di induttanza costante e bassa resistenza, collegata, a mezzo di conduttori, di resistenza induttanza e capacità trascurabili, con un condensatore di capacità costante preferibilmente a mica e solidamente chiuso ed immerso in paraffina; h) *Requisiti principali di un cimometro ordinario*: In molti casi è utile un semplice cimometro con rivelatore a cristallo per la ricezione, e una cicala per la trasmissione. Perchè esso sia pratico deve principalmente soddisfare a questi re-

(¹) G. PESSON: Taratura di un cimometro a mezzo dei fili di Lecher. *L'Elettrotecnica*, 15 febbraio 1923, vol. X, n. 5, pag. 93 e Pubbl. n. 20 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

(²) *L'Elettrotecnica*, 1920, vol. VII, pag. 31 e Bollettino R. T., volume I, pag. 179.

quisiti: a) la cicla deve essere stabile; b) deve avere i contatti perfetti; c) la corrente della cicla non deve percorrere la bobina d'accoppiamento; d) l'accoppiamento non deve variare colla lunghezza d'onda; e) il campionamento non deve risentire effetti di capacità dispersa, quando qualche punto viene toccato colle mani; f) il decremento deve essere molto piccolo per qualunque lunghezza d'onda. In accordo con tali requisiti l'A. presenta un cimometro per onde corte e medie (da 100 a 3200 m) con cinque capacità fisse, un variometro e una bobina di accoppiamento costituenti il circuito oscillatorio e con due circuiti derivati, l'uno con carborundum e telefono per la ricezione, l'altro con pila e cicla per la trasmissione (fig. 2).

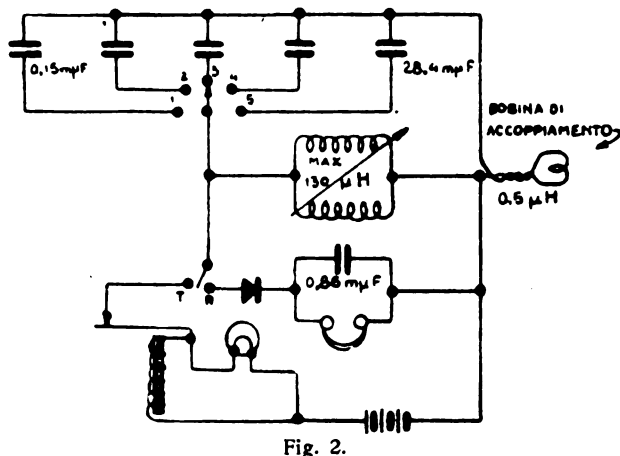


Fig. 2.

Nella discussione seguita a questa relazione, presso la Società Radio di Londra, C. E. Phillips solleva i dubbi sulla costanza dei condensatori immersi nella paraffina avendo constatato come questa, dopo qualche tempo, si screpoli portando variazioni di capacità. Circa le difficoltà per l'uso dei triodi nei cimometri egli raccomanda specialmente l'uso di triodi appropriati, e ritiene possibile costruirne tipi a funzionamento costante e che consentano una approssimazione del 2 per 10.000, solo osservando certe precauzioni e specialmente quella di fare il vuoto, anziché col moderno sistema del « gettering », con i vecchi metodi del bombardamento elettronico e ciò allo scopo di ottenere una emissione elettronica assolutamente costante. E. R. Robinson, a proposito dell'uso di armoniche superiori quali onde campione, suggerisce, per avere armoniche di notevole ampiezza anche oltre la tredicesima, di inserire un ricevitore a cristalli sintonizzato colla fondamentale: in tal modo si introducono distorsioni nell'onda e quindi armoniche sensibili anche di ordine molto elevato. C. Ca.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

C. T. HESSELMAYER e I. K. KOSTKO — **Sulla natura delle perdite per effetto corona.** (J. A. I. E. E., ottobre 1925, pag. 1068).

Gli AA. hanno realizzato un dispositivo sperimentale, rappresentato schematicamente in figura 1, che permette di tracciare le curve

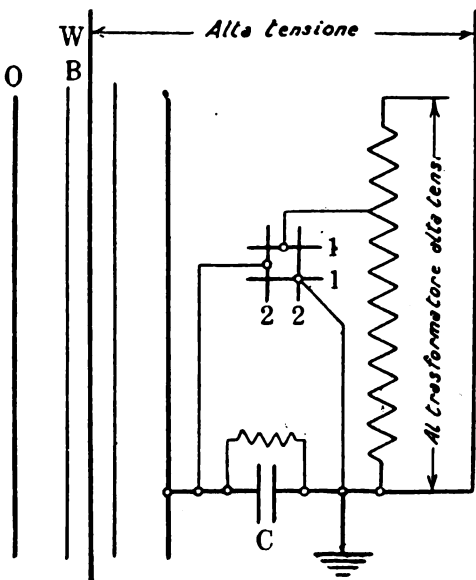


Fig. 1.

rappresentative della relazione che lega la tensione E , alla quantità di corrente Q che passa nello spazio fra due elettrodi quando vi si manifesti l'effetto corona.

Il diagramma viene tracciato mediante un fascio di raggi catodici fatti passare attraverso due coppie di piatti metallici, disposte normalmente l'una all'altra, e mantenute rispettivamente a tensioni proporzionali ai valori E e Q . Il fascio di raggi catodici viene deviato e battendo sul fondo del tubo vi descrive una curva che può essere rilevata e che rappresenta il diagramma cercato.

In figura 1, O e W rappresentano i due elettrodi fra i quali si sviluppa l'effetto corona; W è un filo metallico e O un cilindro di rete metallica. B rappresenta uno schermo cilindrico isolato. Le due piastre metalliche 1-1 sono connesse a una parte, regolabile, di una resistenza derivata sull'avvolgimento ad alta del trasformatore e producono una deviazione proporzionale ad E . La deviazione proporzionale a Q è ottenuta connettendo gli altri due piatti 2-2 in parallelo a una rilevante capacità C in serie col cilindro esterno. Il condensatore è anche shuntato da una resistenza dell'ordine di un megahom, la quale toglie l'errore derivante dal fatto che la corona si comporta diversamente colla semionda positiva e con quella negativa ciò che tenderebbe a dare a una delle armature del condensatore una carica permanente; la correzione necessaria per la corrente derivata in detta resistenza può essere facilmente eseguita ma è risultata sempre trascurabile.

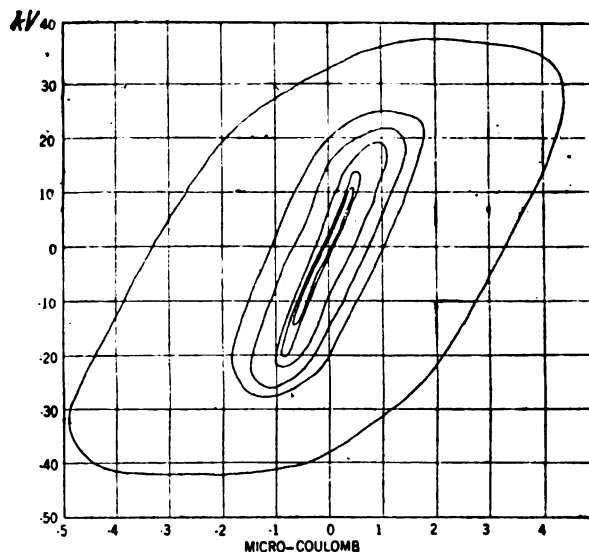


Fig. 2.

La relazione fra la corona e la conduzione delle cariche elettriche attraverso lo strato d'aria fu studiata interponendo degli schermi cilindrici B di diverso diametro e molto sottili in modo da non alterare il campo preesistente; non aveva quindi importanza che gli schermi fossero di materiale buono o cattivo conduttore.

Le figure 2 e 3 rappresentano diagrammi ottenuti dagli A. col metodo descritto.

Dai risultati sperimentali gli A. desumono alcune considerazioni sulle modalità colle quali avvengono i fenomeni di ionizzazione dell'aria che producono l'effetto corona.

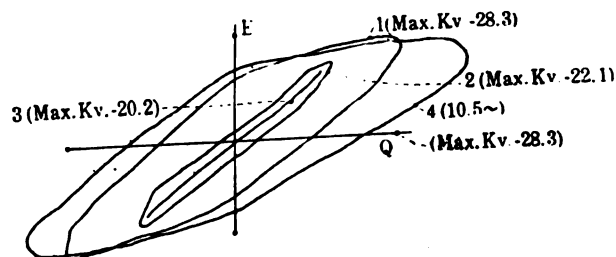


Fig. 3.

La potenza consumata nell'effetto corona è dovuta all'energia che si consuma, a spese della sorgente che mantiene il campo, per muovere verso l'elettrodo o in senso contrario, gli ioni che vengono liberati nelle collisioni degli elettroni liberi cogli atomi dell'aria.

Supponendo di mettere uno schermo cilindrico infinitamente vicino all'elettrodo cilindrico, si ottiene un sistema identico a quello costituito dai due elettrodi (filo e cilindro) senza schermo alcuno. Chiamando con x la carica nello spazio d'aria, con q la carica sul filo e con Q quella sul cilindro, dovendo essere zero la carica totale del sistema, si ha

$$x + q - Q = 0. \text{ ossia } x = Q - q.$$

Collo schermo cilindrico in posto, la carica Q può giungere sul cilindro soltanto attraverso il circuito contenente E ; la carica sul cilindro esterno è dunque la stessa carica Q del diagramma E, R .

L'entità della carica nell'aria dipende dalla variazione del campo nelle vicinanze del filo e dalla ionizzazione iniziale. Questo secondo fattore è ritenuto dagli A. come trascurabile rispetto al primo, ciò che equivale ad ammettere che, durante l'effetto corona, la carica sul filo

di locomotive a vapore di 23 locomotive per servizio dei treni viaggiatori, 133 per servizio dei treni merci e 10 per servizio di manovra. Il sistema di elettrificazione impiegato è, com'è noto quello della corrente continua a 3000 volt alla linea di contatto, la quale è costituita da un doppio filo aereo per evitare completamente lo scintillio del trolley sotto le sospensioni. La Compagnia acquista l'energia elettrica dalla Montana Power Company la quale fornisce corrente trifase a 100.000 volt che viene immessa nella linea di trasmissione della Compagnia ferroviaria per essere distribuita alle 14 sottostazioni dove viene abbassata alla tensione di 2300 volt e poi convertita mediante gruppi motori-generatori in corrente continua alla tensione di 3000 V.

La relazione, fatta allo scopo di mettere in evidenza l'aspetto economico del problema della trazione elettrica ferroviaria, tiene conto minutamente di tutte le circostanze eccezionali che si verificano, nei diversi periodi di tempo presi in esame e che ebbero influenza sia sullo andamento del traffico, sia sui prezzi del mercato.

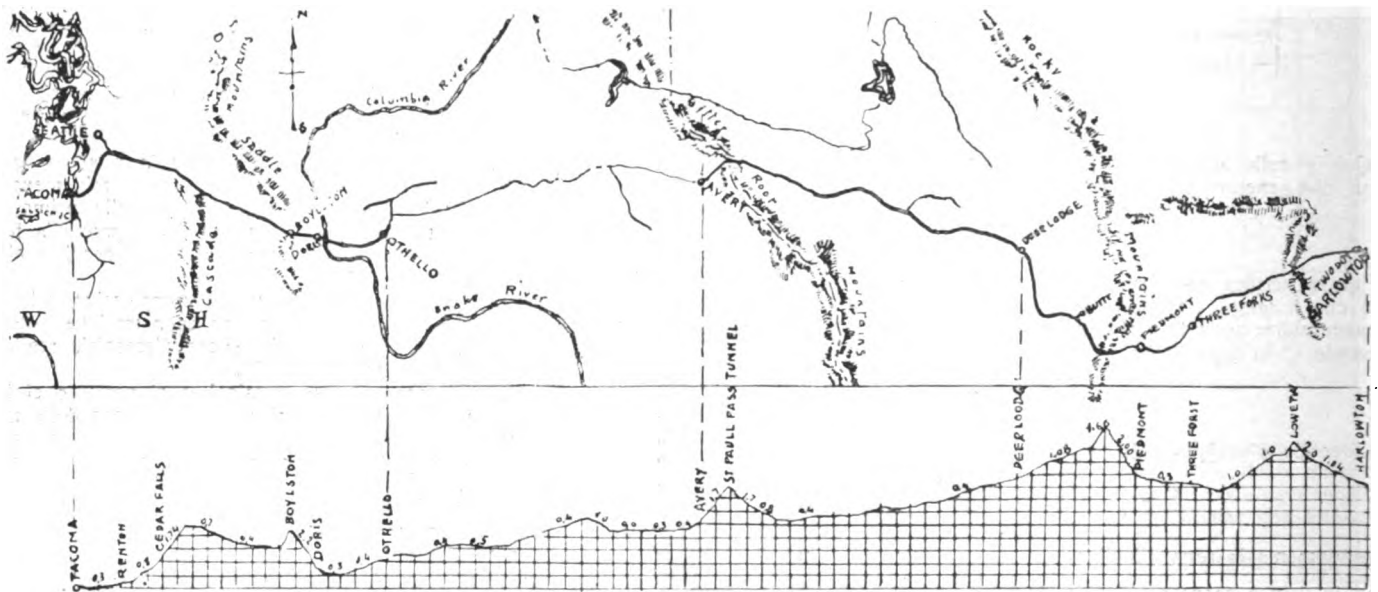
Nell'intento di determinare esattamente la differenza nelle spese di esercizio dovuta unicamente al fatto del cambiamento del mezzo di trazione, la relazione si propone di prendere in esame, come elementi per la determinazione delle spese con il servizio a trazione elettrica e quello con la trazione a vapore, condizioni di traffico pressoché identiche. E per tener conto delle variazioni subite dai prezzi dei materiali e dal costo della mano d'opera durante il periodo di guerra e del dopo guerra, si è calcolata la spesa che il servizio a trazione a vapore avrebbe importato negli anni in cui ebbe luogo la trazione elettrica deducendo i costi in base agli elementi relativi ad esso servizio tratti dagli esercizi precedenti, ed applicando invece i prezzi del mercato prevalenti nell'anno 1923.

il traffico merci e viaggiatori ed in condizioni di esercizio normali, ed ai dati così ricavati vennero applicati i prezzi di materiali ed il costo della mano d'opera dell'anno tipo per l'esercizio a trazione elettrica, dimodoché le spese per il servizio a vapore per tutti gli anni presi in esame, vennero calcolati nuovamente in base ai prezzi correnti nell'anno 1923 e le differenze esistenti nel traffico, relative a spese variabili col volume del traffico, vennero eliminate, eguagliando le cifre riferendosi allo stesso titolo di spesa.

Bisogna riconoscere alla Direzione della C. M. e St. Paul il merito di aver resa pubblica la relazione che viene in buon punto a recare una discreta messe di documenti riguardo alla parte finanziaria della tanto dibattuta questione dell'elettrificazione delle ferrovie: e siamo sicuri che la sua pubblicazione darà luogo a discussioni che saranno feconde di risultati positivi.

Purtroppo la relazione contempla soltanto le spese variabili col sistema di trazione, e quindi, mancando gli introiti come le spese complessive non si può ricavare il coefficiente di esercizio dei due diversi metodi di operazione, ciò che avrebbe consentito un paragone più rapido e certamente più conclusivo almeno dal punto di vista economico dei due sistemi.

Nella relazione non comparisce direttamente il risparmio di spesa dovuto alla cessazione del trasporto del carbone per le locomotive stesse: termine che certamente deve essere cospicuo, tenuto conto dell'entità di traffico. Sulla tratta Harlowton-Avery ad es., il carbone consumato per il servizio dei treni e di manovra rappresenta per l'anno tipo una spesa di dollari 1.200.017; da ritenere perciò che il trasporto di esso carbone deve essere costato diverse centinaia di migliaia di dollari, a meno che la spesa per il trasporto di tutto o parte



Planimetria e profilo della C.M. & St. P. Ry

I criteri secondo cui è fatto il paragone tra le spese di esercizio con i due sistemi di trazione sono i seguenti:

1) anzitutto le spese vengono esaminate dal punto di vista della influenza su di esse del mezzo di trazione e quindi vengono distinte in spese che variano col variare del sistema di trazione ed in spese che rimangono costanti, le quali ultime vengono trascurate perché non interessano allo scopo della determinazione delle economie dovute al cambiamento del sistema di trazione.

Ed a questo riguardo nella relazione è fatto cenno anche ai criteri seguiti in qualche caso nel classificare in variabili o costanti esse spese. Così per esempio è stata ritenuta come non affetta dal cambiamento del sistema di trazione la «spesa per la manutenzione dell'armamento», ma ciò non perché non si riconoscesse che essa spesa vari col variare non solo del sistema di trazione ma anche della potenzialità del mezzo di trazione, (e, beninteso, anche con l'intensità del traffico). Viceversa, tenuto presente che la spesa di manutenzione dell'armamento varia anche in dipendenza dei criteri che si seguono nei lavori di manutenzione e nei programmi di rinnovamento delle rotaie, delle condizioni del clima, della disponibilità di mano d'opera e di fondi, ecc., circostanze tutte di grandissima importanza e molto difficili a stabilire esattamente, si ritenne più esatto di classificarla come indipendente dal sistema di trazione.

2) le spese di esercizio variabili in dipendenza del sistema di trazione vengono poi esaminate dal punto di vista della loro variabilità col variare del volume di traffico, e pertanto esse spese, raggruppate secondo la classifica della Interstate Commerce Commission, vengono tenute separate in «spese variabili col traffico» (e queste a loro volta distinte in spese per servizio viaggiatori e per servizio merci) ed in «spese che rimangono costanti col variare del traffico» merci e viaggiatori riunite insieme.

Il costo unitario delle spese per il servizio a vapore venne ricavato dai dati degli ultimi 12 mesi di servizio a vapore completo per tutto

del carbone necessario per le due tratte elettrificate figuri nei bilanci delle zone contigue ad esse perché consegnato e scaricato ai punti terminali.

Molti dei fautori della trazione a vapore sosterranno che il paragone è stato fatto in base ai dati di consumo e di spesa di locomotive a vapore di vecchio tipo, non in piena efficienza od a scarso rendimento per il lungo servizio prestato, mentre oggi stanno entrando in servizio, specie dopo l'impiego delle altissime pressioni, impianti termici a rendimento altissimo. Senonché a queste osservazioni deve obiettarsi che se nelle grandi centrali termiche è stato possibile elevare il rendimento del 30-40 per cento facendo ricorso a pressioni di 50-80 e perfino 100 atmosfere non è dato pensare facilmente che si possa arrivare a risultati simili con le locomotive a vapore. Infatti, per adottare pressioni altissime, preriscaldare l'acqua e l'aria si finirebbe per costruire delle locomotive che, per la natura del servizio cui sono adibite, assorbirebbero una spesa di manutenzione non inferiore, mentre d'altra parte difficilmente si troverebbe posto per ubicare convenientemente gli apparecchi stessi e si sovraccaricherebbe il personale di macchina di altre nuove mansioni, mentre esso deve anche badare alla circolazione dei convogli e non alla condotta del fuoco solamente.

Intanto le economie nelle spese di esercizio variabili col sistema di trazione (tav. I) hanno raggiunta in soli nove anni la cospicua cifra di dollari 12.400.007, pari cioè ad oltre i 3/4 della spesa di impianto e si tenga presente che la C. M. e St. P. è una di quelle linee che si trovava nelle condizioni meno favorevoli all'elettrificazione per avere il carbone sul posto o quasi, e per avere un traffico relativamente leggero, con pochi treni e lunghe tratte tra una stazione e l'altra; la massima economia, pari a dollari 1.928.628, si verificò nel 1920, in corrispondenza del massimo traffico che fu di tonnellate-migliaia 3.402.419.000, quantunque, come è detto del resto nella relazione stessa, le economie non varino proporzionalmente al volume di traf-

fico. Anzi è da rilevare come vi siano delle differenze sensibilissime anche nei valori delle economie unitarie relative alle singole tratte. Così, per es., nell'anno 1924, sulla tratta Harlowton-Avery le economie furono di dollari 0,47 per mille tonnellate-miglia mentre sulla tratta Othello-Tacoma furono di dollari 0,07. Le maggiori economie sono dovute principalmente alla diminuzione delle spese per la riparazione delle locomotive con la trazione elettrica, dovuta sia alla diminuzione della spesa unitaria il cui onere maggiore fa carico ai forni delle locomotive a vapore, sia alla diminuzione delle locomotive in servizio, per la maggiore efficienza e per la maggiore disponibilità per effettivo servizio delle locomotive elettriche.

Sono in diminuzione con l'esercizio a trazione elettrica anche le spese di trazione (combustibili, acqua, lubrificanti e spese diverse per la trazione a vapore; energia elettrica, lubrificanti e spese diverse per la trazione elettrica).

Così pure le spese per le rimesse ed i depositi locomotive (engine houses) sono scese per la tratta Harlowton-Avery da doll. 221.044 con la trazione a vapore a dollari 87.028 con la trazione elettrica; e per la Othello-Tacoma da 82.056 a 31.867 dollari rispettivamente.

Con l'esercizio a trazione elettrica, introdotto l'impiego del ricupero di energia con tutti i treni in discesa ed a tutte le velocità, è scomparsa completamente la maggiore spesa per l'usura dei cerchioni e degli organi del freno dovuta al prolungato uso dei freni, spesa valutata per le due tratte in dollari 32.074 e 24.141 rispettivamente per anno.

In mancanza di dati precisi la relazione dice che si è assunto a base del calcolo un consumo di ceppi di kg 0 4536 per ogni 13855510 kgm di energia dissipata. E nell'impossibilità di determinare il maggior consumo di cerchioni, organi del freno ed organi di trazione e repulsione si è supposto che l'economia relativa eguagliasse quella dovuta al minor consumo di ceppi.

Similmente sono diminuite con l'esercizio a trazione elettrica le spese per i treni materiali per lavori sulle linee, a causa principalmente degli inevitabili sberceri cui si va incontro con le locomotive a vapore durante le soste.

Così pure sono in sensibile diminuzione le spese per il personale, tanto quelle per il personale di macchina, quanto quelle per il personale dei treni, e sia per il servizio di scorta ai convogli, sia per il servizio di manovra. E' ciò è evidentemente dovuto al fatto che con la trazione elettrica scompaiono totalmente o quasi i servizi accessori dei depositi e lungo le linee, ed aumenta notevolmente il rendimento del personale, come quello del materiale, per effetto della maggiore velocità di marcia dei treni, e per la possibilità di eseguire le manovre con un solo agente di macchina.

Con la trazione elettrica è aumentato un costo di introito, quello cioè ricavato dalla linea di trasmissione, che per la Othello-Tacoma raggiunge la bella cifra di dollari 25.824 all'anno: la relazione non precisa però se si tratta di diritti per servizio di elettrodotto o se di energia erogata dagli altri impianti collegati alla linea di trasmissione della Compagnia ferroviaria durante le ore nelle quali l'energia ricuperata dai treni in discesa è in eccesso rispetto a quella assorbita dai locomotori in lavoro.

Viceversa con l'esercizio a trazione elettrica è aumentata la spesa per il riscaldamento e l'illuminazione dei treni, a cui con la trazione a vapore si provvedeva mediante la stessa locomotiva, e nelle spese d'impianto figura a carico della trazione elettrica la spesa occorrente per la trasformazione dell'impianto per il blocco automatico lungo le linee da corrente continua in corrente alternata resa necessaria dall'impiego di corrente continua per i motori di trazione con ritorno mediante le rotaie di corsa.

d. f. s.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

Un forno elettrico per cottura del pane è stato recentemente installato a Cleveland (Ohio S. U.). Esso è del tipo a suola mobile, capace di cuocere circa 10.000 kg di pane al giorno. Inizialmente funzionava con riscaldamento a gas ma in condizioni di economia non interamente soddisfacenti. Attualmente il forno lavora sei ore al giorno consumando 270 kWh per 1000 kg di pane; colle modifiche in corso per adattarne i particolari costruttivi al nuovo tipo di funzionamento, si prevede un consumo di soli 80 kWh per 1000 chili. La potenza assorbita massima è di 450 kW. Il riscaldamento è ottenuto con resistenze contenute in tubi entro le pareti. L'energia è fornita a 220 V e 60 periodi. La temperatura è automaticamente regolata in nove zone da 268° all'entrata del pane fino a 210° alla bocca di scarico. Il periodo di cottura dura 22 minuti. In confronto col funzionamento a gas si raggiunge una maggiore economia ed un prodotto migliore e più uniforme.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Una notevole installazione di forni elettrici a induzione per metallurgia è quella delle officine di Kenosha della Am. Brass Co. Sono installati 24 forni tipo Ajax-Wyatt, ciascuno con una capacità di carica di 300 kg e funzionanti con corrente monofase, a 230 V, a 60 periodi,

assorbendo ciascuno 400 A con un fattore di potenza fra 0,6 e 0,75. I forni sono connessi a triangolo a sbarre trifasi installate sotto il pavimento del locale. L'avvolgimento è costituito da una bobina primaria di 36 a 42 spire avvolta su una armatura di ferro ad H. La carica del metallo nel forno costituisce un secondario a unica spira. La fusione richiede quindici minuti; una operazione completa di fusione richiede complessivamente 20 minuti. Durante la colata il forno è alimentato a 8 V per mantenere la temperatura. Il rivestimento del forno dura per 3000 fusioni. La produzione media è di 5 kg per kWh. Complessivamente l'esercizio riesce molto conveniente dal lato tecnico ed economico.

ELETTROTECNICA GENERALE.

La convenienza economica dell'impiego di magneti permanenti nel macchinario e negli apparecchi elettrici, è largamente discussa nel Journal of I. E. E. di Inghilterra dell'agosto 1925. Viene fatto rilevare che sotto certe condizioni riescono più convenienti gli acciai al cobalto, mentre quando si debba raggiungere un minimo nel peso e nelle dimensioni riescono preferibili gli acciai al tungsteno o al cromo. Coll'analisi dei costi degli acciai e delle lavorazioni inerenti, si dimostra che per piccole macchine a corrente continua l'uso dei magneti permanenti può condurre a economie non trascurabili, specialmente quando il costo dell'energia prima è rilevante e la macchina compie servizio prolungato. Altri casi in cui tale convenienza è dimostrata sono quelli di generatori a vento per carica di batterie (potendosi cominciare la carica con minime velocità di vento), gruppi generatori per alimentazione anodica in piccoli apparecchi radio, ecc.

IMPIANTI.

Notizie sugli impianti elettrici della Svezia. — E' noto che la Svezia ha ampiamente sviluppato l'utilizzazione delle sue energie idrauliche a mezzo di importanti impianti idroelettrici. Non è a tutti noto che l'intera gestione di questi impianti è disimpegnata dallo Stato, sia per ciò che riguarda la produzione, sia per ciò che riguarda la distribuzione. L'organismo incaricato di questa gestione è chiamato Amministrazione delle Forze Idrauliche dello Stato; ad esso è preposto un alto funzionario con mansioni di elevato controllo. Da lui dipende una Direzione Reale che gestisce e costruisce gli impianti a mezzo dei vari reparti dipendenti.

Gli impianti esistenti e gestiti dall'Amministrazione Statale sono i seguenti:

1) *Impianto del Porjus*. — E' il noto impianto eseguito completamente nel sottosuolo a causa delle difficili condizioni climatiche, in cui si trova, essendo a soli 40 km dal circolo polare. La centrale elettrica è formata con sei turbine, di cui tre da 12.500 HP, e tre da 15.000 HP, cui corrispondono alternatori trifasi da 11.000 kVA, 4000 V, 15 periodi. La potenza complessiva installata è di 58.500 kW.

2) *Impianto di Motala*. — E' costituito da cinque turbine di 600 HP ciascuna, collegate con alternatori trifasi 7000 V, 50 periodi. La potenza complessiva installata è di circa 2000 kW.

3) *Impianto di Alvkärlaby*. — E' costituito da cinque turbine da 15.000 HP collegate con alternatori trifasi da 12.500 kVA, 10.000 V, 50 periodi. La potenza installata è di 62.500 kW.

4) *Impianto di Tröllhättan*. — Le turbine installate hanno la potenza di 16.000 HP e azionano alternatori trifasi da 11.000 kVA, 10.000 V, 25 periodi. La potenza installata è di 143.000 kW.

5) E' poi stata costruita una centrale termoelettrica con una potenza di 40.000 kW, destinata a servire come riserva della intera rete dello Stato nei periodi di magra e come rifasatrice sincrona negli altri periodi dell'anno. La potenza complessiva gestita dallo Stato è quindi di 306.000 kW.

E' interessante per noi italiani notare come questa organizzazione abbia sviluppato uno speciale servizio inerente all'applicazione della elettricità alla agricoltura. Dal lato tecnico le zone da elettrificare sono divise in due categorie. Zone ad alto, e zone a basso coefficiente di coltura. Le zone ad alto coefficiente sono elettrificate con un sistema detto a tre tensioni 20.000-3000-220 e le zone a basso coefficiente con un sistema a due tensioni 10.000-390.

Dal lato amministrativo la gestione delle reti agricole è affidata ad Enti agricoli Regionali, costituiti fra i coloni interessati in forma di Cooperative. Lo Stato ha fornito agli Enti mutui di favore ammortizzabili in trenta anni.

Data la speciale organizzazione statale, che non pare abbia fatto in altri Stati e per altre attività industriali una prova soverchiamente favorevole, sarebbe stato interessante conoscere l'interesse corrisposto al capitale investito. Questo dato però manca, nelle relazioni dalle quali queste notizie sono state desunte.

E. Sa.

*

Il progetto per l'utilizzazione delle maree nella Baia di Fundy (S. U.) è stato approvato dallo Stato di Maine (S. U.). Il progetto prevede la divisione in due sezioni della baia di Passamaquoddy, tributaria della baia di Fundy, mediante una diga sulla quale verrà costruita la centrale di produzione di energia. Le due sezioni saranno entrambe comunicanti direttamente colla baia di Fundy ma l'accesso sarà comandato da paratoie. Una sezione potrà così essere mantenuta a livello alto aprendo le paratoie di comunicazione colla baia Fundy soltanto in periodo di alte maree, mentre l'altra sezione sarà tenuta ad acque basse aprendo la comunicazione a marea bassa. Le turbine saranno azionate dall'acqua passante dall'una all'altra delle due sezioni

della baia di Passamaquoddy. Il costo del progetto è valutato a circa 75 milioni di dollari e si prevede di poter ricavare una potenza da 400.000 a 530.000 kW.

*

Un piano di utilizzazione completa del Bridge River per una potenza complessiva di circa 525.000 kW è stato studiato dalla Columbia El. Rail. Co. Si ritiene che questi impianti potranno soddisfare a tutte le richieste di energia di Vancouver e della Colombia Britannica inferiore per i prossimi 40 o 50 anni. Nei prossimi anni sarà costruito un impianto per 75.000 kVA circa. Il fiume sarà deviato con una galleria lunga quattro chilometri circa e la sua portata media di 100 m³ s sarà immessa nel lago Seton con un salto di 400 metri. La centrale conterrà in un primo tempo due gruppi da 22.500 kVA e successivamente ne sarà installato un terzo, e poi ancora altri due portando la potenza installata in definitiva a 112.500 kVA. Dalla centrale partirà una linea, con palificazione in legno, lunga 220 km e funzionante a 165.000 V.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Il condensatore di vapore più grande del mondo sarà probabilmente quello ora in costruzione presso le officine di South Philadelphia della Westinghouse e destinato al gruppo da 100.000 kVA da installare nella centrale della Hudson Avenue a Brooklyn fra pochi mesi. Il condensatore avrà una superficie utile di 8000 metri quadrati e peserà circa 500.000 chili. Esso conterrà 12.920 tubi della lunghezza di m 7,30. Sarà servito da due pompe d'acqua di circolazione capaci di una portata complessiva di 454.000 litri al minuto.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Emissioni ad onde corte (POX e POW) della stazione di Nauen. — Fino dal 2 luglio 1924 fu inaugurato il servizio pubblico radiotelegrafico di Nauen coll'Argentina su lunghezza d'onda di 90 m. Risultò però ben presto che l'onda di 90 m era soggetta a troppi disturbi, specialmente durante l'estate dell'emisfero australe e che invece erano più adatte per un utile servizio coll'Argentina le onde al di sotto di 30 m. Dal gennaio 1925 si è passati perciò alla lunghezza d'onda di 26 m, per la quale la potenza d'antenna va da 2 a 212 kW.

Come antenna è usato un filo verticale di 130 m di lunghezza. Il servizio con l'Argentina su onde corte viene effettuato dalle ore 8 di sera alle 7 del mattino TME (tempo medio Europa centrale); si trasmette con una velocità di 18-25 parole al minuto. Il nominativo della stazione trasmittente è POX. Dal settembre 1924 sono in corso esperimenti con apparati di maggiore potenza e fino dal marzo 1925 è stato messo in esercizio un secondo apparato trasmittente con potenza di antenna di 6 a 7 kW. Questo apparato ha il nominativo POW e lavora su onda di 42 o di 25 m. Nell'aprile 1925 è stata organizzata per alcuni giorni una trasmissione continuativa di prova, eseguita alternativamente con ambedue gli apparati. L'apparato POX trasmetteva ogni primo quarto d'ora sull'onda di 26 m. Ogni secondo quarto d'ora l'apparato POW sull'onda di 42 m. Queste trasmissioni furono ricevute con successo in Europa, negli Stati Uniti, in Argentina, a Java e nel Giappone.

C. Hr.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

Per la trasformazione di correnti continue in correnti alternate polifase, senza l'impiego di alcun organo ruotante, viene proposto un dispositivo costituito da un complesso di trasformatori e di valvole termoioniche. Il dispositivo è descritto nella General Electric Review dell'ottobre 1925. L'A. rileva che l'apparecchio può presentare un interesse pratico nei riguardi delle trasmissioni a corrente continua ad alta tensione. Infatti se sarà possibile svilupparlo in dimensioni sufficienti, ponendo tali apparecchi alla estremità ricevente della linea questa potrebbe essere alimentata all'altro estremo con corrente continua, mediante generatori in serie o mediante raddrizzatori.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

L'apparecchio per il calcolo delle lunghe linee di trasmissione noto col nome di *Heavisidion*, è stato notevolmente semplificato dal suo ideatore che ne descrive un nuovo modello nella General Electric Review del novembre 1925, pag. 746. Il nuovo apparecchio detto «instant Heavisidion» è di costruzione molto facile e non richiede speciali abilità. L'A. assicura che i risultati che si possono raggiungere con questo dispositivo hanno lo stesso grado di approssimazione che si può ottenere col calcolo analitico per mezzo delle funzioni iperboliche. L'apparecchio serve però soltanto per una linea a costanti stabilite e deve essere opportunamente modificato quando si voglia usarlo per linee diverse.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Le linee della Virginian Railway Co. sono state di recente elettrificate. Il traffico è prevalentemente di merci trattandosi di territori ricchi di miniere. Queste linee hanno i carri merci più pesanti di tutta l'America, giungendo a 116 tonnellate a pieno carico e a 40 tonnellate a vuoto. Treni da 6000 tonnellate sono trainati da due locomotive elettriche a velocità media di 23 km all'ora mentre prima colla trazione a vapore non si superavano i 12 km. Una particolarità interessante consiste nel fatto che i treni sono provvisti di un impianto di radiotelegrafia per le comunicazioni fra la locomotiva e gli uomini di comando ai freni e alla coda del treno.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

A. ORSI. — «*Super-Neutro-Ultra-Dina*» ed i principali montaggi classici. - Un volume di 103 pagine (formato 14 x 19 cm.). - Ed. Eredi Cremonese, Roma - L. 15.

Questo manuale, compilato dall'A. come seguito al suo precedente volume «*La T.S.F. per quelli che sanno e per quelli che non sanno*»⁽¹⁾ ha lo scopo di presentare allo studioso i principali schemi classici di radoricevitori, dal ricevitore a galena fino ai principali montaggi ultra-sensibili attuali.

Esso presuppone quindi da parte del lettore la conoscenza dei principi della radiotelegrafia e col volume già citato costituisce un insieme certamente utile ai dilettanti di ricezione radiotelefonica. Il manuale contiene una prima parte dedicata alla costruzione di quegli elementi speciali degli apparecchi, che possono occorrere di volta in volta a seconda dei fini che il costruttore si propone; una seconda parte è dedicata ai circuiti accordatori ed una terza parte ai ricevitori. Per ciascun dispositivo sono dati lo schema, un disegno costruttivo, gli elementi numerici principali relativi ai singoli circuiti e le modalità per costruire le varie parti in maniera che a tali elementi esse corrispondano.

Infine sono fornite alcune chiare istruzioni per la manutenzione degli accumulatori e delle pile, di quegli accessori cioè che sono indispensabili al funzionamento dei moderni ricevitori, e che troppo spesso costituiscono per il dilettante un serio ostacolo economico alla realizzazione degli apparecchi, in quanto che si tratta di accessori piuttosto costosi e facili a deteriorarsi se non sono trattati con la cura dovuta.

In conclusione questo volumetto, dettato da persona che ha effettivamente sperimentato quanto propone e consiglia, costituisce un vantaggioso acquisto per la biblioteca di ogni dilettante. P. Bo.

*

G. REVESSI. — *La trasmissione e la distribuzione dell'energia elettrica*. - Volume di 445 pag. 13 x 20 con 110 figure. — Giulio Vanini, editore. - Brescia, 1926 - L. 30.

Se dovessimo concretare in una sola parola un giudizio su questa nuova opera del Prof. Revessi, presentata con una lusinghiera prefazione del Prof. Lori, diremmo che si tratta di un libro originale. Tutto infatti in esso appare nuovo ed insolito: dalle figure al modo di presentare i titoli dei capitoli e dei paragrafi; dal sistema con cui sono condensate le indicazioni bibliografiche alla fine del volume, all'appendice industriale con l'elenco di fabbricanti di apparecchi e materiali che interessano l'argomento del libro. Ma soprattutto è originale l'elaborazione della materia.

Indipendentemente dai lavori originali del Revessi, via via appariti sull'*Elettrotecnica*, che sono riportati o riassunti nel volume, anche quelle parti fondamentali che, evidentemente, non possono mutarsi, sono presentate in un ordine ed in una forma completamente diversa dalle solite, mostrando chiaramente come tutta la materia trattata sia stata profondamente assimilata dall'autore e da lui poi prospettata da un punto di vista completamente personale. E quando si vedono tanti libri e manuali, che pur vanno per la maggiore, fatti ricalcando o ricopiando in gran parte opere precedenti, più o meno dimenticate, o ricucendo insieme scritti e monografie delle più disparate origini, spesso senza neppure prendersi la briga di rendere uniformi le notazioni ed i simboli, ci sembra doveroso riconoscere al Revessi il merito grande di aver voluto fare, e di aver fatto, opera completamente, profondamente sua. La quale non sarà priva di mende, dovute quasi sempre all'esagerazione dell'impronta personale dell'opera a cominciare dallo stile, a cui il lettore deve fare un po' d'abitudine, per giungere a quella curiosa figura 80: un diagramma a doppia entrata nel quale i numeri relativi alle scale che si originano da destra sono scritti all'incontrario, dando una curiosa impressione di cliché stampato a rovescio; ma appare scritta da chi aveva qualche cosa da dire, e, quel che più conta, costituisce una sintesi efficace della complessa ed importante materia.

Buona la veste tipografica. Peccato che la composizione tipografica delle formule riesca qua e là confusa per l'adozione di lettere troppo grandi o troppo uniformi (limiti degli integrali che acquistano così un'importanza quasi maggiore delle quantità sotto segno) e che per le diciture e le cifre delle figure si sia sempre fatto uso del normografo, che conferisce alle figure stesse un aspetto un po' ostico, specialmente quando il disegno originale non è stato sufficientemente impiccolito.

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica 1924, Vol. XI, pag. 159 e Boll. R. T., Vol. III, pag. 63.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purché ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

Prof. UMBERTO CISOTTI. — *Lezioni di Meccanica razionale svolte nel Politecnico di Milano.* — Seconda edizione. — Un volume formato 18 x 25 cm., di pag. 376 con 188 illustrazioni. — Libreria editrice Politecnica di C. Tamburini - Milano, 1926 - Piazza Cavour, 2. — Prezzo L. 52.

HUGH QUIGLEY. — *Electrical Power and National Progress.* — Un volume in tela, formato 15 x 22 cm., di pag. 159, con 18 figure. — Edit. George Allen e Unwin, Ltd. - Ruskin House, 40 Museum Street, W. C. 1 — Prezzo 8 scellini 6 d.

C. J. BEAVER, M. I. E. E. — *Insulated Electric Cables - I materials and Design* — Un volume legato in tela, formato 16,5 x 25 cm., di pag. 264 con 71 illustrazioni. — Edit. Ernest Benn - Limited - London (8) - Bouverie Street E. C. 4, 1926. — Prezzo 36 scellini.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Concorso per un posto di Ingegnere presso l'Ufficio Centrale.

1) A sensi della deliberazione presa dal Consiglio Generale nella seduta del 6 ottobre scorso, è aperto un concorso per un posto di Ingegnere addetto all'Ufficio Centrale dell'A. E. I.

2) I concorrenti dovranno essere cittadini italiani, ingegneri, preferibilmente elettrotecnici — e conoscere le lingue francese, inglese e tedesca — ed essere soci dell'A. E. I.

3) Il concorrente deve impegnarsi a dare tutta la sua attività per tutte le ore normali d'Ufficio, all'impiego al quale viene assunto.

Egli dovrà occuparsi del disbrigo delle pratiche e dei lavori inerenti al Giornale *L'Elettrotecnica* ed a tutte le Pubblicazioni dell'A. E. I. — seguendo le direttive del Redattore Capo — nonché del disbrigo delle pratiche, corrispondenze e lavori dell'Ufficio Centrale, seguendo le direttive del Segretario Generale dell'A. E. I.

Dovrà inoltre funzionare da Segretario di tutte le Commissioni permanenti dell'A. E. I. (Comitato Elettrotecnico, ecc.), per coordinarne i lavori.

4) L'assunzione diverrà stabile dopo un anno di prova, ed il giudizio di conferma nell'Ufficio dopo la prova spetta esclusivamente ed in modo insindacabile, alla Presidenza Generale dell'A. E. I.

5) Per l'anno di prova lo stipendio è fissato sulla base di L. 1200 mensili posticipate. Potrà venire aumentato, in seguito, a norma di quanto delibererà la Presidenza Generale.

6) Le domande, corredate dai documenti necessari a comprovare l'età del concorrente e la sua qualità di ingegnere e di tutti quei titoli che il concorrente crederà di presentare, devono essere indirizzate entro il 28 febbraio 1926 al Segretario Generale dell'A. E. I. in doppia busta.

La busta interna sarà chiusa e porterà la sola indicazione: « Concorso dell'A. E. I. ». Quella esterna sarà indirizzata al « Segretario Generale dell'A. E. I. - Milano - via San Paolo, 10 ».

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA

La sera del 30 giugno u. s., nell'Anfiteatro dell'Istituto Fisico della nostra Università, il Dott. Giorgio Todesco ha tenuto l'annunziata comunicazione sul tema: « La moderna ottica delle oscillazioni elettriche ».

Avuta la parola dal Presidente della Sezione, Dott. Ing. Rimini, il conferenziere, premesso un breve cenno sulle esperienze di Heriz e di Righi comprovanti la perfetta identità, secondo le idee di Maxwell, dei fenomeni elettromagnetici e luminosi, e ricordato come questi Autori si servissero nelle loro esperienze di onde elettromagnetiche cortissime necessariamente smorzate, si propone di ripetere davanti all'uditorio alcune esperienze di ottica delle oscillazioni elettriche servendosi di onde cortissime persistenti, prodotte a mezzo di uno speciale oscillatore a valvole termoioniche. L'uso di onde persistenti permette, come è noto, una migliore utilizzazione dell'energia in giuoco ed una maggiore acutezza nei fenomeni di risonanza.

Richiamata brevemente la teoria dell'oscillatore a lampade, il Conferenziere nota come la produzione di onde cortissime (dell'ordine del metro) per mezzo di questi oscillatori si sia presentato sino a qualche

anno fa di difficile attuazione, per il fatto che, anche sopprimendo addirittura ogni capacità localizzata nel circuito oscillante, bastano già quella distribuita dei fili di collegamento e quella interna dei fili della lampada, per imporre un limite inferiore alle lunghezze d'onde realizzabili.

Un circuito che si presta ottimamente allo scopo perchè localizza le oscillazioni ad alta frequenza in brevissime porzioni del circuito stesso, è il montaggio simmetrico a due triodi realizzato dal Prof. Mesny e già descritto in questi Atti (vedi *L'Elettrotecnica*, 1924, pagina 571). E' appunto un oscillatore di questo tipo, lievemente modificato e regolato al massimo di potenza che serve al Dott. Todesco per le sue esperienze. Esso è costituito da due lampade emittenti Fotos di 20 watt. L'induttanza si compone di due semplici bocche di 10 cm. di diametro; la capacità è quella interna fra griglia e placca delle lampade, la tensione di placca si aggira intorno a 1000 volt. La minima lunghezza d'onda ottenuta è di m. 1,35, ma per le esperienze che illustrano la comunicazione si è trovato opportuno di usare onde di circa due metri.

Una volta accese le lampade e innescate le oscillazioni, si mette in rilievo la presenza di un campo elettromagnetico ad altissima frequenza nello spazio circostante mostrando l'accensione a distanza di piccole lampadine ad incandescenza tascabili o di lampade al neon (nelle quali è stata tolta la resistenza addizionale per l'inserzione diretta sulla rete stradale) chiuse in circuito su di una semplice spirale di filo di rame. Variando la posizione della spirale rivelatrice rispetto a quella costituente l'induttanza dell'oscillatore si può studiare il campo elettromagnetico dell'oscillatore stesso e mettere in rilievo l'effetto cumulativo della forza elettrica e della forza magnetica, oppure quello della sola forza elettrica.

Le stesse esperienze riescono più nettamente se si fa uso di un circuito oscillante aperto rettangolare accordato sulla lunghezza d'onda emessa dall'oscillatore. L'accordo si realizza mediante un minuscolo condensatore variabile a due lamine inserito in uno dei lati del rettangolo mentre nel lato opposto è inserita la solita lampadina a incandescenza. Con questo risuonatore si eseguono facilmente le classiche esperienze di trasparenza, opacità, assorbimento e riflessione delle onde, interponendo fra l'oscillatore ed il risuonatore lastre di diverse sostanze o schermi metallici di convenienti dimensioni. La misura della lunghezza d'onda emessa dall'oscillatore si fa agevolmente ripetendo la classica esperienza di Lecher sulle onde stazionarie nei fili. A tal uopo due fili di rame paralleli sono tesi nella sala, ed accoppiati induttivamente all'oscillatore. Dando ai fili una conveniente lunghezza si nota in essi la formazione di un sistema di onde elettromagnetiche stazionarie con nodi e ventri fissi che possono mettersi in rilievo mostrando l'accensione e lo spegnimento, a regolari intervalli, di una lampadina tascabile inserita in un conduttore rettilineo che si fa scorrere a mo' di ponte lungo i due fili.

Per esplorare il campo elettromagnetico lungo i fili quando il ponte occupa una posizione di accensione, ci si può servire del solito risuonatore accordato, il quale mette in evidenza i nodi e i ventri del potenziale e di corrente a seconda della sua posizione rispetto ai fili.

Infine si può far irradiare all'oscillatore un'onda elettromagnetica della lunghezza prima misurata, disponendo nelle sue immediate vicinanze un filo rettilineo, a mo' di antenna, lungo una mezza lunghezza d'onda (circa un metro nell'esperienza di cui è questione). Un minuscolo amperometro termico segna fino a 0,5 amp. di corrente oscillante nella piccola antenna. Un filo verticale del tutto simile al precedente può funzionare da antenna ricevente. Nella sua parte centrale è inserita la solita lampadina e questa brilla vivamente anche quando l'antenna ricevente dista un paio di metri da quella trasmittente. L'interposizione fra le due antenne di reticolati metallici a fili orizzontali o verticali permette di mostrare la polarizzazione dell'onda elettromagnetica emessa, nonché un notevole effetto di risonanza quando la lunghezza dei fili usati nel reticolato interposto corrisponde a metà della lunghezza dell'onda emessa. Ponendo poi il telaio a fili verticali dietro l'antenna emittente, a conveniente distanza, si realizza una esperienza dimostrativa di radiotelegrafia direzionale per mezzo di riflettori sul tipo di quelle eseguite recentemente dal Marconi.

Finalmente un'ultima esperienza con la quale ha termine la comunicazione e che permette di ottenere un sistema di onde elettromagnetiche stazionarie nell'aria, viene eseguita tenendo fissa la distanza fra antenna emittente e ricevente e spostando davanti a questa un ampio schermo metallico. Si notano successive accensioni e spegnimenti della lampadina dell'antenna ricevente, a seconda che la distanza fra quest'antenna e lo schermo metallico vale un numero intero di lunghezze d'onda o un numero dispari di mezza lunghezze d'onda.

Il Conferenziere termina « constatando con compiacimento che in questo Capitolo della Fisica così importante sia dal punto di vista teorico che da quello delle applicazioni pratiche, i maggiori e decisivi contributi sono stati apportati da fisici ed ingegneri italiani, sicchè ancora una volta Roma è maestra al mondo di sapienza ».

La comunicazione, assai interessante, e chiarissima nella brillante esposizione del Dott. Todesco, è stata seguita con grande attenzione dai numerosi intervenuti, soci ed invitati, i quali salutarono alla fine con un lungo applauso il valente conferenziere. Erano presenti il Prof. Majorana, Direttore dell'Istituto Fisico e Preside della Facoltà di Scienze della R. Università, il nostro Presidente Generale, Prof. Sartori, il Prof. Piola della R. Scuola d'Applicazione per gli Ingegneri, i quali ultimi si intrattenero col conferenziere richiedendolo di dilucidazioni sulla tecnica di produzione delle onde cortissime anche sotto l'aspetto delle possibili applicazioni teoriche e pratiche.

*

SEZIONE DI GENOVA.

Assemblea generale dei Soci 20 dicembre 1925.

La seduta è aperta dal Presidente, Senatore Ronco, alle ore 10,30 in seconda convocazione.

Il Presidente ringrazia i Soci tutti, non avendo prima d'ora avuto occasione di farlo, che hanno voluto eleggerlo a tale carica; invia un voto di plauso al Consiglio che ha mantenuto la promessa di dare nuova vita alla Sezione, come lo dimostrano i risultati conseguiti: il numero dei Soci è invero aumentato notevolmente salendo a 265 al 30 Novembre 1925, ciò che rappresenta nel corrente anno un incremento del 24 per cento, pur tenendo conto delle numerose radiazioni che si sono imposte, provvedimento increscioso ma pur necessario onde non continuare a sopportare il gravoso onere dei Soci morosi.

A questo incremento hanno contribuito i Soci tutti; porge quindi il suo vivo ringraziamento agli stessi non disgiunto dalla preghiera di voler continuare la loro opera di propaganda veramente ammirevole.

Ricorda come le altre manifestazioni della Sezione, nel non lungo periodo di amministrazione dell'attuale Consiglio, siano state le applaudite e frequentissime conferenze del Comm. Ing. Palestrino sulle frequenze in Italia, dell'Ing. Cornelio Leone Sagui sulle moderne teorie elettromagnetiche, le visite agli Stabilimenti ed alla Stazione Sperimentale della *Manifattura Isolatori Vetro* ad Acqui, di cui è ancor vivo in tutti i partecipanti il grato ricordo, alla Centrale Telefonica Automatica di Genova della *Società Telefonica Tirrena*, alla *Officina* e Deposito Locomotori Elettrici delle FF. SS. a Rivarolo Ligure, visite che destarono tutto l'interessamento dei Soci.

Invita i Soci a voler convenire sempre più numerosi ai convegni del Giovedì sera nella Sede della Sezione — dove si tengono riunioni amichevoli e conversazioni di indole tecnica e sui problemi del giorno — onde rendere dette riunioni sempre più interessanti ed utili e tendere al nobile fine di affratellare maggiormente la bella famiglia della A. E. I.

Annuncia come il Consiglio abbia preparato un Regolamento della Sezione che presenta all'approvazione dei Soci, ed un programma per il 1926, programma compatibile con le disponibilità della Sezione e che dipenderà anche dal numero dei Soci.

Formula quindi l'augurio che tutti gli elettrotecnici liguri sentano la necessità ed il dovere di farsi Soci di guisa che l'Associazione possa presentarsi veramente utile agli elettrotecnici stessi.

Il programma verrà sottoposto all'approvazione dell'assemblea in Sede di Bilancio e spiega quindi, come, per avere la pratica possibilità di attuarlo, si renda necessario un rittocco alle quote sociali giustificato in più dal maggior contributo chiesto dalla Sede centrale alle Sezioni.

Nel Rendiconto del 30 Novembre è esposta chiaramente la situazione finanziaria in realtà assai buona e ne chiede all'Assemblea l'approvazione, non senza invitare i Soci a domandare tutte quelle informazioni che desiderassero sulla stessa.

Rileva come siano state fatte da molti Soci varie serie proposte ed assicura che verranno prese tutte in considerazione e che l'esito delle stesse dipenderà dalla situazione di Cassa e dall'interessamento dei Soci, sul quale però ha la massima fiducia e col quale si arriverà certamente ai fini prefissi.

Prima di aprire la discussione invia a tutti i Soci gli auguri per il nuovo anno.

La relazione è vivamente applaudita. Si passa quindi alla discussione dell'ordine del giorno.

Garibaldi è sicuro di esprimere il pensiero dei componenti il precedente Consiglio inviando un voto di sincero plauso per il lavoro fatto dal Consiglio in carica ed è certo che tutti i vecchi Consiglieri non mancheranno di dare tutto il loro appoggio alla sua attività. Approva il Rendiconto finanziario e circa la fissazione della quota sociale propone di dare al Consiglio stesso la facoltà di decidere in merito.

Il Rendiconto è quindi approvato all'unanimità senza discussione.

Regolamento della Sezione e della Biblioteca.

Il Presidente legge il Regolamento proposto e si inizia quindi una viva discussione alla quale partecipano numerosi Soci.

Garibaldi e *Figari* fanno diverse osservazioni e proposte circa la quota sociale.

Rossi, *Viviani*, *Visentini* e *Questa* parlano a favore dei soci capitecnici ed impiegati non residenti a Genova e che danno una così bella prova di attaccamento alla Sezione, nel senso di mantenere le quote ad un livello minimo compatibile con le esigenze dell'Associazione e non superiore al prezzo di abbonamento alla Rivista.

Lanza, *Boggio* e *Gatto* si associano e chiedono alcuni chiarimenti sul Regolamento.

Dopo esauriente discussione vengono approvate le quote per i Soci residenti, non residenti e collettivi specificando i limiti della residenza.

Viene anche istituita ed approvata la tassa di esazione a domicilio in Lire due.

Nomina di un Consigliere Delegato.

Dopo ampia discussione, in considerazione della propaganda da farsi alla Spezia e del maggior numero di Soci che la città può dare

alla nostra Sezione, nonché della sempre maggiore importanza che la Spezia assume nel campo industriale ed elettrotecnico, l'Assemblea elegge all'unanimità a consigliere Delegato alla Sede Centrale il Socio Cav. Ing. *Gaetano Verna* di Spezia.

Revisori dei Conti.

Vengono eletti ad unanimità Revisori dei Conti Effettivi i signori Ing. *Santo Grasso Puglisi*, Ing. *Ettore D'Angelo* ed il signor *Gino Calegari* ed a Revisori dei Conti supplenti i signori Alverno Attilio e l'Ing. *Eugenio Figari*.

Alle 12 il Presidente toglie la seduta.

Visita alla Centrale telefonica automatica di Pellicceria della Società Telefonica Tirrena.

La mattina del 6 dicembre, per gentile concessione della Società Telefonica Tirrena, ebbe luogo una visita alla Centrale automatica di Piazza Pellicceria, visita che ha destato il grande interessamento dei numerosissimi soci intervenuti.

Il rilevante numero di partecipanti venne ricevuto dal Direttore, Cav. Uff. Avv. *Adolfo Marentini* e dal Direttore tecnico, Ing. *Ettore D'Angelo*. Divisi in squadre ebbero agio di fare una visita veramente proficua: tutte le parti del meraviglioso impianto vennero visitate minuziosamente, dall'arrivo dei cavi alle sale dei selettori, ai quadri di prova delle linee, ecc. Destò vivissimo interesse la sala dove hanno luogo i passaggi delle comunicazioni dagli apparecchi manuali agli automatici e viceversa.

L'attenzione dei soci venne poi attratta dal funzionamento dei preselettori e dei selettori, dai gruppi destinati a fornire le correnti pulsanti per le varie segnalazioni nonché dai circuiti di segnalazione degli inconvenienti di natura temporanea e permanente.

Inutile aggiungere che tanto il Cav. Uff. Avv. *Marentini*, l'Ing. *D'Angelo* e tutti i tecnici della Società Telefonica Tirrena furono meravigliosamente esaurienti e sempre pronti a favorire con la massima cortesia e perizia tutte quelle spiegazioni che venivano chieste loro sul non facile argomento, spiegazioni che venivano chieste con la frequenza di un fuoco di fila.

I soci lasciarono la centrale vivamente soddisfatti dell'accoglienza avuta e del perfetto funzionamento elettromeccanico di questo importantissimo servizio pubblico e dei nuovi impianti in via di esecuzione, rivolgendo un caloroso ringraziamento alla Società, ai suoi direttori ed al personale tutto.

Visita al Deposito ed Officina Locomotori Elettrici delle FF. SS. di Rivarolo Ligure.

Il giorno 13 dicembre dicembre u. s., ebbe luogo una visita alle Officine e Deposito dei Locomotori Elettrici delle FF. SS. a Rivarolo Ligure: visita riuscitissima negli scopi che si riprometteva e della quale ringraziamo sentitamente la Direzione Compartimentale delle FF. SS. con a capo il Comm. Ing. *Remigio Valgoi*, che volle gentilmente concederla. Numerosissimi sono stati i partecipanti colà convenuti e dove vennero raggiunti da altri provenienti da Genova, a disposizione dei quali la Spett. Unione Italiana Tramways Elettrici aveva molto gentilmente messo una vettura tramviaria. Vogliamo porgere alla U. I. T. E. i nostri vivi ringraziamenti per l'appoggio cordiale e fattivo che in ogni occasione dà alla nostra Associazione.

La visita destò in tutti i soci un interessamento speciale sia per il particolare campo, sia perché anche si svolse in un'atmosfera di cordialità veramente simpatica, che la ben gentile accoglienza degli Ingegneri e dei Tecnici delle FF. SS. valse a far risaltare di più.

Tutti i tipi di locomotori trifasi vennero visitati accuratamente dai nostri soci, ai quali il Capo Deposito, Sig. *Cecchi*, l'Ing. *Cantutti* e tutti gli altri Capitecnici, diedero chiare e lucide spiegazioni sui complicati apparecchi, spiegazioni date con squisita gentilezza e con una semplice naturalezza che dimostrava in loro la profonda conoscenza di tutti i davvero non semplici circuiti e meccanismi che li rende così padroni di un ramo certamente non facile da destare l'ammirazione dei visitatori.

Furono esaminati nelle loro snelle sagome i locomotori E 431 a quattro assi, 3000 HP, per treni sino a 100 km-ora, una vera centrale concentrata, i tipi con una unica cabina di comando, quelli della serie E 330 a tre assi pure per 100 km-ora; interesse speciale fu portato all'E 551, l'ultimo tipo entrato in servizio per linee fortemente acclivi, a cinque assi tutti aderenti, 3000 HP, 50 km-ora e che insieme al suo... papà, il noto tipo E 550, compie brillantemente il servizio della linea dei Giovi e del pesante traffico del Campasso. Ammirati in questo locomotore i geniali sistemi di blocco elettrici, i comandi elettropneumatici, che hanno dimostrato di essere finora i migliori, l'interruttore invertitore primario e tutti gli svariati apparecchi sussidiari, la testa del reostato, ecc.

L'officina permise poi l'analisi delle singole parti dei locomotori ed i soci ebbero l'agio di conoscerne il funzionamento preciso e di ammirare come tutte le riparazioni necessarie nell'esercizio vengano eseguite da quel personale così abilmente guidato. I soci ebbero l'esatta impressione di quanto bene e silenziosamente si lavori per questo importantissimo coefficiente di vita nazionale che è la trazione ferroviaria.

Lieti della bella visita alle 11,30 circa i soci lasciarono il Deposito spiacenti solo di non potervi rimanere ancora.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La prossima Riunione annuale.

In una recente seduta, la Presidenza Generale ha definitivamente stabilite le linee di massima della prossima riunione annuale: la XXXI^a della fiorente vita del nostro Sodalizio. La riunione si terrà a Brescia ed in essa verrà ripresa con maggior ampiezza una parte degli argomenti già trattati a Napoli: i mezzi e gli apparecchi destinati ad assicurare la continuità di funzionamento degli impianti elettrici. L'epoca della riunione sarà alquanto anticipata rispetto alle consuetudini ed essa cadrà verosimilmente nei primi giorni di Settembre per considerazioni relative alla possibilità degli alloggi e per meglio assicurare la riuscita delle visite ad impianti d'alta montagna che saranno certamente comprese in programma.

Siamo particolarmente lieti di quanto riguarda il programma tecnico della riunione. L'esperienza ripetuta di parecchi anni ci ha ormai convinti che, per quanto si faccia, non sarà mai possibile pubblicare le relazioni destinate al congresso con quel mese o due di anticipo che rappresenta il minimo indispensabile per assicurare ed organizzare (se del caso) una esauriente discussione. Questa volta invece le relazioni che dovrebbero costituire la base delle discussioni sono già pubblicate: basterà ricordare, fra le altre, quella dell'Ing. Cenzato sull'*organizzazione dei servizi tecnici*; quella del Barbagelata sui *dispositivi di protezione contro le sovracorrenti* e quella del Rebera sull'*osservazione dei fenomeni che minacciano gli impianti elettrici*. A Napoli, lo scorso autunno, si è avuta la sensazione che moltissimi punti di dette relazioni, come pure molte altre memorie presentate alla riunione, avrebbero potuto dar luogo — con un po' di preparazione — ad ampie ed interessantissime discussioni. Da qui a Settembre il tempo non manca per una simile preparazione, e mentre ai relatori sarà affidato il compito di aggiornare le loro relazioni con qualche notizia sulle più recenti novità tecniche relative al rispettivo argomento; mentre molti consoci potranno preparare ed inviarmi in tempo utile per la stampa preventiva, nuovi studi e nuovi contributi per i diversi problemi compresi in programma, anticipando in un certo senso parte della discussione orale, noi vogliamo proprio sperare che i nostri valorosi ed occupatissimi colleghi che vivono negli impianti, e dalla cui esperienza solo può derivare il maggior interesse di una discussione, trovino almeno il tempo — da qui a Settembre — scorrendo le citate relazioni, di preparare qualche appunto per parlare poi ampiamente ed autorevolmente, come essi soli possono fare, nelle sedute di Brescia. Richiamiamo intanto l'attenzione di tutti sul programma più particolareggiato che è riprodotto più avanti.

La celebrazione Voltiana del 1927.

Come abbiamo recentemente ricordato, nel 1927 ricorrerà il centenario della morte di Alessandro Volta. Già da tempo, ad iniziativa specialmente di un forte gruppo di industriali Comaschi, si è avviato il lavoro di organizzazione per celebrare nel modo più degno la grande ricorrenza; ma solo da pochi giorni si può dire, l'iniziativa ha raggiunto il suo pieno sviluppo con il riconoscimento da parte del Governo Nazionale e col personale interessamento ed appoggio di S. E. Mussolini.

Diamo in altra parte del giornale un cenno completo dello

stadio attuale dell'organizzazione, che naturalmente, a così grande distanza di tempo dall'avvenimento, potrà e dovrà subire perfezionamenti e modificazioni. Qui vogliamo solo rilevare il nuovo riconoscimento dell'autorità della nostra Associazione, alla quale è stata affidata, dal Comitato nazionale promotore, la consulenza tecnica per l'esposizione internazionale delle comunicazioni elettriche e per ogni altra eventuale iniziativa di carattere elettrotecnico. Il programma dell'esposizione, destinata ad esaltare il binomio Volta-Marconi è stato da tempo predisposto dai Professori Di Pirro e Vallauri; ed il successo della iniziativa già si delinea brillante essendo fin d'ora assicurato l'intervento di numerosi espositori stranieri. La classica, signorile villa dell'Olmo, col suo grandioso parco a specchio del Lario, che il Comune di Como ha destinato come sede delle celebrazioni voltiane, costituisce un altro elemento di successo: essa ospiterà tutti i congressi tecnico-scientifici, nazionali ed internazionali, che si terranno nel 1927, ed essa sarà quindi anche la sede della XXXII^a riunione annuale dell'A. E. I.

Singolare giudizio inglese sugli impianti italiani.

La stampa politica si è già occupata di un singolare giudizio sugli ingegneri e sugli impianti italiani, comparso recentemente su una rivista inglese, e della vivace reazione che esso ha suscitato negli ambienti tecnici nostri, i quali hanno forse fatto troppo onore, attribuendogli troppa importanza, al clandestino corrispondente della rivista inglese. Pubblichiamo più avanti un riassunto dello scritto incriminato con la serena e ponderata lettera inviata dal nostro Presidente generale alla redazione dell'*Electrical Review*.

Misure di piccole velocità dell'aria.

Ricolligendosi ad antichi studi del collega Bordoni, l'Ing. MAJONE pubblica oggi i risultati delle ricerche analitiche e sperimentali, sviluppate nella scuola di Elettrotecnica di Napoli, sui più recenti dispositivi per la misura elettrica della velocità di un gas. E' uno studio che potrà interessare parecchi colleghi nostri data la tendenza che si delinea di dedurre le perdite dei grandi alternatori da una misura del riscaldamento dell'aria di ventilazione.

La Bonifica Renana.

La sezione di Bologna ha recentemente organizzato una interessante visita alla bonifica renana che si estende a nord-est della città. Dobbiamo alla cortesia dell'Ing. RIMINI, presidente della Sezione, la breve descrizione della bonifica che pubblichiamo più avanti e che interesserà certamente i lettori data la conoscenza molto relativa che in generale si ha di tali grandiosi e veramente benefici lavori.

LA REDAZIONE.

È aperto il concorso per un posto di Ingegnere presso l'Ufficio Centrale dell'A. E. I.
Vedasi nella Parte Ufficiale

SULLA MISURA DELLE PICCOLE VELOCITÀ DEI GAS

G. MAIONE



Comunicazione tenuta alla Sezione di Napoli
il 19 febbraio 1925

Gli apparecchi normalmente adottati per la misura della velocità dei fluidi, ed in particolar modo dei gas, meritano alcune considerazioni circa il loro impiego in alcuni casi della pratica, e propriamente quando le velocità da misurare sono inferiori al metro al 1".

L'equazione del mulinello, largamente diffuso nelle applicazioni idrauliche ed aerodinamiche

$$W = A + B N$$

in cui A e B sono due costanti dell'apparecchio, ed N il numero di giri compiuto dalle alette mobili nell'unità di tempo, mostra che vi è un valore limite della velocità, per la quale il mulinello non si muove, definito dalla relazione:

$$W_0 = A$$

Detto limite di velocità dipende dalle resistenze di attrito dell'apparecchio, le quali, per quanto si possa tentare di ridurre al minimo, non possono mai completamente annullarsi, praticamente in apparecchi normali, detto limite si aggira intorno ai 50 cm. ÷ 1 metro al 1". Inoltre è da osservare che questi apparecchi risultano relativamente ingombranti, perturbando in tal modo la distribuzione dei filetti fluidi.

I pneumometri, i quali misurano la differenza tra la pressione statica e la pressione dinamica del fluido la quale è proporzionale ai quadrati della velocità, ammettono una equazione del tipo:

$$h = k \frac{W^2}{2g}$$

ove h è il dislivello di due colonne manometriche, k una costante dell'apparecchio. L'equazione predetta dimostra come lo apparecchio mentre si presta molto bene per la misura di velocità elevate, risulta praticamente poco adatto per velocità basse, per le quali il dislivello h sarebbe eccessivamente piccolo. Praticamente l'impiego utile degli apparecchi di questo tipo si può ritenere essere per velocità superiori al metro per 1".

Nella tecnica industriale molte volte può essere utile la misura di velocità inferiore a detti limiti, con una approssimazione che non sia molto grossolana quale quella realizzabile con gli apparecchi citati.

Un terzo metodo di misura, suggerito dal Prof. Bordoni (1) e posteriormente applicato da altri autori, con differenti modifiche, consiste nell'uso del ponte di Wheatstone.

Il metodo sfrutta la proprietà che hanno i metalli in genere di variare la propria resistività con la temperatura, e la variabilità del coefficiente di trasmissione del calore con la velocità del fluido in cui il corpo trasmettente si trova immerso.

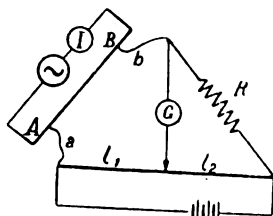


Fig. 1.

Lo schema suggerito dal Prof. Bordoni (fig. 1) consiste in un filo AB alimentato con una corrente alternata, e da un ponte a filo col quale si misura la resistenza del filo (esploratore). Dalla misura della resistenza con fluido fermo e fluido in moto, nota l'espressione del coefficiente di trasmissione del calore con la velocità del mezzo, oppure da opportune curve di taratura, è possibile dedurre il valore della velocità.

Il metodo così esposto, essenzialmente adatto per la misura di piccole velocità, presenta qualche inconveniente, quale:

a) Sul filo esploratore vi è l'influenza della temperatura ambiente, variando la quale, viene a cambiare la resistenza con fluido fermo. Ciò è inconveniente di gran conto soltanto quando la temperatura raggiunta dal filo è di poco superiore a quella ambiente, poichè bisognerà eseguire la taratura ad una temperatura ambiente esattamente uguale a quella che si ha durante la misura.

b) Maggiore importanza possono avere i fili di connessione come a , b la cui resistenza nella misura si somma a quella del filo esploratore. Dato che nel campo delle velocità basse non è opportuno che l'osservatore si trovi molto prossimo al luogo in cui deve eseguire la misura, in particolar modo nel caso di misura della velocità di aria di ventilazione, la resistenza di dette connessioni potrebbe essere dello stesso ordine di quelle dell'esploratore, se non talvolta superiore (un esploratore di rame del diametro di 2/10 di mm. lungo cm. 20 a freddo presenta una resistenza di circa 0,01 ohm, mentre un cordoncino lungo 4 m. del diametro equivalente di 0,8 mm. ha una resistenza di 0,26 ohm circa). In tal modo la variazione di resistenza, per variazioni di temperatura di 20 gradi (realizzabile con velocità elevate (2)), e per un coefficiente di temperatura medio dei metalli di circa 0,004, che per il solo esploratore sarebbe di appena l'8 %, si ridurrebbe ad appena qualche %, con grave danno per la sensibilità e l'approssimazione della misura.

Lo stesso metodo fu modificato posteriormente dal Kind (3) il quale suggerì l'uso di un doppio ponte di Thomson, in modo da conseguire una maggiore precisione di misura, e la taratura dell'esploratore venne eseguita regolando la corrente di alimentazione, fino a riportare il ponte in equilibrio alle diverse velocità del fluido. In seguito a considerazioni teoriche da egli svolte ritiene di poter assumere come equazione del ponte la espressione:

$$i = i_0 + k \sqrt{W}$$

ove i è la corrente di alimentazione del ponte necessaria per ottenere l'equilibrio con fluido alla velocità W , i_0 la stessa corrente però con fluido fermo.

Altri sistemi furono posteriormente tentati per realizzare apparecchi più pratici, e nel tempo stesso per ridurre o eliminare questi inconvenienti. Interessante il sistema adottato dagli autori Barclay e Smith (4) per la determinazione del rendimento dei turboalternatori. Essi adottarono un ponte di platino in equilibrio, costituito da un filo di platino piegato a quadrilatero, ed ai cui vertici 4 fili saldati servivano per addurre la corrente di alimentazione e per il circuito galvanometrico. Dei 4 lati due opposti erano protetti da una adatta copertura, in modo che essi venissero protetti dalla corrente gassosa, mentre gli altri due funzionavano da esploratori. La taratura del ponte era eseguita rilevando le correnti galvanometriche al variare della velocità.

Quest'ultimo metodo, adottato dal Prof. Carlevaro in alcune sue esperienze (5), è stato attualmente fatto oggetto di studio da parte dell'Ing. Andreotti del Gabinetto di Fisica Tecnica della R. Scuola Politecnica di Napoli (6). E' da osservare che, pur essendo il metodo di una elevata sensibilità e di comodo uso pratico, esso presenta l'inconveniente che difficilmente si può ottenere un ponte veramente equilibrato con fluido fermo, e che necessari involucri protettivi sui fili esploratori creano resistenze eccessive al moto del fluido.

A detti inconvenienti si può ovviare adottando un ponte costituito da due lati opposti di materiale di resistenza costante, e da altri due lati di materiale con elevata costante di temperatura. Tale metodo inizialmente suggerito dal Prof. Morris (7), e riportato in uno studio del Pennel sull'argomento (8) si presta ad una semplice realizzazione: bisognerà soltanto aver cura di far la resistenza dei fili non esploratori di poco superiore a quella a temperatura ambiente degli esploratori, e ciò per non avere correnti riscaldanti anormali per realizzare la condizione di ponte in equilibrio con fluido fermo.

La taratura si potrà eseguire o regolando la corrente di alimentazione del ponte fino a riportarlo in equilibrio alle singole velocità, oppure rilevando le correnti galvanometriche.

Il Prof. Morris si è occupato del primo dispositivo, che potremo dire di riduzione a zero.

L'inconveniente di questo metodo è nelle saldature, le quali creano delle coppie termoelettriche tra i metalli eterogenei, le quali possono influire sulle deviazioni galvanometriche, o sulla corrente di equilibrio del ponte. Però è facile os-

servare che sul circuito galvanometrico agiscono le differenze delle forze e. m. che nascono nei due circuiti in parallelo col galvanometro. Di essa già si tien conto nella determinazione della condizione di azzeramento con fluido fermo, e con ponti costituiti da due fili esploratori, non si ha altra influenza durante la misura che della variazione di detta differenza, dipendente essenzialmente da dissimmetria nelle saldature, e con buona approssimazione essa può considerarsi come un infinitesimo di ordine superiore.

Ci si occuperà presentemente di questo metodo valendoci del secondo metodo di taratura (metodo delle deviazioni) che finora non ha avuto applicazioni, ricercando quali sieno le condizioni cui deve soddisfare un dato apparecchio per rispondere meglio per un dato campo di misura.

Previsioni teoriche.

Consideriamo innanzi tutto il metodo delle deviazioni. Potremo determinare l'espressione della corrente galvanometrica in funzione degli elementi del circuito, però per considerazioni pratiche è opportuno fare una delle due ipotesi: o che sia costante la differenza di potenziale di alimentazione del ponte,

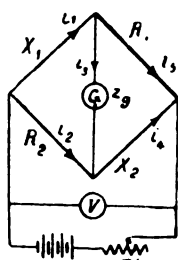


Fig. 2.

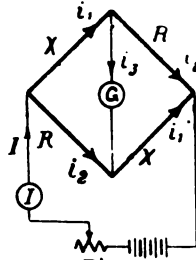


Fig. 3.

oppure che sia costante la corrente di alimentazione. Nel primo caso l'equazioni del ponte diventano (Fig. II):

$$\begin{aligned} X_1 i_1 - R_1 i_2 - r_g i_3 &= 0 \\ r_g i_3 + X_2 i_4 - R_2 i_5 &= 0 \\ (1) \quad X_1 i_1 &+ R_2 i_5 = V \\ i_1 - i_2 &- i_3 = 0 \\ i_3 + i_4 &- i_5 = 0 \end{aligned}$$

secondo lo schema della fig. 3. Risolvendo il sistema si deduce per i_3 l'espressione:

$$i_3 = \frac{-V(R_1 R_2 - X_1 X_2)}{(R_1 + X_1)(R_2 + X_2) r_g + R_1 X_1 (R_2 + X_2)}$$

Potremo supporre, senza pertanto nulla togliere alla generalità delle conclusioni, che le resistenze R_1 ed R_2 sieno uguali, come pure uguali X_1 , X_2 . In tal modo il valore di i_3 precedentemente dedotto si semplifica e diventa:

$$(2) \quad i_3 = \frac{V(R + X)}{(R + X) r_g + 2 R X}$$

in cui R è la resistenza di equilibrio, ed X la resistenza dell'esploratore.

Per la misura della velocità sarà necessario esprimere la X in funzione della temperatura, e questa a sua volta in funzione della velocità. Ci varremo a tal uopo delle espressioni del coefficiente di trasmissione del calore in queste condizioni. L'espressione di detto coefficiente citato dal Prof. Bordoni ⁽⁹⁾ è del tipo:

$$h = h_0 + A \sqrt{W}$$

Più diffusamente il Pennel ⁽¹⁰⁾ riporta come espressione del coefficiente di trasmissione del calore per fili cilindrici le due espressioni

$$(3) \quad h = h_0 + 2 \sqrt{\pi h_0 c \sigma d W}$$

$$(3') \quad h = \frac{2 h}{\log \frac{b}{a}}$$

ove b assume l'espressione:

$$b = \frac{h_0 e^{I=J}}{c \sigma W}$$

in cui i simboli hanno il significato:

- h_0 la conduttività termica del gas
- σ la densità del gas
- c il calore specifico del gas
- W la velocità in m. al $1''$
- a il diametro del filo
- j la costante di Eulero = 0,5771
- e la base dei logaritmi neeperiani.

Delle due formule, la (3) e la (3'), si adatterà la prima quando il prodotto $2aW$ è maggiore del numero 0,0187 esprimendo a in mm., e si adatterà la seconda se detto prodotto è inferiore a detto limite. Praticamente nel nostro caso, salvo che per velocità estremamente basse, o per diametri piccolissimi ci si trova nelle condizioni di applicabilità della (3). In tal modo, a regime, l'equazioni di equilibrio termico alla velocità W ed a velocità nulla saranno:

$$(4) \quad E X i_1^* = h L (t_1 - t_e)$$

$$(1') \quad E X_0 i_0^* = h_0 L (t_0 - t_e)$$

ove:

- i_0 è la corrente di alimentazione della X con fluido fermo
- i_1 è la corrente di alimentazione con fluido in moto
- X_0 è la resistenza dell'esploratore con fluido fermo
- X_1 è la resistenza dell'esploratore con fluido in moto
- E è l'equivalente termico del lavoro
- L è la lunghezza dell'esploratore
- t_e è la temperatura ambiente (del gas)
- t_0 è la temperatura del filo esploratore nella condizione di equilibrio con fluido fermo.
- t_1 è la temperatura dell'esploratore alla velocità W
- h è il coefficiente di trasmissione del calore che può esprimersi in relazione alla velocità con una espressione del tipo: $h = h_0 + A \sqrt{W}$
- h_0 è il coefficiente di trasmissione con velocità nulla.

Dal sistema (1) si deduce inoltre:

$$(5) \quad i_1 = \frac{V(r_g + r)}{(R + X) r_g + 2 R X}$$

e sostituendo nella (4):

$$(6) \quad E X \frac{V^2 (r_g + R)^2}{[(R + X) r_g + 2 R X]^2} = h L (t_1 - t_e)$$

La resistenza X si può esprimere in funzione della X_0 , tenendo conto che praticamente si realizzano delle piccole variazioni di temperatura dell'esploratore, mediante una espressione lineare:

$$(7) \quad X = X_0 [1 + \alpha (t_1 - t_0)]$$

e con fluido fermo si ha inoltre:

$$(8) \quad \frac{E V^2}{4 R} = h_0 L (t_0 - t_e)$$

e sostituendo nella (6) si deduce la differenza di temperatura:

$$(9) \quad t_1 - t_0 = \frac{E V^2}{R L} \left[\frac{1 + \alpha (t_1 - t_0)}{[h^2 + A \sqrt{W}]^2} - \frac{1}{4 h_0^2} \right]$$

la quale sostituita nella (7) ci dà il valore della X in funzione della X_0 e quindi di W .

La (9) è una equazione di terzo grado nella differenza di temperatura $t_1 - t_0$ e, come può facilmente osservarsi essa è indipendente dalla temperatura del fluido. La risoluzione di essa non presenta difficoltà di calcolo, ma la forma eccessivamente complicata delle sue radici ne rendono molto laboriosa la discussione. Introduciamo perciò alcune semplificazioni, le quali senza influire notevolmente sui risultati, possono rendere di molto più agevole la discussione.

Osserviamo che praticamente la resistenza galvanometrica risulta sempre molto forte rispetto alla R ed alla X . In tal modo ammessa trascurabile la R e la X rispetto alla r_g nella espressione della corrente di alimentazione dell'esploratore i_1 , le equazioni di equilibrio termico diventano:

$$\frac{E X V^2}{(R + X^2)} = h L (t_1 - t_e)$$

$$\frac{E V^2}{4 R} = h_0 L (t_1 - t_e)$$

da cui si deduce la differenza di temperatura:

$$t_1 - t_0 = - \frac{E V^2}{4 R L} \frac{A \sqrt{W}}{h_0 (h_0 + A \sqrt{W})}$$

che sostituita nella espressione della corrente galvanometrica (2) da:

$$i_3 = K S' = \frac{\alpha A E V^2 \sqrt{W}}{W [(r_g + 2R) \alpha E A V^2 - 8 R L h_0 A (r_g + R)] + 8 R L (R + r_g) h_0^2}$$

ove con K si è indicata la costante galvanometrica. Più compendiosamente può scriversi:

$$(10) \quad K S' = \frac{M \sqrt{W}}{N \sqrt{W} + P}$$

e quindi

$$(11) \quad W = \frac{K^2 P^2 S'^2}{(M - N K S')^2}$$

equazione di una iperbole equilatera nelle coordinate $\sqrt{W}$ ed S' , i cui assintoti sono definiti dalle relazioni:

$$M - N K S' = 0$$

e da

$$W = (P/N)^2$$

Ponte alimentato con corrente costante. — La supposizione di una differenza di potenziale di alimentazione costante precedentemente trattata può risultare talvolta di difficile controllo pratico, necessitando un secondo galvanometro per la misura della differenza di potenziale al ponte, cosa che complica maggiormente la misura, essendo l'apparecchio così concepito di scarsa applicabilità nel campo industriale, per le inerenti maggiori difficoltà nella misura. Può essere praticamente più comodo mantenere costante la corrente di alimentazione. Con tale ipotesi le equazioni del ponte diventano (fig. 3):

$$(A) \quad \begin{aligned} I &= i_1 + i_2 \\ X i_1 + r_g i_3 - R i_2 &= 0 \\ i_2 + i_3 - i_1 &= 0 \end{aligned}$$

donde si deduce:

$$i_1 = - \frac{(X - R) I}{R + X + r_g}$$

e se la r_g è grande rispetto alla R ed alla X , esprimendo la X in funzione della $X_0 = R$:

$$(B) \quad i_1 = \frac{I}{2 r_g} R \alpha (t_0 - t_1)$$

$$(C) \quad i_2 \approx i_1 \approx \frac{I}{2}$$

Le equazioni di equilibrio termico diventano:

$$(C') \quad \begin{aligned} E X i_1^2 &= (h_0 + A \sqrt{W}) L (t_1 - t_0) \\ E X_0 i_1^2 &= h_0 L (t_0 - t_e) \end{aligned}$$

e risolvendo:

$$(D) \quad \begin{aligned} t_1 - t_e &= - \frac{A E R I^2 \sqrt{W}}{h_0 (4 h_0 L - \alpha E R I^2) + 4 h_0 A L \sqrt{W}} \\ i_1 &= \frac{\alpha E A R^2 I^2 \sqrt{W}}{2 r_g h_0 (4 h_0 L - \alpha E R I^2) + 8 h_0 r_g A L \sqrt{W}} = \\ &= \frac{M \sqrt{W}}{N \sqrt{W} + P} = K S' \end{aligned}$$

analogamente a quella dedotta con l'altro metodo, salvo il diverso valore delle costanti.

Ponte con metodo di misura di riduzione a zero. — Il terzo metodo di misura, dovuto al Prof. Morris, riduce la misura della velocità ad una misura di corrente. A tal uopo si riporterà il ponte in equilibrio alle differenti velocità regolando la corrente di alimentazione del ponte, e mediante una opportuna curva di taratura, sarà possibile, dal valore della corrente mi-

surata dedurre il valore della velocità. Con tali ipotesi le equazioni di equilibrio termico diventano:

$$\begin{aligned} a) \quad E X_0 i_1^2 &= (h_0 + A \sqrt{W})^2 (t_1 - t_e) \\ b) \quad E X_0 i_0^2 &= h_0 L (t_0 - t_e) \end{aligned}$$

donde si deduce:

$$W = \frac{h_0^2}{A^2 i_0^2} (i_1^2 - i_0^2)$$

legge conforme alle esperienze eseguite dallo stesso autore.

Dal confronto dei tre metodi è facile vedere come i primi due sieno quelli più convenienti per la più elevata approssimazione che essi possono dare, e per le minori cause di errore cui essi possono dar luogo. Il Prof. Morris (') afferma che il terzo metodo di misura risulta indipendente dalle variazioni del coefficiente di irradiazione. Ciò è giusto, ma le variazioni di esso hanno scarsa importanza se la temperatura del filo è moderata, e nella trattazione esposta si è perciò trascurata la variazione del coefficiente di irradiazione.

Inoltre dallo studio analitico esposto si osserva come la temperatura del gas non ha alcuna influenza durante la misura, ma che solo ha influenza nella determinazione della condizione di equilibrio con fluido fermo; e cioè nel valore della V nella (4'), nel valore della I nella (C') e nel valore della i_0 nella (b), il che rende necessario che la taratura venga eseguita alla stessa temperatura alla quale verrà eseguita la misura. Volendo tener conto dell'errore che si commetterebbe non tenendo conto di ciò quando le variazioni della temperatura t_0 del gas sono modeste, se ne può facilmente vedere l'ordine di grandezza.

Col primo metodo, ammessa una differenza di temperatura $t_0 - t_e$ dell'ordine di grandezza di 200° , ed una variazione della t_e tale che la differenza predetta vari del 10 %, si osserva che la costante M dell'apparecchio varia del 15 %, variando V^2 del 10 %, mentre uno solo dei termini di N varia del 15 %. In tal modo, essendo P indipendente da V , l'errore che si commetterebbe sarebbe al massimo 30 % non tenendo conto nè di N nè di P . Praticamente l'errore sarà molto minore come è facile vedere dalla (11), per la variazione di N .

Col secondo metodo, variando la differenza di temperatura del 10 %, varia I^2 del 15 %, e conseguentemente M del 15 %. e P per un suo termine anche esso del 10 %. Con questo metodo dalla stessa (11) si osserva che l'errore sarà ancora minore, aumentando pressochè nella stessa sia il numeratore che il denominatore della W .

Col terzo metodo la stessa variazione di temperatura dà luogo ad una variazione della i_0 del 15 % come si vede dalla (b), e l'errore che si commette può essere espresso mediante la (c) e risulta del 30 % per il termine i_0^2 al denominatore, e della grandezza

$$\frac{[i_1^2 - (i_0 + \Delta i_0)^2] - [i_1^2 - i_0^2]}{[i_1^2 - i_0^2]}$$

per il termine al numeratore in i_0 . E' da osservare che la i_1 al massimo, per velocità elevate, può essere uguale a $1,5 i_0$ (10) ed in tal modo il secondo termine dell'errore complessivo assume un valore che al minimo è del 45 % onde l'errore complessivo risulta del 75 %. Come si vede nelle stesse ipotesi, i primi due metodi danno luogo ad un errore minore rispetto al terzo.

Vantaggio presentano i primi due metodi anche riguardo all'approssimazione della misura. Infatti l'errore del terzo metodo assume l'espressione:

$$\frac{dW}{W} = 4 \frac{\Delta i_0}{i_0} + 2 \frac{\Delta i_1 + \Delta i_0}{i_1^2 - i_0^2}$$

mentre con gli altri due metodi esso assume la forma:

$$\frac{dW}{W} = 2 \frac{dS'}{S'} + 2 \frac{N K dS'}{M - N K S'}$$

Se $i_1 = 1,5 i_0$ il secondo termine della prima espressione assume il valore, per $\Delta i_0 = 0,005 i_0 = \Delta i$, del 4 % ed il primo del 2 % in tal modo si avrebbe una approssimazione del 6 % al minimo.

Nel secondo metodo il primo termine si può rendere piccolo a piacere regolando la sensibilità del galvanometro e può raggiungere agevolmente il valore del 5/1000; circa il secondo

termine osserviamo che essendo $M = N K S'_{\infty}$ (ove S'_{∞} è la deviazione con velocità infinita) l'errore è:

$$\frac{2 d S'}{S'_{\infty} - S'}$$

che per $S' = 1/2 S'_{\infty}$ assume il valore dell'1%; in tal modo si ha una approssimazione superiore al 1%, e che aumenta col diminuire della velocità, mentre che con l'altro metodo essa diminuirebbe ancor più. In tal modo il metodo delle deviazioni ha un campo incontrastato quando dev'essere misurare velocità molto basse, essendo l'altro metodo poco adatto.

Risultati sperimentali.

Si sono voluti controllare i risultati teorici così preveduti mediante una serie di esperienze eseguite su alcuni modelli costruiti con i mezzi disponibili nel Gabinetto di Elettrotecnica e Fisica Tecnica della Scuola Politecnica di Napoli. Si costruirono

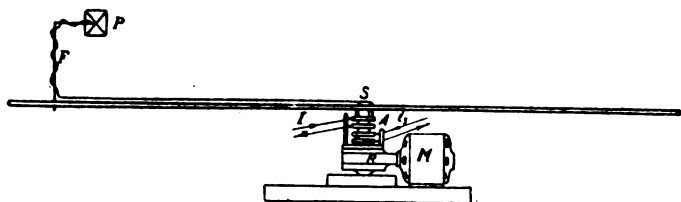


Fig. 4.

dei ponti misuratori adottando come resistenze invariabili del filo di costantana, e come fili esploratori dei fili di materiali diversi. Dei diversi tentativi fatti si riportarono i dati rilevati su alcuni modelli aventi esploratori di argento e di acciaio.

Non disponendo di apparecchi che permettessero la misura di velocità dell'ordine del cm al 1'', ci si è serviti per la taratura di un motorino di circa un quarto di HP munito di riduttore di velocità a vite perpetua, il quale poneva in moto una sbarra S (fig. 4) di legno, la quale a sua volta portava il ponte da tarare mediante un sostegno costituito da un filo sottile F. La sagoma ittioforma approssimativamente data alla sbarra S, la sottigliezza del sostegno, ed infine il raggio di rotazione assegnato per quanto era possibile il maggiore possibile, tendevano a ridurre al minimo i moti vorticosi in modo da poter ritenere la

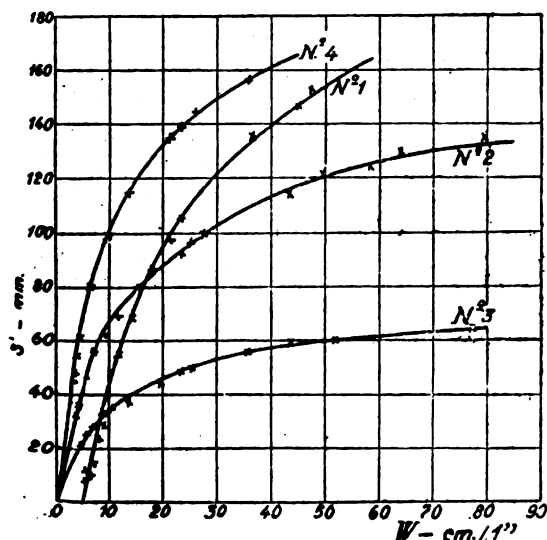


Fig. 5.

velocità ridotta alla sola componente tangenziale. L'asse di rotazione venne disposto verticale per garantirsi il meglio possibile contro perturbazioni dovute a moti convettivi, e le esperienze vennero eseguite in un ambiente privo di finestre, onde eliminare effetti nocivi dovuti alle possibili correnti di ventilazione. Le osservazioni vennero eseguite restando in un ambiente contiguo per non turbare con la presenza dell'osservatore la velocità del fluido, sia per la respirazione che per gli inevitabili movimenti che perturberebbero gravemente la mi-

sura. In tal modo potremo ritenere che la velocità dell'aria che investe il ponte è espressa dalla relazione:

$$W = 2 \pi r \frac{N}{t''} \text{ cm al 1''}$$

ove r è il raggio di rotazione del baricentro del ponte in cm; N il numero di giri compiuti dalla sbarra di sostegno; t'' il tempo corrispondentemente impiegato nella rotazione espresso in 1''.

La corrente di alimentazione venne adottata al ponte mercè un sistema di anelli collettori solidali con l'asse di rotazione ed una coppia di spazzole fisse. Un dispositivo analogo venne adottato per il circuito galvanometrico.

Le esperienze vennero eseguite servendosi del metodo di alimentazione con corrente costante, praticamente realizzata alimentando il ponte con una differenza di potenziale elevata, ed inserendo nel circuito di alimentazione una forte resistenza regolabile, in modo da potere portare il ponte in equilibrio con motore fermo, e da essere praticamente sicuri che la corrente di alimentazione restasse costante, non avendo le variazioni della resistenza X importanza rispetto alla resistenza zavorra introdotta nel circuito. In tal modo senza dover ricorrere ad una laboriosa taratura, si è solo constatato con l'amperometro inserito nel circuito che la corrente non variava di alcuna parte apprezzabile.

I valori delle letture ricavate sono riportate nelle tabelle seguenti, e negli uniti diagrammi (Fig. V) in cui N , t'' , W hanno il significato noto, ed S' sta ad indicare la deviazione galvanometrica corrispondente alle singole velocità.

Ponte n. 1 costituito con tre lati di costantana lunghi cm. 5,0 del diametro di mm. 0,95, ed un lato esploratore di argento del diametro di mm. 0,25, lungo cm. 7,7.

Corrente di alimentazione del ponte a 25° di temperatura ambiente, necessaria per l'equilibrio del ponte in aria stagnante

Resistenza interna del galvanometro	amp	6,95
Resistenza in serie al galvanometro	ohm	105
Raggio di rotazione del baricentro del ponte	ohm	1000
Velocità di rotazione del ponte	cm	39

$$W = 245 \frac{N}{t''} \text{ cm al 1''}$$

N	t''	W	S'	N	t''	W	S'
0	—	0	0	2	42,0	11,7	54
2	86,8	5,6	11	2	34,0	14,4	66
2	79,2	6,2	10	2	34,0	14,4	67
2	69,6	7,0	13	4	51,6	19,0	92
2	60,0	8,2	22	5	56,6	21,6	98
2	66,8	7,3	25	5	53,4	22,9	104
2	57,6	8,5	30	5	33,4	33,4	136
2	52,8	9,3	32	10	54,4	45,0	146
2	48,8	10,0	34	10	51,4	47,6	151
2	42,2	11,3	52	10	38,2	64,1	168

Lo stesso ponte, ma con raggio di rotazione di 25 cm:

$$W = 157,5 \frac{N}{t''} \text{ cm al 1''}$$

N	t''	W	S'
2	30,8	5,4	8,5
10	84,0	18,7	82,0

Ponte n. 2, costituito da due lati di costantana lunghi cm 6 del diametro di mm 0,95, e da due lati esploratori di argento lunghi cm 7,0 del diametro di 0,25 mm:

Corrente di alimentazione del ponte per l'equilibrio in aria stagnante alla temperatura di 25°

Resistenza interna del galvanometro	amp	7,50
Resistenza in serie al galvanometro	ohm	105
Raggio di rotazione del ponte	ohm	4000
Velocità di rotazione del ponte	cm	37,5

$$W = 235,6 \frac{N}{t''} \text{ cm al 1''}$$

N	t''	W	S'	N	t''	W	S'
0	—	0	0	2	31,0	13,8	74
1	61,7	3,9	32	2	29,6	15,9	79
1	54,0	4,6	36	3	43,8	16,1	80
1	43,6	5,4	40	3	41,4	17,1	84
1	39,6	5,9	45	3	38,4	18,4	86
1	38,0	6,2	49	4	41,2	22,8	92
1	32,4	7,2	54	4	38,4	24,5	97
1	30,0	7,8	56	4	34,8	27,1	100
1	29,4	8,0	57	4	21,6	43,6	114
2	58,4	8,1	59	5	23,8	49,5	121
2	52,8	8,9	62	5	20,2	58,3	125
2	42,8	11,0	65	10	37,0	63,7	132
2	40,4	11,6	70	10	29,6	79,6	136
Σ	33,6	14,0	72				

Ponte n. 3 costituito da due lati di costantana lunghi cm 5 del diametro di mm 0,95 e da due lati di argento lunghi cm 7,7 del diametro di mm 0,25:

Corrente di alimentazione del ponte per l'equilibrio in aria calma a 25°	amp	7,35
Resistenza interna del galvanometro	ohm	105
Resistenza in serie al galvanometro	ohm	7000
Resistenza in parallelo al galvanometro	ohm	700
Raggio di rotazione del baricentro del ponte	cm	39
Velocità di rotazione del ponte:		

$$W = 245 \frac{N}{t''} \text{ cm al } 1''$$

N	t''	W	S'	N	t''	W	S'
0	—	0	0	2	42,8	11,4	34
1	46,8	5,2	20	2	38,0	12,9	36
1	40,4	6,1	22,5	2	34,4	14,2	38
1	37,2	6,6	24	2	30,0	16,3	41
1	35,6	6,9	25,5	4	50,0	19,6	44
1	32,6	7,5	27	4	42,2	23,2	48
1	30,4	8,0	28	4	38,4	25,5	50
1	30,0	8,2	29,5	5	34,2	35,8	55,5
1	29,2	8,4	30	5	23,8	51,5	60
2	52,8	9,2	31	10	31,6	77,5	66,5

Ponte n. 4 costituito da due lati di costantana del diametro di 0,55 mm, lunghi cm 4,5 e da due lati di acciaio di 0,30 mm, lunghi cm 3,7:

Corrente di alimentazione del ponte per l'equilibrio in aria stagnante alla temperatura di 25°	amp	1,38
Resistenza interna del galvanometro	ohm	105
Resistenza in serie al galvanometro	ohm	300
Raggio di rotazione del baricentro del ponte	cm	25
Velocità di rotazione del ponte:		

$$W = 157 \frac{N}{t''} \text{ cm al } 1''$$

N	t''	W	S'	N	t''	W	S'
1	34,4	4,6	42,5	2	36,4	8,6	92,5
1	33,6	4,7	47,5	3	44,7	10,5	99
1	32,0	4,9	57,5	4	54,8	11,5	107,5
1	30,0	5,2	61	5	56,6	13,9	115
2	52,0	6,0	69	5	45,4	17,3	125
2	50,8	6,2	75	5	37,2	21,1	134
2	46,4	6,8	80	5	32,8	23,9	139
2	43,6	7,2	86	5	30,6	26,1	144
2	41,6	7,5	87,5	10	43,8	33,8	154

Ponte n. 4 nelle stesse condizioni, ma con raggio di rotazione di 13 cm, onde:

$$W = 81,7 \frac{N}{t''} \text{ cm al } 1''$$

N	t''	W	S'	N	t''	W	S'
1	34,0	2,4	30	2	43,6	3,7	42
2	51,2	3,2	34	2	49,6	3,3	43
2	46,0	3,5	40	2	47,6	3,6	46
2	51,2	3,2	42				

Discussione dei risultati.

Le esperienze eseguite hanno confermato quanto analiticamente era preveduto. Dalle curve di taratura tracciate (fig. 5) ci è noto che la convenienza del metodo è per le velocità molto basse, per le quali la caratteristica del ponte è con larghissima approssimazione rettilinea. Sarà dunque opportuno nella costruzione dell'apparecchio far sì che tutto il campo di misura dello strumento sia contenuto entro detti limiti di proporzionalità, con che si ha il vantaggio di una maggiore approssimazione della misura, una più semplice taratura, ed una elevata sensibilità.

In conseguenza noi potremo dire che ogni apparecchio ha una determinata velocità limite fino alla quale è ammissibile una legge della forma:

$$W = B S'.$$

Il valore limite della velocità dipenderà ovviamente da tutti i parametri costruttivi dell'apparecchio, di cui faremo una opportuna analisi.

Per il tratto di caratteristica per cui potremo ritenere una legge lineare tra le velocità e le deviazioni galvanometriche dovrà risultare pressochè costante il valore della derivata di S' rispetto a W , dedotta dalla relazione trovata:

$$K S = \frac{M \sqrt{W}}{N \sqrt{W} + P}$$

dovrà essere cioè:

$$\lim_{W \rightarrow 0} \frac{d S'}{d W} \approx 0$$

per un determinato W_m assunto come valore limite della velocità da misurare.

Più completamente, perchè la curva possa ritenersi lineare dovrà essere molto grande il raggio di curvatura. Essendo la sensibilità molto elevata per il tratto rettilineo di caratteristica del ponte, sarà trascurabile l'unità rispetto alla derivata della corrente galvanometrica rispetto alla velocità, $\frac{d S'}{d W}$, onde il raggio di curvatura può scriversi:

$$r = \frac{\left(\frac{d S'}{d W} \right)^2}{\frac{d^2 S'}{d W^2}}$$

e sostituendo il valore delle derivate:

$$r = \frac{M^2 P^2}{2(N \sqrt{W} + P)^2 (3N \sqrt{W} + P) K^2}$$

Per essere r molto grande deve essere l'espressione $N \sqrt{W} + P$ molto piccola, ciò che corrisponde alla stessa condizione di grande sensibilità. Il limite di velocità dipende quindi dal limite della sensibilità.

La sensibilità è funzione di differenti parametri dipendenti dal ponte, e propriamente da M , N , P . In sede di calcolo sarà da preventivare la temperatura massima ammissibile per i fili, t_0 , e ritenuta costante la differenza di temperatura $t_0 - t_e$ con fluido fermo per diversi tipi di ponti, si sa che, se diciamo I la corrente che passa nel conduttore, deve verificarsi la condizione (11):

$$\frac{\rho I^2}{a^2} = H' = \text{costante}$$

ove ρ è la resistività del conduttore alla temperatura t_0 , a il raggio del conduttore.

Considerando il ponte con corrente di alimentazione costante, sarà $I = \frac{V}{2R}$ e la resistenza $R = \frac{\rho L}{\pi a^2}$, quindi può porsi:

$$\frac{\pi a^2 V^2}{4 \rho L^2} = H' \text{ donde } \frac{a V^2}{\rho L^2} = H. \text{ In tal modo i coefficienti } M, N,$$

P assumono le espressioni, tenuto conto che A è multiplo di $\sqrt{a}$

$$M = M_1 \rho L^2 a^{-1/2}$$

$$N = N_1 \rho L^2 a^{-1/2} [N_2 - N_3 a]$$

$$P = P_1 \rho L^2 a^{-1/2}$$

e la sensibilità diventa

$$\sigma = \frac{dS'}{dW} = \frac{M_1 P_1 a^{-1/2}}{2 \sqrt{W} [N_1 (N_2 - N_3 a) \sqrt{W} + P a^{-1/2}]^2}$$

cioè essa è indipendente dalla resistività e dalla lunghezza del conduttore, ed è unicamente funzione del diametro. La condizione di ottenere una caratteristica rettilinea fino ad una velocità W_m si traduce in quella di avere una sensibilità dell'ordine di 10^n ove n è un numero arbitrario e grande a piacere a seconda del grado di approssimazione con cui si vuole ritenere la legge lineare. Dovrà cioè essere:

$$N_1 (N_2 - N_3 a) \sqrt{W} + P a^{-1/2} = 10^{-n} = \sim 0$$

donde si può dedurre il valore del diametro da assegnare al conduttore esploratore, in relazione a W_m ed all'esponente n fissato.

Nel caso di ponte con corrente di alimentazione costante si ha con le stesse ipotesi, ricavando il valore della corrente I :

$$\begin{aligned} M &= M_1 q^{1/2} a L^2 \\ N &= N_1 L a^{1/2} \\ P &= (P_1 - P_2 a) L \end{aligned}$$

da cui si deduce il valore della sensibilità:

$$\sigma = \frac{dS'}{dW} = \frac{M_1 q^{1/2} a L (P_1 - P_2 a)}{[(P_1 - P_2 a) + N a^{1/2} \sqrt{W}]^2}$$

la quale si rende molto grande quando:

$$a^{-1/2} [N_1 a^{1/2} \sqrt{W} + (P_1 - P_2 a)] = 10^{-n} = \sim 0$$

Il secondo membro essendo una grandezza arbitrariamente piccola si può ritenere come valida ancora la condizione:

$$(13) \quad N_1 \sqrt{W} a^{1/2} + (P_1 - P_2 a) = 10^{-n}$$

da cui può facilmente dedursi il valore del diametro da assegnare al filo esploratore, qualora sia fissata la resistività del materiale, la lunghezza dell'esploratore dipendente da limiti di ingombro, e quando, con un sistema di ponti, sperimentalmente si siano ricavate le costanti $N_1, N_2, M_1, P_1, P_2, N_3$, in numero di quattro per ogni tipo di ponte. La predeterminazione di dette costanti è possibile anche per via teorica, potendo fissare a priori il valore del prodotto $2\sqrt{h_0 \pi c \sigma}$ che entra nella espressione della costante A del coefficiente h di trasmissione del calore; il valore di h_0 , coefficiente di trasmissione del calore in fluido stagnante è possibile dedurlo mediante le formule del Nusselt ⁽¹²⁾, oppure mediante le esperienze del Kennelly ⁽¹³⁾. In tal modo è possibile calcolare il valore della costante H introdotta, il cui valore è: $H = 82,2 h_0 (t_0 - t_e)$, fissando la sopraelevazione di temperatura accettabile nel conduttore. Conseguentemente potrà calcolarsi il conduttore con le equazioni (12) o (13).

Le esperienze eseguite hanno confermate queste previsioni. Per i ponti sperimentali il limite di velocità per una curva rettilinea si aggira intorno ai 7 cm al 1'', e ciò malgrado che essi fossero diversi come costruzione. Ciò perchè il diametro del filo è all'incirca lo stesso per tutti, e la differenza nelle lunghezze e nella resistività è stata compensata dalla temperatura differente raggiunta dai fili, con cui la costante H risulta diversa per ognuno di essi.

Conclusioni.

Le considerazioni precedentemente svolte hanno dimostrato come il sistema sia particolarmente adatto per la misura di velocità molto basse, per le quali alcun apparecchio attualmente esistente potrebbe prestarsi, unendo nel tempo stesso alla semplice costruzione il costo modesto, e l'elevata sensibilità.

Pregio non lieve di questi apparecchi è quello di offrire una minima resistenza all'aria od al fluido di cui si eseguisce la misura di velocità. Sarà solo necessario, quando le variazioni di temperatura del mezzo ambiente sieno notevoli, di eseguire una taratura alla stessa temperatura a cui si eseguirà la misura, avendo influenza oltre che sulla corrente di azzeramento del ponte, anche sul valore della costante A .

Napoli, febbraio 1925.

Dal Gabinetto di Elettrotecnica e Fisica Tecnica
della Regia Scuola Sup. Politecnica.

NOTE.

- (1) BORDONI U.: Misura elettrica della velocità dei gas - *Nuovo Cimento*, 1912, pag. 241.
- (2) U. BORDONI: V. luogo citato.
- (3) KIND: Measurement of fluid velocity - *Phil. Trans. Royal Society*, 214, 1914, pag. 8373.
- (4) BARCLAY e SMITH: Il rendimento dei turboalternatori - *The Electrician*, 28 novembre 1919 - *L'Elettrotecnica*, 1919, pag. 403.
- (5) E. CARLEVARO: Sulla distribuzione della energia emessa dalle stufe elettriche a riflettore - *L'industria*, 1924, n. 18.
- (6) A. ANDREOTTI: Contributo alla misura della velocità dei gas - *Il Monitore Tecnico*, 1925, n. 11, pag. 175.
- (7) M. G. MORRIS: Electric Measurement of Wind Velocity - *Engineering*, 1912, n. 11, pag. 892; id. n. 11, 1913, pag. 178.
- (8) J. P. PENNEL: The electric measurement of Wind Velocity and pressure.
- (9) Prof. U. BORDONI: V. luogo citato.
- (10) G. MORRIS: V. esperienze riportate luogo citato, pag. 893.
- (11) Prof. M. PIZZUTI: Lezioni di impianti elettrici, 1912, pag. 4.
- (12) HUTTE: Manuale enciclopedico dell'Ingegneria Moderna, vol. I, pag. 382.
- (13) Prof. M. PIZZUTI: V. op. cit. pag. 17.

□ □ LA BONIFICA RENANA □ □

Notizie storiche.

Nel XII secolo il Po passava da Ferrara ed il Reno ne era affluente in destra. In seguito alla rotta di Ficarolo avvenuta nel 1152, e ripetutasi, dicesi artificialmente, nel 1192, le acque del Po di Ferrara furono assorbite in massima parte dal nuovo e più breve ramo denominato Po di Venezia; il che produsse col tempo interrimento del Po di Ferrara e conseguente difficile condizione di scarico del suo affluente Reno. Tale stato di cose andò tanto aggravandosi che, nel 1604, con Breve del Papa Clemente VIII, fu decretata — quale rimedio d'indole provvisoria — la deviazione di Reno e la espansione delle sue acque nella Valle Sammartina.

Successivamente nel 1767, su progetto del Padre Lecchi, fu iniziata l'inalveazione attuale di Reno portandone la foce a mare per la via dell'abbandonato ramo del Po di Primaro. Tutti gli scoli della Pianura Bolognese e Ravennate rimasero intercettati dal nuovo corso del fiume, per il quale era stato previsto che le arginature non avrebbero superato in nessun caso i metri tre sui piani di campagna. Ma alle rose previsioni del Padre Lecchi non corrispose la realtà, e successivi interrimenti dell'alveo raccogliatore di acque assai torbide in confronto a quelle più chiare del Po portarono a rendere pensile il fondo del fiume e ad elevarne le arginature alla fenomenale odierna altezza di m. 14 di fronte Argenta, togliendo ai terreni di destra ogni possibilità di scolo e trasformandoli in paludi.

Napoleone in occasione della sua venuta a Bologna nel giugno del 1805 ordinò che il Reno venisse portato in Po Grande « per una linea che partendo dalla Panfiglia terminasse a Palantone ». Disgraziatamente i lavori, incominciati con grande lena nel 1808, rimasero interrotti per le successive vicende politiche nel 1814.

Seguitarono per un secolo ancora le dispute, i progetti e le vivaci controversie fra gli opposti interessi, finchè, costituitosi nel 1909 il Consorzio per la Bonifica Renana, veniva al medesimo affidata nel 1912 la esecuzione delle opere, sulla base di un progetto di massima redatto nel 1905 dall'Ufficio del Genio Civile di Bologna per l'importo presunto di L. 56 milioni e 400.000.

Progetto e notizie generali.

Il progetto esecutivo, studiato nel 1913 dal Comm. Ing. Pasini, veniva presentato nel 1914 al Ministero dei Lavori Pubblici che l'approvava nel settembre di quell'anno e poco dopo si iniziavano gli impianti dei cantieri ed i lavori.

La Bonifica Renana provvede a sistemare lo scolo di un vasto territorio di oltre 90.000 ettari, compreso fra la Via Emilia, il Reno ed il Sillaro, appartenente per la maggior parte alla provincia di Bologna, ma che comprende altresì terreni ferraresi e ravennati. Esso si estende lungo il Reno per circa 45 chilometri, ed ha larghezza media di chilometri 20.

Il fiume Idice, che attraversa diagonalmente la Bonifica, la divide in due comprensori, completamente separati.

Fanno parte della Bonifica anche i terreni oggi racchiusi nella Cassa di Colmata dei torrenti Idice e Quaderna; terreni che da lunghi anni attendono la loro redenzione dalla inalvea-

Sono raccolti nei seguenti prospetti i dati generali relativi alla estensione dei comprensori, ai coefficienti udometrici ed alle portate dei collettori principali, ecc.

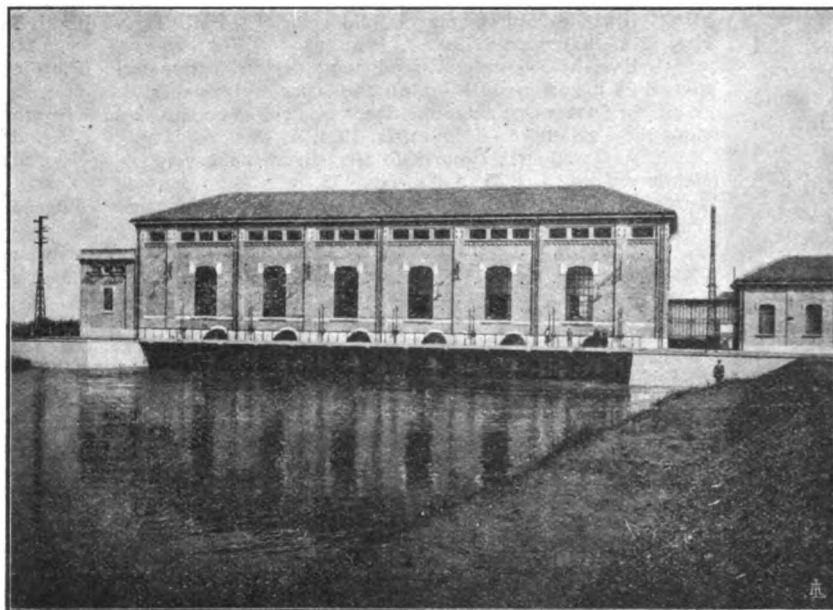


Fig. 1. — Stabilimento Saiarino - Fronte allo scarico.

zione dei predetti torrenti e loro immissione in Reno; lavoro questo la cui necessità ed urgenza si rende sempre più manifesta, e senza del quale la Bonifica non può ritenersi completa.

Non tutti i terreni costituenti il comprensorio di Bonifica erano sofferenti di scolo. Soltanto la metà di essi era paludosa o deficiente di scolo; l'altra metà non avrebbe avuto bisogno per sé di grandi lavori, ma venne inclusa in Bonifica perchè le sue acque dovevano essere condotte con separati canali direttamente al Reno senza dilagare sulle terre basse e senza ostacolarne lo scolo.

Le campagne più depresse, adiacenti al Reno, stanno a circa m. 5,5 sul livello del mare. Le terre lontane, prossime alla via Emilia, si elevano fino a 50 m. sul mare; le loro acque precipitando in basso innondavano i terreni inferiori e li rendevano paludosi.

Le condizioni delle terre basse in sinistra d'Idice erano per di più aggravate dal fatto che le acque torrentizie del Savena abbandonato e del Canale Navile, sfocianti in Reno mediante chiaviche e insufficientemente arginate, durante le piene del fiume dovevano scaricarsi esse pure sulle campagne latitanti e andavano ad accrescere il disagio delle terre basse proprio nei periodi più critici delle grandi piogge.

Questo stato di fatto precedente alla Bonifica dette ragione dei lavori che furono compresi nel progetto esecutivo i quali consistettero:

1) nello escludere dal comprensorio le acque estranee alla Bonifica le quali devono sempre e tutte andare direttamente nel Reno;

2) nel convogliare direttamente a Reno con appositi canali le acque provenienti dalle terre alte che possono in qualunque tempo essere ricevute dal fiume;

3) nel raccogliere agli Stabilimenti idrovori le acque dei terreni bassi le quali hanno bisogno di essere sopraelevate per scaricarsi in fiume.

Comprensori e canali.

Abbiamo già detto che il torrente Idice divide la Bonifica in due separati comprensori ciascuno dei quali ha bisogno dei suoi canali di acque alte e di acque basse e di un proprio impianto idrovoro.

I collettori principali di scolo sono tre in sinistra e due in destra d'Idice. In generale acque alte e basse corrono pralallele e vicine, e gli scavi per i canali bassi hanno servito per arginare gli alti. I movimenti di terra occorsi per l'apertura dei nuovi canali e per la sistemazione dei vecchi raggiunse il considerevole volume di 12 milioni di metri cubi.

Superficie dei comprensori.

	Sinistra Idice	Destra Idice	Totale
Acque alte . Ett.	34.124	14.155	48.280
» basse. »	30.250	11.559	41.809
Totale . . Ett.	64.374	25.715	90.089

Coefficienti udometrici dei collettori principali.

	Sinistra Idice	Destra Idice
Acque alte	1,20	1,81
» basse	1.07	1,55

Portata dei collettori principali.

	Sinistra Idice	Destra Idice	Totale
Acque alte . mc.	41,90	25,60	67,50
» basse. »	32,30	17,90	50,20
Totale . . mc.	74,20	43,50	117,70

Canali.

Lunghezza dei collettori principali km. 148
 » » canali secondari di scolo » 710
 Pendenza dei collettori principali da m. 0,10 a 0,25 per km.
 Mass. percorso delle acque basse fino alle macchine » 42
 Superficie occupata dai canali consorziali ett. 1070, pari ad ett. 1,20 per ogni 100 ett. di superficie scolante.

Navile e Savena.

Per liberare le terre basse e lo stabilimento Saiarino dalle acque torrentizie di Navile e Savena abbandonate sono stati riuniti in un unico alveo i due corsi di acqua mediante un diversivo che si distacca da Navile a Bentivoglio e confluisce in Savena poco a valle della frazione Casoni. Uno scaricatore a tre luci, munito di paratoie regolabili, situato all'incile del diversivo, dà modo di scaricare nel nuovo alveo la quantità di

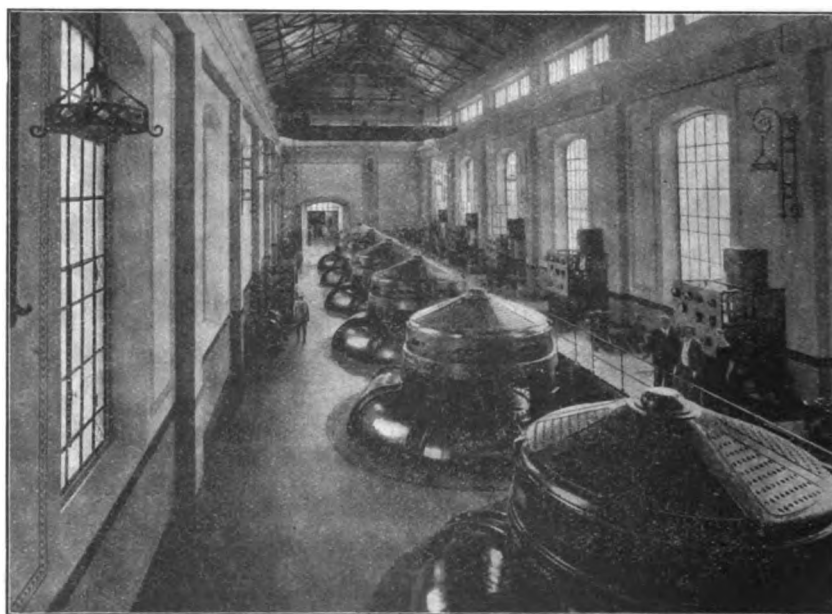


Fig. 2. — Stabilimento Saiarino - Interno sala macchine.

acqua che non ha sfogo o non viene utilizzata per irrigazioni nel tronco inferiore di Navile.

L'alveo di Savena è stato convenientemente ampliato per una portata di circa 50 mc., e le arginature furono rialzate di

tre metri nel tronco inferiore perchè le piene possano aver sempre sicuro recapito in Reno. Una chiavica nuova, atta allo smaltimento delle piene dei due corsi d'acqua riuniti, è stata costruita in prossimità della vecchia insufficiente chiavica di Gandazzolo.

Impianti idrovori.

Per il comprensorio in sinistra d'Idice, che ha superficie più che doppia di quello di destra, è stato costruito nella località Sajarino di fronte Argenta uno Stabilimento idrovoro (fig. 1) che alla massima prevalenza prevista di m. 4,35 ha la portata di metri cubi 36,60 al 1". In destra lo stabilimento Vallesanta, in località omonima, prossima ai Due ponti, ha portata di mc. 18,30 alla prevalenza di m. 3,30.

I gruppi idrovori, in numero di 6 a Sajarino (fig. 2 e 3) a Vallesanta, sono costituiti ciascuno da una pompa centrifuga ad asse verticale direttamente accoppiata a motore elettrico sincrono a 5200 volt, 42 periodi, 105 giri, della potenza di 480 HP a Sajarino e 370 HP a Vallesanta. La potenza complessiva installata risulta di 4000 HP. I motori sono disposti per avviamento asincrono che si effettua a mezzo di apposito autotrasformatore e possono anche funzionare come condensatori per tutta la loro potenza.

La messa in marcia delle macchine viene fatta mediante speciali comandi elettrici a distanza alimentati a corrente continua e così predisposti da impedire ogni falsa manovra.

Completano gli impianti opportune batterie con relativi gruppi di carica per l'alimentazione dei circuiti ausiliari e per le manovre a distanza nonchè gruppi convertitori per l'eccitazione dei sincroni.

Alla prevalenza media normale di lavoro di m. 2,25 a Sajarino la portata di ogni gruppo pompa-motore è di mc. 8,30 al 1"; ed a Vallesanta di mc. 7,50 per prevalenza media di m. 2; e così la portata complessiva delle pompe alla prevalenza normale risulta di mc. 50 a Sajarino e mc. 22,5 a Vallesanta. Come si vede, la potenzialità dei macchinari ha notevole esuberanza sulle piene massime previste e sulle portate dei collettori principali. Ciò conferisce agli impianti buone garanzie di esercizio anche nelle eventualità di temporanee interruzioni di funzionamento, e permetterà di lavorare prevalentemente di notte quando l'energia elettrica abbonda, ed a minor prezzo.

Durante i periodi di magra del Reno anche le acque basse

mentre i terreni più depressi hanno quota di m. 5,50; tali altimetrie permettono il deflusso senza sollevamento di circa un sesto dell'acqua di pioggia che arriva agli stabilimenti.

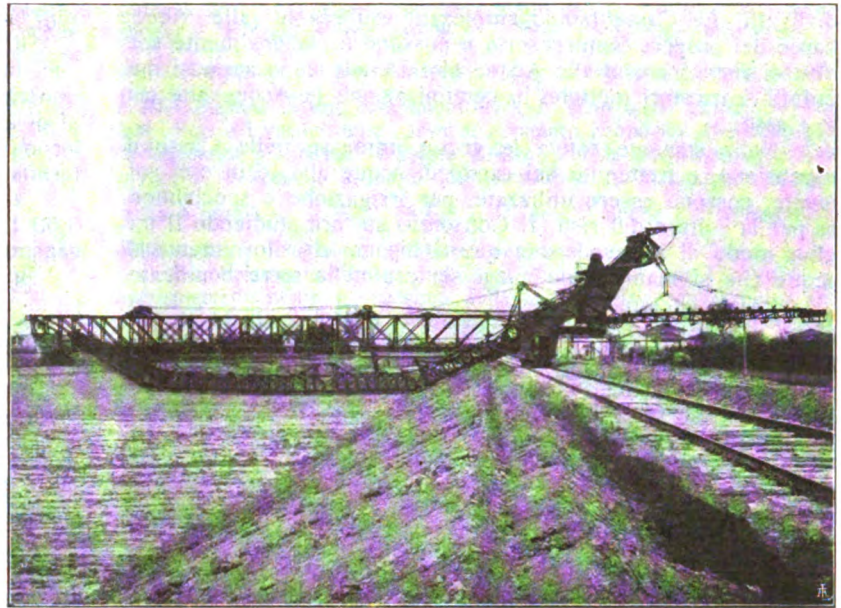


Fig. 4. — Escavatore Gandazzolo.

Per la fornitura dell'energia alle idrovore è annessa allo stabilimento Sajarino una cabina di trasformazione che riceve con quattro linee d'entrata, l'energia elettrica a 50.000 volt proveniente dagli impianti alpini ed appenninici e la distribuisce a 5200 volt al vicino stabilimento Sajarino e a quello di Vallesanta distante 5,5 km.

La cabina comprende tre trasformatori da 2000 kVA ciascuno, 42 periodi, 50.000/5200 volt per la Bonifica ed uno pure da 2000 kVA, 50.000/15.000 volt per la Società Adriatica di Elettricità, oltre a tutti gli apparecchi di protezione, verifica e controllo.

E' annessa pure allo stabilimento Sajarino, attigua alla cabina di trasformazione, una centrale termica atta a produrre alla tensione di 5200 volt tutta l'energia occorrente per il funzionamento degli impianti idrovori e servizi accessori. La centrale è costituita di un gruppo turbo-alternatore da 3600 kW e tre caldaie a vapore multitubolari con surriscaldatori e bruciatori a nafta. Due caldaie sono sufficienti per il funzionamento del gruppo.

Fanno parte ancora degli stabilimenti idrovori le officine meccaniche ed elettriche, gli uffici, le case di abitazione per il personale, magazzini, cisterna, piazzali per deposito materiali, ecc. Anche la rimessa locomotori ed annesso officine di riparazione e vasto parco vagoni per la ferrovia elettrica consorziale a scartamento 0,90, hanno sede sui piazzali dello stabilimento Sajarino.

Le osservazioni udometriche del ventennio 1898-1917 danno per il Comprensorio di Bonifica una piovosità media annua di mm. 681 e massima di mm. 941. Tenuto conto che due terzi dell'acqua che cade scompare per evaporazione, rimane una altezza media d'acqua di mm. 227 affluente agli Stabilimenti, e cioè sulla superficie complessiva delle terre basse di Ett. 41.809 un volume di 95 milioni di mc. d'acqua all'anno. Di questi però circa un sesto, ossia 16 milioni, possono defluire nei periodi di magra liberamente al Reno; e i rimanenti 79 milioni di mc. saranno da sollevare dagli Stabilimenti idrovori con un consumo che può presumersi di circa 850.000 kWh all'anno, pari a kWh 1250 per ogni mm. di pioggia caduta sulle terre basse, ossia tre kWh per ogni mm. di pioggia e chilometro quadrato di superficie.

Casse di espansione e chiaviche.

Sono destinate al servizio dei due Stabilimenti idrovori due Casse di espansione, che hanno funzione di moderare le prevalenze col tenere immagazzinate le acque sollevate durante le piene del Reno, sempre di breve durata (uno a due giorni).

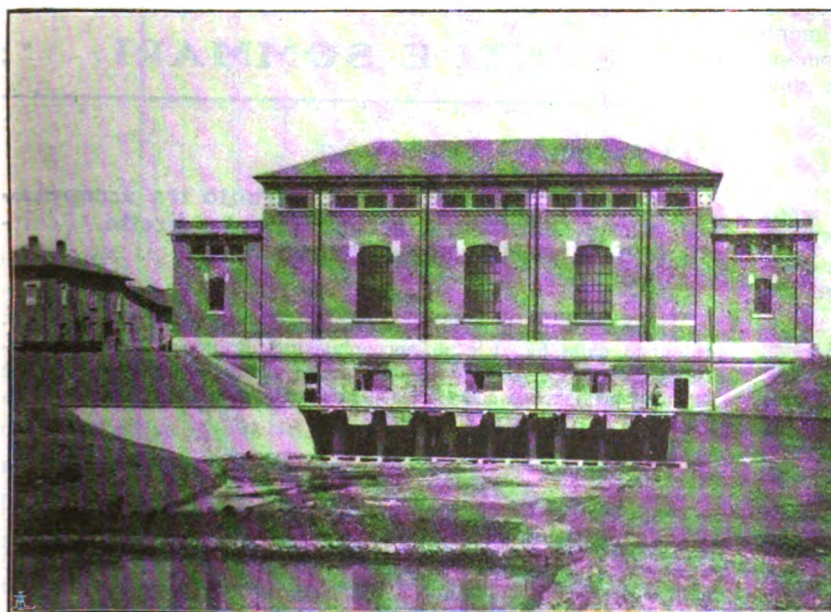


Fig. 3. — Stabilimento Vallesanta - Fronte all'arrivo prima di immettere le acque.

possono defluire liberamente al fiume mediante cunicoli muniti di paratoie che attraversano gli stabilimenti fra pompa e pompa (fig. 3). Il fondo di Reno, che d'estate rimane asciutto, in corrispondenza alle chiaviche di scarico ha quota di m. 3 sul mare,

Dette Casse, collocate in aderenza alle Chiaviche di scarico, rendono più facile ed economico il funzionamento delle macchine, le quali male si adatterebbero a versare direttamente in un fiume come il Reno a rapidissimi incrementi e grandi dislivelli. Le Casse hanno ampiezza esuberante alle Acque basse del proprio comprensorio e possono eccezionalmente servire di ristoro anche alle Acque alte. A tale uopo appositi manufatti scaricatori mettono in comunicazione le Acque alte con le Casse.

Nella stagione estiva le acque immesse nelle Casse di espansione, e trattenute nei canali di acque alte, o in essi sollevate, possono essere utilizzate, per irrigazione e specialmente per la coltura del riso. Il Consorzio sta ora studiando il miglior modo di provvedere a questi bisogni di rifornimento di acqua che si manifestano quasi sempre nelle terre bonificate.

Le acque alte in sinistra d'Idice continueranno a servirsi della preesistente Chiavica *Beccara*; per quelle basse, sempre in sinistra, sono state costruite due nuove Chiaviche di 100 metri quadrati di luce complessiva, le quali, fino a che non saranno ultimati i lavori di inalveazione dell'Idice, faranno servizio comune alla Bonifica e alla Colmata, favorendo di molto la prosecuzione di quest'ultima col richiamo delle torbide. In destra d'Idice, sono state utilizzate, sia per le Acque alte che per le basse, le due vecchie Chiaviche *Due Luci* e *Bastia* all'uopo restaurate.

Opere d'arte.

Numerosi nuovi manufatti d'ogni specie (oltre 500), taluni assai importanti, sono occorsi per mantenere la continuità delle strade, dei corsi d'acqua, delle derivazioni e per l'esercizio delle Bonifiche. La natura del sottosuolo poco consistente, compressibile, intercalato da strati di cuora di più metri di spessore, ha richiesto speciali provvedimenti sia nella struttura delle opere d'arte che nelle modalità di costruzione. Si sono adottati, specialmente per i ponti e più ancora per i lunghi manufatti sottopassanti i Canali, tipi snodati che possono seguire senza lesionarsi gli effetti dei carichi disuguali ed interrimenti del sottosuolo. Si è pure fatto largo uso di palafitte di cemento armato di lunghezza fino a 17 m. In tutta la Bonifica sono stati infissi più di 30 chilometri di tali palafitte cementizie.

Esecuzione dei lavori.

La spesa complessiva per i lavori, prevista prima della Guerra giusta il progetto di concessione in L. 56.400.000 ha raggiunto all'atto esecutivo l'importo di L. 210.000.000, compresi però anche la sistemazione di Navile-Savona non inclusa nell'originario progetto di concessione.

Mancano nella zona bassa le strade, manca l'acqua potabile, sono necessarie le irrigazioni. Delle strade sono già stati presentati i progetti; le irrigazioni sono allo studio; all'acqua potabile si dovrà provvedere insieme alla Bonifica Agraria.

I lavori avrebbero dovuto compiersi in 10 anni. Iniziati poco prima della Guerra, sul finire del 1914, sarebbero stati certamente portati a compimento in un tempo più breve di quello previsto, se la Guerra non ne avesse ostacolato il regolare sviluppo. Ciò non ostante gli Stabilimenti idrovori sono già funzionanti e tutti i lavori saranno ultimati entro il corrente anno.

Per l'esecuzione dei lavori il Consorzio predispose fin dall'inizio grandiosi impianti destinati a facilitare l'esecuzione delle opere e soprattutto il trasporto delle terre e dei materiali, tenuto conto della deficientissima rete stradale nelle zone nelle quali si sarebbero svolti i lavori. Impianti e mezzi d'opera vennero azionati tutti elettricamente; ed a tale uopo una linea ad alta tensione a 15.000 volt, lunga circa 50 km., fu stesa lungo il tracciato dei lavori principali. Da essa vennero derivate

le linee di alimentazione delle numerose Cabine di trasformazione, talune fisse, altre mobili, a servizio dei Cantieri, delle ferrovie e dei mezzi d'opera.

Fra gli impianti principali oltre alle officine ed ai magazzini, menzioniamo:

una ferrovia elettrica a corrente continua, tensione 540 volt, lunga 60 km., costruita con carattere di stabilità, che continuerà a funzionare anche a bonifica ultimata, con due stazioni di allacciamento alle linee ferroviarie. Essa è servita da 12 locomotive di 60 HP e 300 carri. La corrente continua viene fornita da 4 sottostazioni munite di convertitrici Westinghouse,

altra ferrovia elettrica portatile su binario Decauville da 0,60 lunga 30 km. servita da 10 locomotori di 25 HP e 400 vagonetti a bilico,

una fornace a fuoco continuo capace di 4 milioni di mattoni all'anno oltre laterizi speciali di ogni genere,

quattro escavatori elettrici, di cui due grandi (figure 4 e 5), capaci di escavare da 1500 a 2000 mc. al giorno, due Draghe elettriche con scarico a distanza della potenzialità una di 1000 e l'altra di 400 mc. al giorno, pompe d'agghiottimento d'ogni portata, battipali, lavatrici, impastatrici, un compressore stradale e numerosi altri mezzi d'opera d'ogni genere.

Gli stabilimenti idrovori, i manufatti di manovra ed i cantieri vennero tutti collegati fra loro da linee telefoniche e ad un centralino nel cantiere principale di Sajarino al quale fa capo anche una linea diretta che unisce il cantiere stesso all'Ufficio di Direzione di Bologna.

La Bonifica negli anni dopo la guerra ha impiegato giornalmente un numero di operai che mediamente ha oscillato fra i due e tremila, ma nei periodi d'inverno-primavera raggiunse anche i cinquemila.

Bologna, luglio 1925.

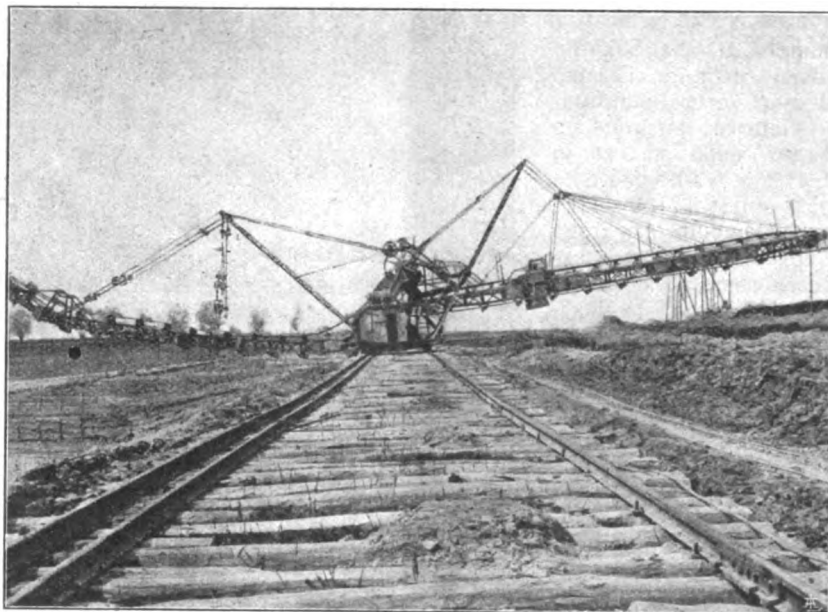


Fig. 5. — Escavatore Garda.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

F. ROSSMANN e J. ZENNECK — **Confronto tra accoppiamento induttivo e accoppiamento diretto.** (Zeitschrift f. Hochfrequenztechnik, 1924, Vol. 24, N. 3, pag. 54).

Gli AA. danno il nome di accoppiamento induttivo a quello rappresentato dalla fig. 1 e di accoppiamento diretto a quello rappresentato dalla fig. 2. Dell'azione dell'accoppiamento si tiene conto, com'è noto, nel primo caso con l'introduzione nel primario di una f. e. m. — $M \frac{di_1}{dt}$ e nel secondario di una f. e. m. — $M \frac{di_2}{dt}$; nel secondo caso con l'introduzione così nel primario come nel secondario di una f. e. m. — $Ri - L \frac{di}{dt}$ se si indica con i la corrente che circola nel tratto comune. L'ampiezza e la fase della tensione indotta è uguale in ambedue i casi, se l'accoppiamento induttivo è il medesimo, cioè se $L = M$ e se la resistenza R del tratto comune di connessione è piccola di fronte alla sua reattanza per tutte le frequenze adoperate. Soddisfatte queste condizioni, si ammette che i due tipi di accoppiamento siano equivalenti. L'esperienza ottenuta al riguardo sui circuiti collegati con tubi elettronici indusse gli AA. a sottoporre questo problema a una verifica sperimentale.

Se l'accoppiamento è sufficientemente stretto ogni circuito è percorso contemporaneamente da due correnti di differente frequenza (frequenze di accoppiamento). Queste frequenze sono circa uguali tanto per il primario quanto per il secondario, ma le correnti della fre-

quenza inferiore sono all'incirca in fase, mentre quelle della frequenza superiore sono spostate di circa 180° . Esiste tuttavia una sostanziale differenza tra i due circuiti, che viene messa in rilievo dalle curve di risonanza riportate in fig. 3. Gli AA. hanno fatto agire induttivamente sul circuito II un generatore a valvola, il quale vi induce una f.e.m. di frequenza variabile e di ampiezza costante, in accoppiamento estremamente lento, e hanno misurato il valore efficace della

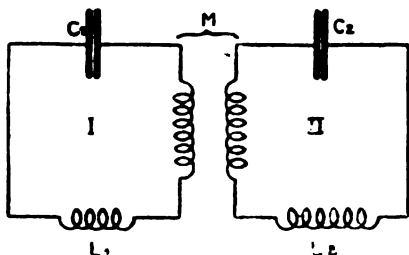


Fig. 1.

corrente indotta nel circuito II mediante una coppia termoelettrica, inserita su un circuito indicatore. Si è constatato che i due massimi, che corrispondono alle due frequenze di accoppiamento, sono circa uguali nel caso di accoppiamento induttivo fra I e II laddove sono del tutto differenti nel caso di accoppiamento diretto. Gli AA. vollero rilevare questa proprietà usando circuiti simmetrici ($C_1 = C_2 = 5,08, 10^{-3} \mu F$; $L_1 + L_2 + L_3 = L^{(1)} + L^{(2)} + L^{(3)} = 8,2 \cdot 10^5 \text{ cm}$; $L_2 = L^{(3)} = 4,8 \cdot 10^5 \text{ cm}$).

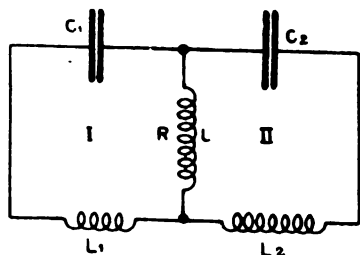


Fig. 2.

Per cambiare l'accoppiamento induttivo in diretto basta congiungere i punti $a-a'$, $b-b'$. Affinchè L sia uguale a M le due bobine sono avvolte a filo doppio in modo che si alternino i fili dell'una con quelli dell'altra. Le curve di risonanza della fig. 3 hanno per ascisse le graduazioni al condensatore del generatore e quindi anche in scala

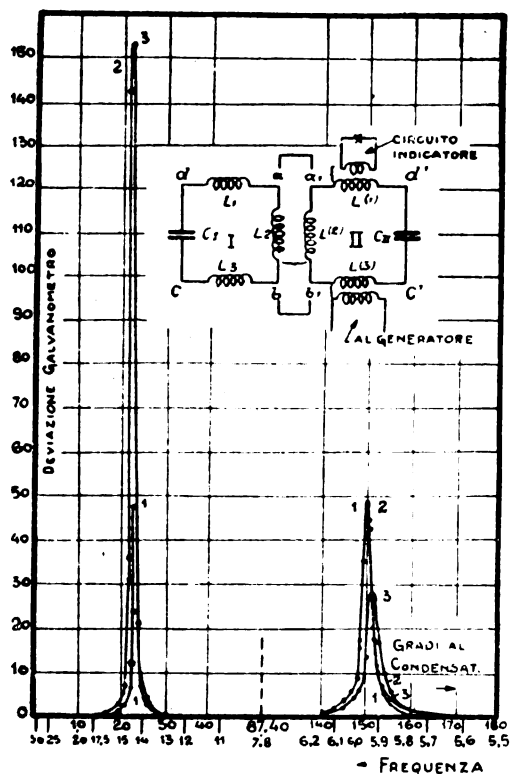


Fig. 3.

iperbolica, le corrispondenti frequenze e per ordinate, le deviazioni del galvanometro, sul quale agisce la coppia termoelettrica. La curva 1 si riferisce al caso di accoppiamento induttivo, la curva 2 a quello di accoppiamento diretto. La curva 1 ha il carattere di una normale curva di risonanza con due massimi a uguale altezza. La curva 2 invece

ha il massimo di destra (per la frequenza di accoppiamento inferiore) uguale al massimo corrispondente per accoppiamento induttivo (curva 1), ma l'altro massimo di sinistra molto più alto. La causa di ciò è la seguente. Il consumo di potenza nelle bobine L_2 e $L^{(3)}$ di resistenza R è, per l'accoppiamento induttivo, $RI_1^2 + RI_2^2 = 2 RI_1^2$, perchè I_1 è praticamente uguale a I_2 . Per l'accoppiamento diretto e per la frequenza più bassa la perdita è $\frac{1}{2} R (I_1 + I_2)^2$, ossia ancora $2 RI_1^2$, perchè le due componenti I_1 e I_2 sono quasi esattamente in fase. Perciò i vertici delle curve di risonanza hanno nei due casi, per la frequenza più bassa, la stessa altezza. Per la frequenza superiore invece I_1 è spostato di circa 180° rispetto a I_2 , il consumo di potenza è perciò $= \frac{1}{2} R (I_1 - I_2)^2 = 0$, perchè anche qui le ampiezze della corrente sono circa uguali. La perdita è dunque, in questo caso, per l'accoppiamento diretto molto più piccola che per l'induttivo e corrispondentemente il massimo della curva di risonanza molto più alto. Si ha un controllo sperimentale di questa teoria usando per l'accoppiamento diretto soltanto una delle bobine (connessioni $a-a'$, $b-b'$ e la bobina $L^{(3)}$ staccata). La perdita è allora $= R (I_1 + I_2)^2 = 4 RI_1^2$ per la frequenza d'accoppiamento inferiore ed è nulla per la frequenza superiore. La curva di risonanza è perciò più bassa della curva 2 per la frequenza d'accoppiamento inferiore, uguale alla curva 2 per la frequenza superiore. La curva 3 dimostra che ciò è esatto.

Altri schemi possono essere usati per verificare ulteriormente i medesimi fatti e del resto tutti questi risultati possono essere dedotti «a priori» dalla teoria delle oscillazioni forzate in sistemi accoppiati. Agli AA. sembrò tuttavia utile il metterli in rilievo mediante ragionamenti fisici e prove sperimentali.

C. Hr.

ELETTROTECNICA GENERALE.

L. CASPER, K. HUBMANN e J. ZENNECK — **Ricerche sperimentali su circuiti oscillanti con induttanze a nucleo di ferro.** (Zeitschr. f. Hochfrequenztech., 1924, N. 4-5, pag. 63).

Le oscillazioni di un circuito che si componga di capacità, induzione senza ferro, induzione con nucleo di ferro chiuso e resistenza ohmica sono state teoricamente analizzate da H. Schunk e I. Zenneck anche nel caso che il nucleo di ferro porti un avvolgimento a corrente continua (¹). Essi ammettevano tuttavia che in prossimità della risonanza l'intensità di corrente fosse sinusoidale, ciò che per circuiti a ferro non sussiste in modo rigoroso a causa dell'andamento non lineare della curva magnetica. Ammettevano, inoltre, che nel circuito non avvenissero perdite dovute al ferro e non avevano analizzato il caso in cui venga variato il campo prodotto dalla corrente continua. Si è quindi dimostrato desiderabile un ulteriore svolgimento delle ricerche.

Esperienze. — Lo schema usato dagli AA. è rappresentato dalla fig. 1. Il circuito più marcato è il circuito oscillatorio, l'altro, più sottile, è il circuito a corrente continua, che durante le esperienze a

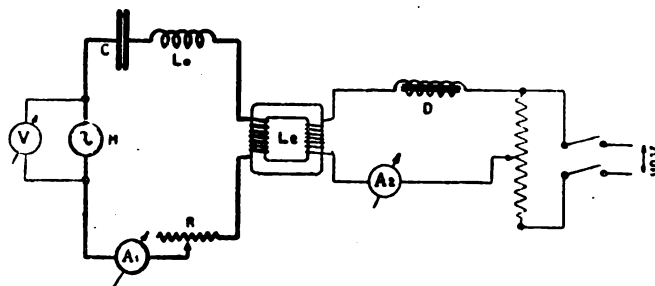


Fig. 1.

pura corrente alternata rimane interrotto. M è un alternatore a frequenza musicale da 5 kW, V un voltmetro e A un amperometro ambidue di precisione a filo caldo, C uno o più condensatori industriali, collaudati a 2000 V di tensione continua, R una resistenza variabile, L_0 una induttanza senza ferro, L_1 una bobina a nucleo di ferro chiuso delle seguenti dimensioni: spessore del lamierino isolato 1 mm, lunghezza del giogo 10,5 cm, lunghezza della parte avvolta 10,5 cm, sezione $3,5 \times 2,9 \text{ cm}^2$, numero delle spire 44, induttanza a debole induzione 0,043 H, resistenza ohmica 0,16 Ω . Il ginocchio della caratteristica (intensità-tensione) della bobina è tra 1 e 2 A alla frequenza 500 periodi.

L'avvolgimento a corrente continua (bobina a destra di L_1 nella fig. 1) ha 86 spire. Esso è provvisto dell'amperometro A_2 ed è inserito mediante potenziometro sulla linea a 120 V. Importanti sono le bobine di arresto D , la cui induttanza è tanto grande da impedire prati-

(¹) Jahrb. d. drahtl. Tel. 1922, vol. XIX, pag. 117.

camente la produzione di una corrente alternata nel circuito di destra e la conseguente reazione sul circuito oscillatorio.

In queste esperienze una grande difficoltà consiste nel fatto che bisogna scrupolosamente tener costante frequenza e tensione perchè,

e Zenneck. Esse rivelano quella caratteristica instabilità, per cui, sia crescendo sia diminuendo la tensione, si incontra un salto brusco nella corrente; ed i due salti avvengono rispettivamente per due diversi valori di tensione, così che il fenomeno non è reversibile. Si può

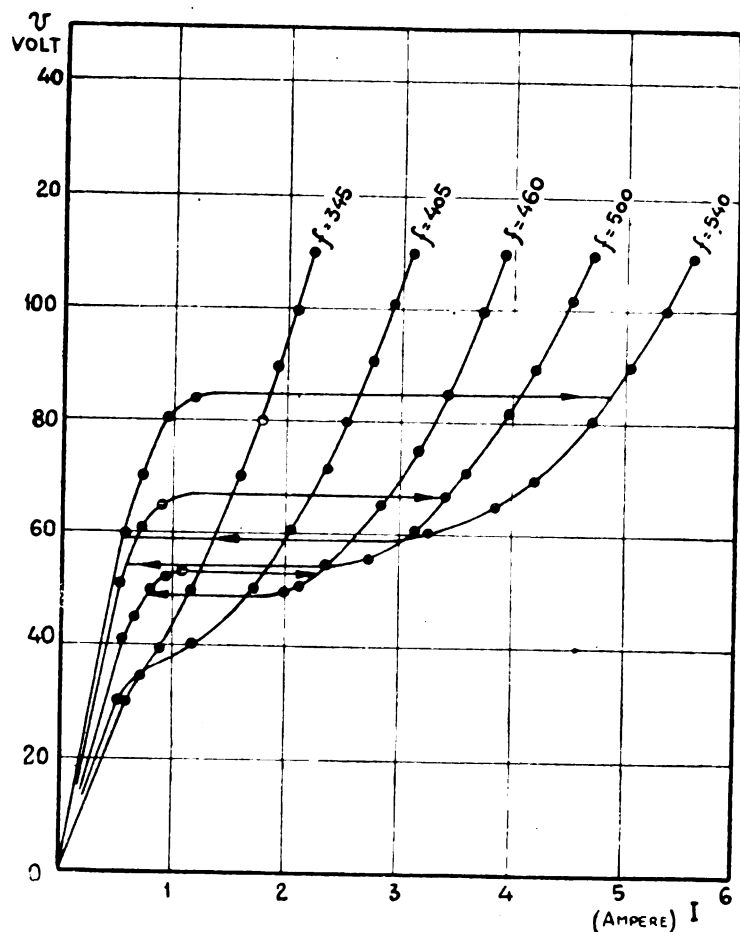


Fig. 2.

come lo dimostrano tanto i calcoli quanto le esperienze, piccole variazioni della frequenza o della tensione possono portare grandi differenze d'intensità.

Esperienze con magnetizzazione a pura corrente alternata. — La caratteristica del circuito è determinata senza la resistenza ausiliaria

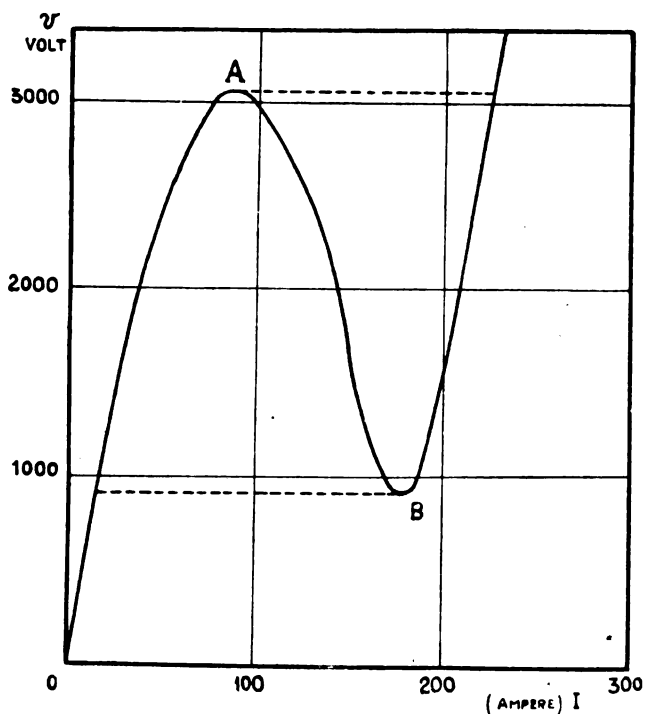


Fig. 3.

R e senza l'induttanza L_0 , con una capacità di $4 \mu F$. I risultati per cinque differenti frequenze sono riportati nella figura 2. Le frecce indicano la direzione in cui venne seguita la caratteristica. Le curve dimostrano un carattere corrispondente a quelle calcolate da Schunk

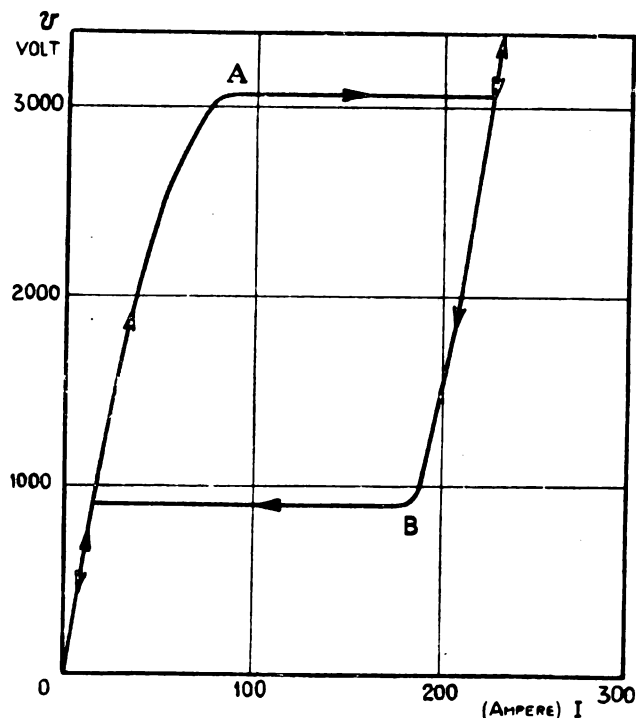


Fig. 4.

fare un confronto tra la fig. 3 e la fig. 4: la prima è risultato dei calcoli teorici predetti e la seconda è ottenuta sperimentalmente. Il tratto A-B della fig. 3 non è praticamente ottenibile ma bensì a tensione crescente l'intensità sbalza nel punto A a valori più alti, a tensione decrescente nel punto B a valori più bassi.

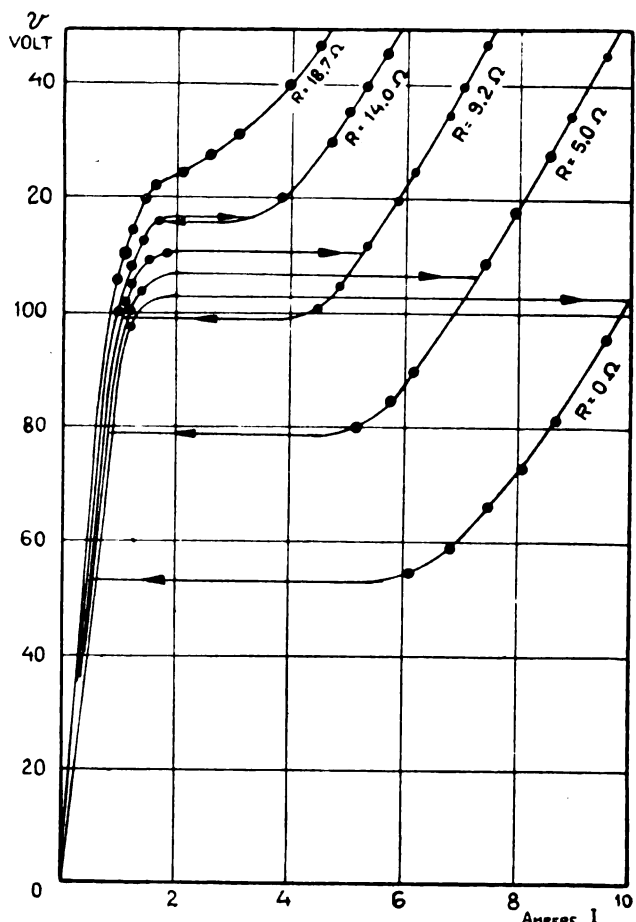


Fig. 5.

Nella fig. 5 tenendo costanti la capacità $= 7,7 \mu F$ e la frequenza $= 490$ periodi si fa variare la resistenza. Si rileva facilmente che al crescere di quest'ultima la discontinuità nella curva si attenua fino a scomparire.

Nella fig. 6 sono riprodotte le curve di risonanza per il circuito senza L_0 e con capacità $C = 10 \mu F$, rilevate facendo variare la frequenza e mantenendo costante la tensione.

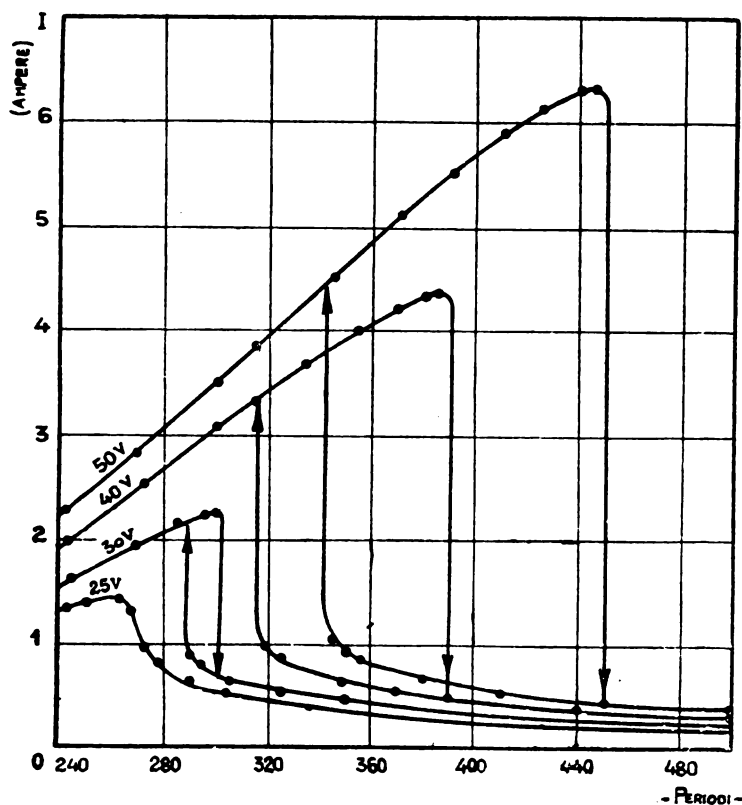


Fig. 6.

Esperienze con sovrapposizione di un campo prodotto da corrente continua. — Scopo di queste esperienze è appunto quello di analizzare le variazioni provocate nel circuito oscillatorio dalle variazioni della magnetizzazione a corrente continua. Gli AA. trattano questo caso con particolare cura, data la sua importanza nella tecnica radiotelegrafica moderna. Queste esperienze sono eseguite sul circuito della fig. 1 senza però l'induttanza L_0 e la resistenza R e con la capacità di $14 \mu F$ e la frequenza di 490 periodi. Le caratteristiche di tensione e corrente sono riprodotte nella fig. 7 per differenti valori di intensità i della corrente continua di magnetizzazione.

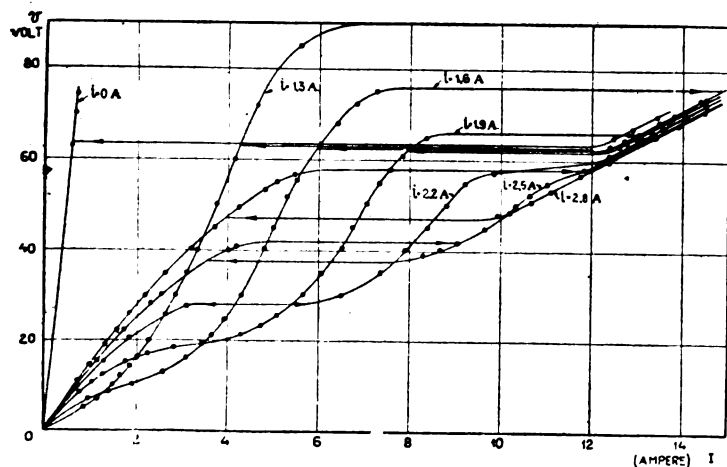


Fig. 7.

L'influenza della magnetizzazione a corrente continua sulla corrente nel circuito oscillatorio è messa in rilievo dalla fig. 8. Il circuito è nelle condizioni dell'esperienza precedente con la capacità di $14 \mu F$. Siccome l'avvolgimento a corrente continua ha 86 spire e quello a corrente alternata ne ha 44 si sono moltiplicati i valori ottenuti nelle esperienze per il fattore $\frac{86}{44}$ in maniera che tutti si riferiscano al medesimo numero di amper-spire. Si notano curve di tre differenti tipi: quelle senza sbalzi di intensità, quelle con uno sbalzo e quelle con due. Secondo il principio, che viene sfruttato nella tecnica delle alte frequenze, importa ottenere, con una piccola variazione della corrente continua i , una possibilmente grande variazione della corrente alternata I , cioè, il rapporto $\frac{\Delta I}{\Delta i}$ deve essere grande se I rappresenta il valore effettivo della corrente alternata e i la corrente continua. Per ottenere questo si adattano le parti quasi verticali delle curve per le

quali a un piccolo incremento della magnetizzazione a corrente continua corrisponde una forte variazione della corrente alternata e viceversa. Il fatto che il processo non è esattamente reversibile non provoca particolari difficoltà; bisognerà soltanto che la variazione della corrente continua sia almeno uguale alla distanza orizzontale dei due punti di salto al fine di esser certi di provocare a volontà il salto medesimo in un senso o nell'altro, mediante la variazione della corrente continua.

Abbiamo un chiaro esempio di ciò nella fig. 8 per la tensione di 60 V e una corrente continua variabile da 5,8 a 6,3 A. L'incremento da darsi a quest'ultima bisogna sia di almeno 0,5 A per ottenere una variazione di circa 7,3 A nella corrente alternata.

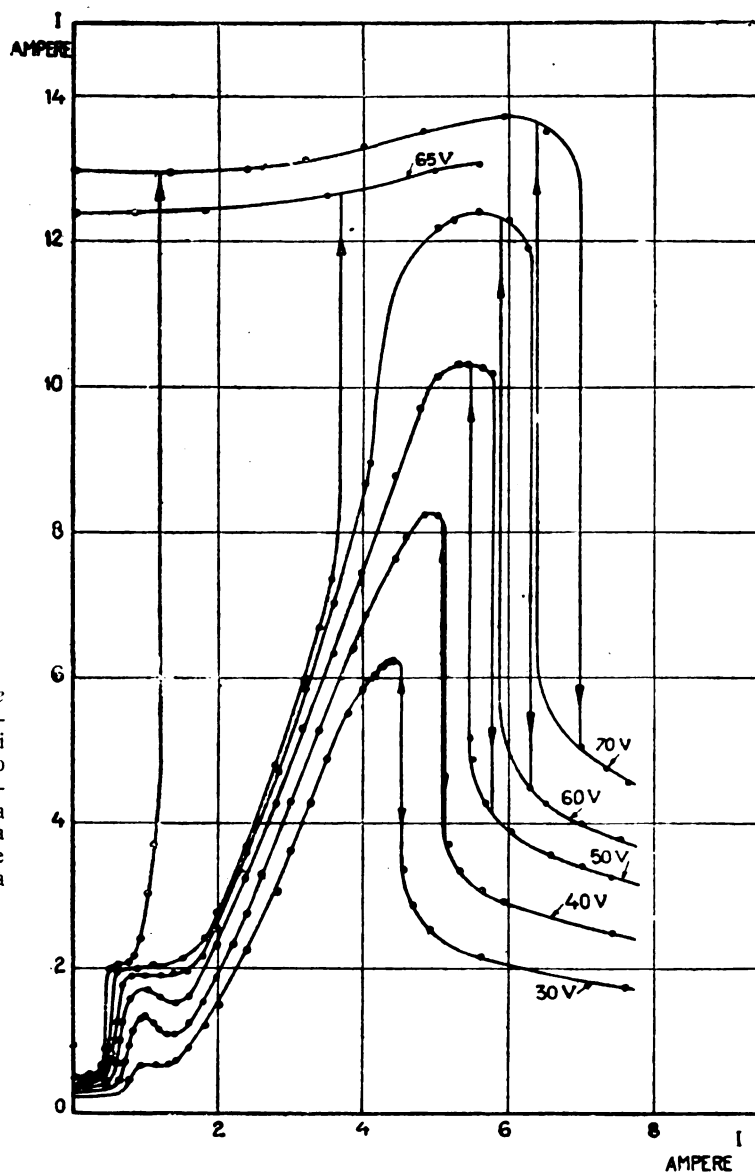


Fig. 8.

Questo fatto può trovar applicazione in radiotelegrafia nell'eccitazione mediante tasto. Nella radiotelegrafia, invece, dove le variazioni vengono prodotte dai battimenti del microfono si adattano quelle parti delle curve che salgono quasi rettilinee e non verticali e che sono lungi dalle condizioni di instabilità e di irreversibilità, caso che si riscontra, ad es. per la curva a 50 V della fig. 8 tra i valori di corrente continua $i = 1,7$ A e $i = 4,9$, dove la corrente alternata sale in linea retta dal valore $I = 1,9$ A a $I = 10,0$ A. Questo schema si presterebbe dunque per un trasmettitore radiotelefonico, il cui circuito a corrente continua venisse alimentato a 3,3 A. In questa combinazione le ampiezze della corrente ad alta frequenza varierebbero proporzionalmente agli impulsi a bassa frequenza del microfono.

Questo principio si può inoltre sfruttare per mettere in esercizio un circuito oscillatorio, il quale debba lavorare senza la sovrapposizione a corrente continua ma con la massima intensità possibile.

Un esempio si ha nella fig. 9. Il circuito deve lavorare alla tensione di 70 V e all'intensità di 13 A. Inserendo senz'altro il circuito si otterrebbe un'intensità di 0,5 A e soltanto dopo l'eccitazione di 1,3 A a corrente continua si potrà passare all'intensità di $I = 13$ A, raggiunti i quali si potrà escludere il circuito a corrente continua.

Le curve di risonanza raccolte nella fig. 9 sono state rilevate su un circuito alimentato a 50 V, con $10 \mu F$ di capacità, senza L_0 e senza R . Si nota che per una magnetizzazione media a corrente continua ($i = 1,2$ A) ci sono nella curva delle parti quasi verticali. Queste sono applicabili nei tratti crescenti per conferire all'alternatore una notevole stabilità su una frequenza data, quando si usi come mo-

tore una macchina la cui potenza decresca al crescere della velocità. Di ciò si è avuto conferma durante le sperienze; tutti i punti della curva fino al punto di massimo furono potuti osservare esattamente;

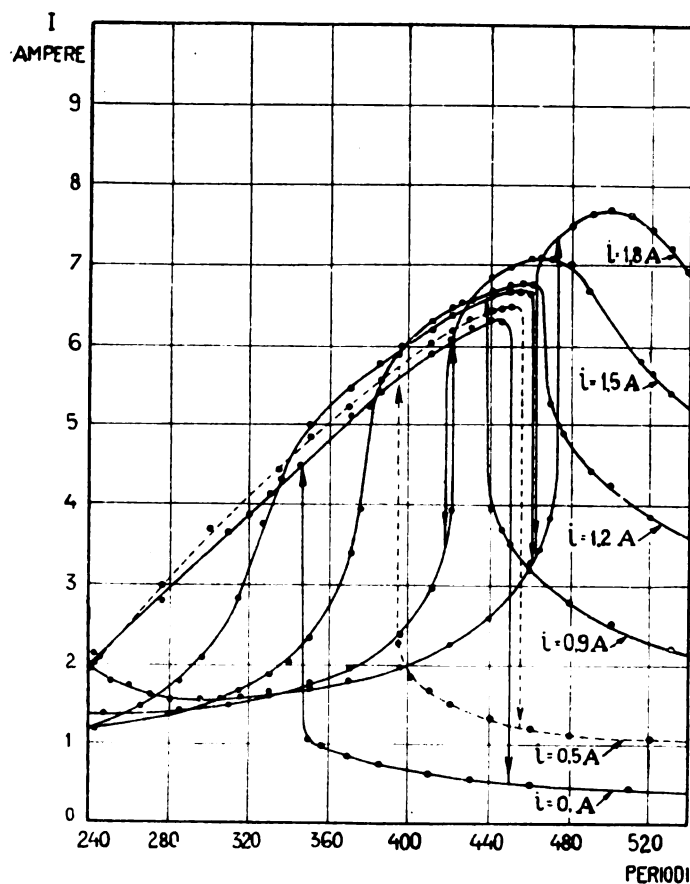


Fig. 9.

superato il massimo, il regime del sistema diveniva assai instabile perchè la velocità del gruppo generatore tendeva a precipitare al di là di punti di brusca discesa della corrente.

C. Hr.

IMPIANTI.

Considerazioni sulle moderne centrali di distribuzione. (Revue B B C, ottobre 1925, Vol. XII, N. 10, pag. 209).

In questo articolo l'autore passa in una rassegna molto interessante i criteri più moderni con cui si progettano le centrali elettriche e specialmente quelle di distribuzione, destinate all'allacciamento dei vari centri di produzione. Come è noto, una tendenza ormai generale è quella di progettare gli edifici con larghezza, in previsione di ampliamenti futuri, e di eliminare al massimo le complicazioni, si da avere una grande chiarezza nelle connessioni e una semplicità tale da rendere quasi impossibili le false manovre. Di grande vantaggio risulta il poter disporre di due sistemi di sbarre collettrici: uno può essere tenuto di riserva all'altro, oppure a ciascuno di essi possono collegarsi intenti a caratteristiche differenti, sia riguardo alle diverse cadute lungo le linee, sia riguardo alla variabilità del carico.

Negli apparecchi e nei quadri di manovra si preferisce eliminare qualsiasi parte nichelata, e sostituire ai pannelli in marmo quelli in lamiera, verniciandoli con un colore scuro e non lucente: si ha così un insieme che riposa la vista. Inoltre i quadri in lamiera consentono un facile trasporto, anche attrezzati di strumenti e di connessioni, mentre d'altra parte il vantaggio estetico dei quadri in marmo scompare dopo non molto tempo.

La Brown-Boveri, di preferenza costruisce le celle degli interruttori con una parete verso l'esterno e munita di finestre con imposte poco resistenti, sì che in caso di esplosione queste cedono subito evitando danni gravi: d'altra parte essendo la cella completamente isolata dal resto dell'impianto, qualsiasi pericolo d'incendio viene eliminato: l'olio può smaltirsi per appositi canali d'evacuazione. In Europa, specialmente, non si usano più celle distinte per ogni fase, ma si cura oltremodo la separazione fra quelle dei diversi apparecchi, procurando di attraversare le pareti divisorie il meno possibile e per mezzo di isolatori appositi.

Per ragioni di economia nell'impianto (realizzabile soprattutto colle alte tensioni) di chiarezza nelle connessioni e anche di sicurezza nell'esercizio, sono venute abbastanza in uso, specialmente in America, le sottostazioni statiche di convenzione all'aperto. In generale la parte a bassa tensione, gli apparecchi di controllo e di manovra trovano

posto in un fabbricato relativamente piccolo, annesso. La sorveglianza e la manutenzione di questi impianti possono talvolta riuscire difficili.

Un tipo intermedio è quello a tettoia, in cui tutti gli apparecchi trovano posto in un vasto capannone. La riunione dell'alta e della bassa tensione in un'unica sala, l'assenza di pareti divisorie, e quindi la chiarezza di tutta la disposizione, assicurano una sorveglianza buona ed efficace. L'impianto risulta più economico e anche più sicuro per la mancanza di isolatori di attraversamento. In Germania questo sistema è notevolmente sviluppato con alcune interessanti particolarità, quali il collocamento degli interruttori sotto il suolo, al disopra del quale escono solo i coperchi stagni. Appositi condotti sotterranei sono predisposti per smaltire i gas prodotti dalle eventuali esplosioni.

Uno sviluppo sempre più notevole vanno prendendo i dispositivi automatici, come regolatori di corrente, regolatori di tensione ed apparecchi per la messa in fase, che, oltre a rendere sempre più sicuro ed economico l'esercizio, contribuiscono a ridurre le correnti di corto circuito, con generale beneficio di tutte le parti dell'impianto, e specialmente degli interruttori in olio. Lo stesso dicasi per i relais, che azionano sia i sistemi di segnalazione, sia gli interruttori automatici. Per piccole potenze si usano, in generale, relais a massima, il cui tempo di scatto è reso indipendente dall'entità del guasto (relais a tempo indipendente). Per potenze notevoli, specialmente se il numero delle linee è grande, convengono disposizioni differenziali e relais del tipo wattometrico (relais a ritorno d'energia) eventualmente funzionanti insieme a relais a massima di corrente, a cui servono di blocco.

Passi ancora più arditi si fanno negli impianti completamente automatici di generazione o trasformazione di energia elettrica, rendendo così vantaggioso lo sfruttamento di piccole potenze che altrimenti rimarrebbero inutilizzate. L'entrata in azione ed il distacco di queste centrali può essere fatto sia dal personale di una centrale principale, sia in tempi prefissi da orologi, sia in base al carico richiesto dalla rete. I relais di sicurezza sono combinati in modo da aver distacco permanente solo se le perturbazioni pericolose hanno carattere permanente.

In tutti gli impianti si cerca di semplificare gli apparecchi di protezione e ridurli allo stretto necessario. Molto diffuso è l'impiego di resistenze in derivazione sugli apparecchi a forte autoinduzione, per attenuare i fenomeni di risonanza. Altre misure generalmente adottate sono le bobine a nucleo di ferro per la scarica a terra delle cariche statiche della linea, le resistenze di protezione negli interruttori in olio per tensioni superiori ai 40.000 V e le bobine di smorzamento per le terre accidentali, quando la tensione supera gli 80.000 V. Per correnti piccole basteranno gli scaricatori a corna con resistenze in serie, ma per tensioni elevatissime sarà bene ricorrere al neutro a terra, magari con una resistenza in serie, disposizione quest'ultima che si è dimostrata molto efficace in pratica, anche per reti in cavo sotterraneo. I moderni trasformatori sono sempre costruiti in modo da resistere alle sopratensioni, e le protezioni si rendono specialmente necessarie solo quando alla rete sono collegate direttamente delle macchine rotanti.

I servizi ausiliari sono in generale alimentati dalla bassa tensione dei trasformatori o da gruppi motori appositi: solo in casi particolarissimi conviene attaccare il relativo trasformatore sulle sbarre ad alta tensione.

G. Pa.

MAGNETOFISICA.

F. OLLENDORFF — Perdite per isteresi e per correnti parassite nei lamierini di ferro. (Archiv f. El., Vol. XIV, N. 5, e ETZ, 8 aprile 1925, Vol. 46; N. 15, pag. 540).

Il calcolo esatto delle perdite nel ferro, sottoposto a periodica magnetizzazione, è un compito importante per il costruttore di macchine elettriche. E' in uso dividere le perdite del ferro secondo la loro origine nelle perdite dovute all'isteresi ed in quelle dovute alle correnti parassite, calcolandole separatamente. Le perdite isteretiche vengono date dalla superficie del ciclo d'isteresi, prendendo in considerazione la frequenza ed il totale volume del ferro attivo; le perdite per correnti parassite invece vengono dedotte nell'ipotesi di un materiale, privo di isteresi, per il quale è facile determinare la loro legge di variazione e di distribuzione. Le perdite totali vengono poi ottenute dalla somma delle due. Questo metodo di sovrapposizione sta in contrasto con le equazioni del campo di Maxwell, le quali mettono in relazione il fenomeno dell'isteresi con quello delle correnti parassite; secondo un metodo rigoroso si dovrebbe quindi tener conto della forma del ciclo di isteresi nel formulare le equazioni del campo, il cui integrale rappresenterebbe allora ambedue le perdite.

Questo sistema, esatto in linea di principio, non può portare ad una soluzione pratica, perchè non è possibile rappresentare analiticamente con sufficiente approssimazione il ciclo d'isteresi. L'A. cerca una soluzione approssimata, sostituendo un'ellisse al ciclo, ed ottiene buoni risultati fino a un valore di induzione pari a 10.000 e risultati utilizzabili anche al di là. Secondo gli esperimenti del Richter si può, premessa una buona scelta delle costanti, estendere l'approssimazione quantitativa a molto più alte induzioni, semprechè venga preso in considerazione soltanto il valore quantitativo delle perdite. L'equazione

analitica dell'ellisse d'isteresi si può esprimere mediante il concetto della *permeabilità complessa* il cui valore assoluto misura il rapporto di ampiezza tra induzione e campo, ed il cui angolo di sfasamento misura il ritardo dell'induzione rispetto al campo.

Se si costituisce la permeabilità complessa nelle equazioni del campo e si scarta l'ipotesica corrente di spostamento nel ferro, si ottiene un'equazione differenziale parziale per le correnti parassite del tipo dell'equazione di conduzione del calore. E' possibile farsi un'idea delle leggi espresse da questa equazione effettuandone l'integrazione, che è relativamente facile per il caso di correnti a una dimensione o di primo grado, quali si può ammettere che siano le correnti in un sottile lamierino. Le proprietà di un dato lamierino vengono caratterizzate da un *coefficiente reale* (larghezza ridotta della lamella) il quale comprende le costanti delle correnti parassite, e da un *coefficiente immaginario* (coefficiente isteretico) che contiene le costanti d'isteresi. Il campo penetra in forma di due onde smorzate nella lamella; la velocità di propagazione e lo smorzamento vengono ingranditi dall'isteresi in confronto di quanto accadrebbe per un materiale che ne fosse esente. Le vie seguite dalla corrente di energia e il totale consumo di energia della lamella si possono facilmente calcolare mediante il teorema di Poynting. Leggi particolarmente semplici risultano per la grandezza della perdita, per ogni periodo, in funzione della frequenza. Essa comincia con un valore finito per la frequenza 0, aumenta in maniera lineare coll'aumentare della frequenza per crescere poi proporzionalmente alla radice della frequenza, per valori estremamente alti. Se si calcola l'effetto Joule prodotto dalle correnti parassite si riesce a dividere le perdite totali in perdite per correnti parassite e in perdite isteretiche, le quali permettono un confronto con gli usuali metodi di calcolo. Una differenza degna di rilievo consiste nel lieve aumento della perdita isteretica per ciascun ciclo al crescere della frequenza; questa perdita viene ad essere perciò più alta di quella calcolata con i soliti metodi. Per frequenze relativamente basse invece la perdita per correnti parassite si dimostra più piccola di quella che si formerebbe in materiale privo di isteresi. Queste fonti di errori si compensano fra loro per frequenze relativamente basse (o per larghezza ridotta delle lamelle) cosicchè i soliti metodi di fronte al nuovo portano ad errori di nessuna importanza. Per frequenze molto alte invece la perdita, calcolata col nuovo metodo, risulta considerevolmente più grande di quella ottenuta coi soliti metodi; questo risultato è di sensibile importanza per le macchine ad alta frequenza.

C. Hr.

RADIOGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

L. W. AUSTIN — **Misure d'intensità del campo elettromagnetico di onde r. t. transpacifiche.** (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. XIII, N. 2, pag. 151, aprile 1925).

Che la formula di Austin-Coken per la valutazione del campo elettromagnetico di onde r. t. dia, per distanze superiori ai 6000 km, valori notevolmente più bassi di quelli che si riscontrano di fatto, fu già dimostrato esaurientemente dal Vallauri con le sue ben conosciute esperienze del 1919 ⁽¹⁾. D'altronde, successivamente ⁽²⁾ ed anche recentemente ⁽³⁾, altri sperimentatori hanno essi pure trovato sensibili divergenze fra i risultati ottenuti dal calcolo e quelli desunti

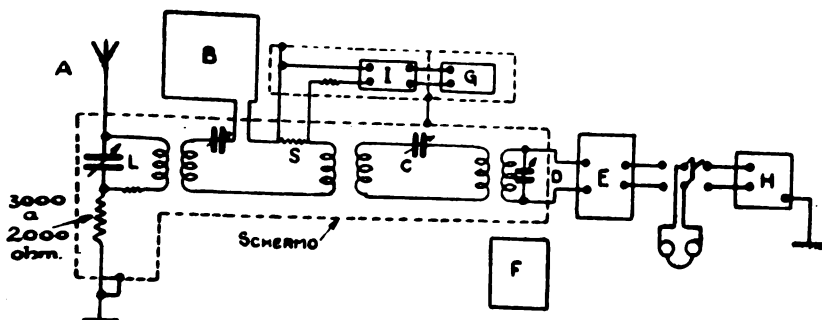


Fig. 1.

da misure effettivamente eseguite. L'Autore osserva tuttavia che per distanze molto più grandi di 6500 km, il contributo sperimentale alla verifica o meno della formula è assai limitato; ed è appunto per poter colmare in parte questa lacuna che egli intraprese, a S. Diego (California) nell'agosto e nel settembre 1924, una serie di misure su onde provenienti da Cavite nelle Filippine e da Malabar ⁽⁴⁾ (Java).

La distanza fra Cavite e S. Diego è di 11.000 km con una differenza di tempo di otto ore, mentre quella fra Malabar e S. Diego è di 14.700 km con una differenza di tempo di nove ore.

La disposizione sperimentale di misura è schematizzata in fig. 1. In essa, A rappresenta un'antenna unifilare lunga 30 m ed alta 20; B è un telaio quadrato di 2,44 m di lato e costituito da 48 spire; E ed F indicano rispettivamente un amplificatore e l'eterodina per la produzione dei battimenti. Il metodo di osservazione seguito è quello del «telefono comparatore»; metodo che, com'è noto ⁽⁵⁾, consiste essenzialmente nel sostituire alla corrente di ricezione una corrente a bassa frequenza prodotta da un elettrodiapason. Supposto cioè di ricevere onde continue col metodo dell'eterodina, si regola la nota dei battimenti di ricezione su quella del diapason fino ad ottenerne l'eguaglianza.

La taratura del complesso di ricezione fu fatta ricorrendo ad un conveniente generatore G. La corrente oscillatoria di quest'ultimo, dopo essere stata ridotta in valore dalla presenza di una linea artificiale I, era fatta passare attraverso una resistenza S di 1 ohm, ai capi della quale trovansi derivato il circuito del telaio. Facili considerazioni dimostrano che dalla conoscenza dei valori della corrente oscillatoria, della resistenza del telaio e dell'impedenza del telefono, si può dedurre immediatamente quello della costante di sensibilità del complesso. Poichè la taratura fu eseguita mantenendo l'aereo A disconnesso, una opportuna correzione si rese necessaria quando la ricezione era fatta con A in circuito.

La serie di esperienze fu eseguita in due tempi successivi: nel primo, le ricerche furono dedicate al confronto di Cavite (NPO, $\lambda = 15,500$ m) e Malabar (PKX, $\lambda = 15,800$ m), con le stazioni Pear Harbor (NPM; $\lambda = 12,090$ m) e Tuckerton (WGG; $\lambda = 15,900$ m), nel secondo invece, si procedette alla misura diretta. I risultati ottenuti sono riassunti nella tabella che segue:

Procedimento	Cavite $E^a V_m$	Malabar $E^a V_m$
Da misure dirette	2.27	4.22
Dal confronto con NPH	1.93	3.55
» » » WGG	1.93	4.26
Valori medi	2.04	4.02
Valori calcolati con la formula Austin	0.69	1.83

Tutte le osservazioni furono eseguite fra le due e le quattro del pomeriggio. Poche esperienze fatte durante il mattino, quando cioè il targetto delle onde è in parte in luce, in parte in ombra darebbero risultati molto più grandi di quelli ricavabili nel pomeriggio.

Come può dedursi dalla precedente tabella, i valori del campo elettrico E calcolato con la formula dell'Austin:

$$E = \frac{377 I H}{\lambda \cdot d} \sqrt{\frac{\theta}{\sin \theta}} e^{-\frac{0.0015 \pi}{V \lambda}}$$

dove i simboli hanno il significato ormai a tutti noto, indicano sì una divergenza da quelli osservati, ma l'A. conclude che la divergenza stessa, per così grandi distanze, appare assai minore di quella indicata da Guierre.

V. Go.

RIDDER — **Frequenza naturale di bobine.** (Arch. El., Vol. 10, 1922, pag. 339, e E T Z, 25 dicembre 1924, N. 52, pag. 1447).

Il comportamento di bobine ad alta frequenza è stato negli ultimi anni oggetto di ripetute ricerche così teoriche come sperimentali; e ciò perchè le sopratensioni che vi si rivelano ad alta frequenza ed a regime non stabile non hanno ancora trovato un'esauriente spiegazione, ed anche perchè le bobine guadagnano crescente interesse nella radiotelegrafia coll'affermarsi dei tubi elettronici ricevitori e trasmettitori. L'A. dà alcuni metodi per trovare con l'aiuto del tubo di Braun le oscillazioni naturali di bobine a uno o più strati. Il primo metodo si basa sul fatto che ogni bobina sviluppa un campo elettromagnetico ed uno elettrico. Se si porta un tubo di Braun in questo campo combinato, si nota in generale sullo schermo un'ellisse, dalla cui posizione si può dedurre la forma del campo. L'A. ha studiato la distribuzione di corrente e tensione lungo la bobina mediante successive esperienze, eseguite spostando il tubo di Braun lungo il lato esterno della bobina.

Secondo un altro metodo l'A. adopera anche due coppie di elettrodi appoggiati esternamente al tubo di Braun e disposti ad angolo retto o ad angolo obliquo e li congiunge sia direttamente, sia per mezzo di capacità interposte, con determinati punti della bobina. Sono analizzate le frequenze naturali di primo e secondo ordine di bobine a uno, due o più strati e di differente tipo di avvolgimento, anche piatto, l'influenza del ferro, delle correnti parassite e della capacità verso terra.

C. Hr.

⁽⁵⁾ L'Elettrotecnica, n. 11, 15 aprile 1925, vol. XII e Boll. R. T., vol. III, n. 31, pag. 197.

⁽¹⁾ G. VALLAURI: Misura del campo elettromagnetico di onde r. t. transoceaniche - L'Elettrotecnica, vol. VII, n. 17, 15 giugno 1920, pagina 298 e Pubbl. n. 9 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

⁽²⁾ L'Elettrotecnica, 1922, vol. IX, pag. 297 e Boll. R. T., vol. II, n. 19, pag. 193.

⁽³⁾ L'Elettrotecnica, 1925, vol. XII, n. 26, pag. 647 e Boll. R. T., vol. III, n. 33, pag. 270.

⁽⁴⁾ L'Elettrotecnica, 1925, vol. XII, n. 31, pag. 777 e Boll. R. T., vol. III, n. 33, pag. 287.

TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

E. LAU — Nuovi apparati elettro-acustici. (E. T. Z., 7 maggio 1925, Vol. 46, N. 19, pag. 690).

L'A. descrive il telefono e il microfono a condensatore ideato da E. Waltz. I microfoni a condensatore che sono in commercio sono costituiti da una membrana che è un elettrodo e da un altro elettrodo fisso che gli sta di fronte. Le variazioni di capacità prodotte dalle vibrazioni della membrana si utilizzano per provocare una corrente microfonica nel circuito del condensatore, quando questo è collegato con una sorgente di f. e. m. elevata e costante. Secondo il Waltz, questo tipo di apparati presenta due vantaggi: le variazioni di capacità e con ciò l'economia dell'apparato sono relativamente piccole; la riproduzione dei suoni avviene con sensibile deformazione, perchè la distanza dei due elettrodi durante le oscillazioni è variabile e la sensibilità cresce col quadrato della distanza. Waltz cerca di eliminare questi inconvenienti usando molti condensatori uno sopra l'altro, così mentre il primo riceve l'onda sonora in tutta la sua ampiezza, l'ultimo rimane in riposo. Quando il suono si propaga attraverso una tale serie di condensatori le distanze tra due elettrodi attivi variano pochissimo e con esse la sensibilità, d'altra parte le variazioni di capacità sono un multiplo di quelle delle altre costruzioni ed il grande numero di condensatori aumenta la sensibilità.

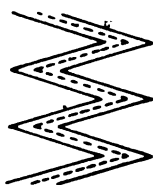


Fig. 1.

Nella figura 1 è schematizzata la struttura di un tale apparato: noi vediamo due serie di elettrodi leggerissimi (in forma di nastri ondulati) e tra loro, per es., uno strato di carta, segnata a tratti nella figura. Questi nastri sono piegati a zig-zag e poi pressati assieme in maniera da formare un piccolo condensatore. Secondo quanto le esperienze hanno dimostrato l'effetto viene accresciuto se le foglie metalliche hanno un certo spessore. Il suono si può prorogare oltre che perpendicolarmente agli elettrodi anche attraverso le foglie di metallo stesse, aumentando la sensibilità dell'apparato, il quale è in istato di poter trasformare molta energia acustica in elettrica. La natura del dielettrico è molto più importante di quanto si possa immaginare. Carte differentemente impregnate diedero sensibilità molto differenti. Con la scorta dell'esperienza acquistata da numerose prove l'A. è riuscito a costruire un microfono che ha un funzionamento economico e che, a suo giudizio, supera in sensibilità tutti gli altri.

Le stesse considerazioni svolte per i microfoni si possono applicare al telefono elettrostatico. Le costruzioni in commercio vengono alimentate con una tensione di 600-1000 V; utilizzando invece un apparato che si basi sul principio ora descritto la tensione ausiliaria è di 100-300 V. Il sistema presenta diversi vantaggi. E' possibile, ad esempio, applicare questo apparato a qualsiasi membrana, per es., alla membrana di mica di un solito grammofo. Si può usarlo senza membrana e allora riproduce principalmente i toni alti.

Vengono riprodotti anche quei suoni della voce umana che generano sempre, come per es., il «t» e «tz» e i suoni alla frequenza da 10.000 fino a 20.000 periodi. Essi possono anche venir isolati. Specialmente nella ricezione radiotelegrafica questo tipo di telefono è molto selettivo. Il microfono usato senza membrana presenta le stesse caratteristiche del telefono riguardo ai suoni a frequenza musicale, è perciò consigliabile l'uso combinato di un microfono con membrana in unione a uno senza membrana.

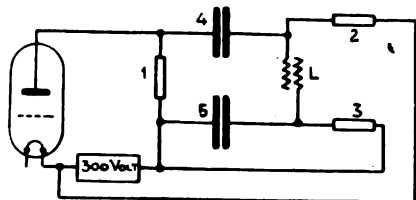


Fig. 2.

Lo schema della fig. 2 mostra come il telefono a condensatore possa venir inserito nel circuito dell'ultima valvola di un amplificatore.

Questi apparati sono adatti, secondo l'A. alle più forti ricezioni acustiche e presentano una resistenza molto grande a tutti gli strapazzi. Essi si presterebbero anche bene per realizzare la cinematografia parlante.

L'A. accenna infine alla possibilità, rilevata dal Darge, di ottenere un microfono idraulico interponendo fra la membrana e l'elettrodo fisso un pezzetto di spugna di gomma inumidita. La gomma può anche essere sostituita da schiuma, ad es. di sapone.

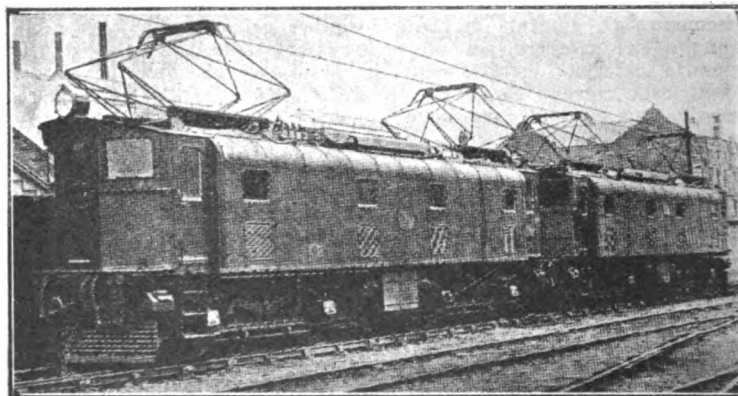
C. Hr.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Locomotori a 3000 volt per le ferrovie del Sud Africa. (El. Rail. Journal, 13 settembre 1924, pag. 390).

Questa rete ha iniziato la propria trasformazione coll'elettificazione del tronco da Glencoe a Pietermaritzburg. E' stato adottato il sistema a corrente continua con 3000 volt alla linea di contatto. Le linee primarie sono trifasi a 88000 volt e 50 periodi. Il tronco in via di elettrificazione ha una lunghezza di 275 km e si svolge attraverso regioni montuose con caratteristiche molto accidentate. Su di un percorso di 23 km ha un dislivello di 400 metri e raggiunge un'altitudine massima di 1500 metri con pendenze notevoli. Lo scartamento è di 1 m ed il raggio minimo delle curve di 90 m. Il traffico è costituito essenzialmente dai minerali che dalle miniere dell'interno vanno alla costa.

Date le caratteristiche della linea e la pesantezza del servizio, venne adottata senz'altro la trazione multipla con treni di 1300 ton. in un senso e 650 ton. in senso opposto, rimorchiati da 3 locomotori comandati dalla cabina di testa. Nelle discese, la regolazione della velocità è ottenuta facendo funzionare i motori a ricupero.



Per il servizio di trazione saranno impiegati 78 locomotori, di tipo unico tanto per il servizio merci che passeggeri, colle seguenti caratteristiche:

Rodiggio	A-A-A-A
Scartamento	1 metro
Peso per asse	17,8 tonn.
» totale	68 »
» della parte meccanica	40 »
» della parte elettrica	28 »
Numero dei motori	4
Potenza oraria	4 x 220 = 880 kW
Sforzo di trazione massimo	18.000 kg
» » continuo	7.500 »
Velocità alla potenza oraria	35 km-ora
» » » continua	37 » »
» massima	72 metri
Lunghezza fra i respingenti	13,30 metri
Altezza della cassa sul piano del ferro	3,95 »
Diametro delle ruote	1220 mm
Interasse rigido	2200 »
Distanza fra i perni dei carrelli	6600 »

La cassa è portata da due carrelli a due assi, collegati da un giunto snodato, ed è divisa in cinque compartimenti; i due estremi sono adibiti a cabine di manovra; il centrale contiene tutte le apparecchiature ad alta tensione; e nei due intermedi è collocato il macchinario ausiliario. I soffitti sono asportabili facilmente per poter togliere e rimettere a posto senza difficoltà il macchinario e le apparecchiature.

I motori, del tipo normale in serie, a ventilazione forzata, sono avvolti per 1500 volt e quindi sono inseriti costantemente in serie a due a due sui 3000 volt. Ciascun locomotore è provvisto di due prese di corrente a pantografo con comandi pneumatici indipendenti in ciascuna cabina. Anche gli interruttori principali ad alta tensione disposti all'entrata delle linee nella cabina centrale, sono comandati pneumaticamente da un'asta a pistone mossa da una dentiera che ingrana col pignone di un albero a camme.

A bordo del locomotore sono installati due gruppi convertitori coi motori, a due collettori in serie, inseriti direttamente sui 3000 volt. L'uno, della potenza di 28 kW serve per l'eccitazione dei motori di trazione nel funzionamento a ricupero, l'altro, della potenza di 16 kW, alimenta i circuiti dei comandi, i servizi ausiliari, carica la batteria di riserva che è pure installata a bordo, e fornisce la corrente di eccitazione alla dinamo del gruppo precedente.

g. a. r.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA uniformemente alla fascetta vecchia.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

Un curioso apprezzamento inglese sull'industria elettrotecnica italiana.

I giornali politici hanno già dato notizia di un articolo «diffamatorio» pubblicato nella *Electrical Review* di Londra sulla industria idroelettrica italiana, articolo che ha già provocato vivaci e sentite risposte da parte dell'On. Motta, Presidente dell'A.N.I.E.L. e dell'On. Ponti, Presidente dell'A.I.E.

Data la diffusione della rivista inglese, lo scritto dell'ignoto corrispondente da Milano non avrebbe meritato forse di essere preso tanto sul serio; tuttavia, allo stato delle cose, la Presidenza Generale della nostra Associazione non poteva disinteressarsene, ed ha inviato al Direttore dell'*Electrical Review* la lettera che riportiamo più sotto.

Premettiamo intanto, per i Colleghi a cui fosse sfuggita, la parte più tipica dell'articolo comparso sull'*Electrical Review* del 1° Gennaio 1926, sotto il titolo: Industria Elettrotecnica Italiana (Da un nostro speciale corrispondente a Milano).

«Stando al principio secondo il quale la disillusione è la nutrice della saggezza, l'Italia dovrebbe trarre un vantaggio pratico dalle sue recenti e costose esperienze nella prosecuzione di un vasto, ma non molto ben ponderato, progetto di imprese idroelettriche. Parecchi milioni di capitale sono stati investiti e forse molti sprecati a causa della poca inclinazione da parte degli Ingegneri Italiani (i quali presi come corpo si considerano non inferiori ad alcuno) di accettare suggerimenti ed offerte di assistenza pratica all'infuori della propria cerchia. Il risultato di questa politica poco saggia si è concretato nella perpetrazione di una quantità di errori alcuni dei quali di natura molto seria, costruzioni sbagliate di serbatoi e dighe, scelta infelice di luoghi per centrali, e scelta per lo sfruttamento di zone che sono in seguito risultate soggette a perdite di acqua.

«Mentre scriviamo vi sono degli indizi che la storia potrebbe ripetersi. Violente tempeste sono passate sulle regioni settentrionali d'Italia; mentre queste hanno servito a riempire i serbatoi di acqua, le frequenti piogge pare abbiano minato più di una delle strutture principali (costruite troppo affrettatamente a quanto si teme, e senza che venisse data sufficiente considerazione alla questione dei contorni). La terribile catastrofe della chiusa del Gleno che ebbe luogo circa 2 anni or sono (Dicembre 1923) in seguito alla quale i danni materiali subiti superano i 100.000.000 di lire, non è per niente dimenticata.

«Vi sono di quelli che dichiarano che gli errori iniziali connessi colla costruzione del serbatoio di Dezzo, il cui sfasciamento provocò la distruzione dei due villaggi di Taveno e Gueggio, nonché la perdita di molte vite umane, sono stati ripetuti in alcune altre località, e speriamo che così non sia. Ma l'aspetto più brutto di questo frangente fu che la diga del lago del Gleno è stata costruita e messa in opera senza il permesso del Ministero dei Lavori Pubblici cosicchè è ancora possibile di ignorare questo Dicastero e di procedere con lavori pubblici di questo genere senza il controllo delle autorità competenti.

«Malgrado questo fatto l'Industria elettrica in Italia dà segni di reale progresso. Durante l'anno in corso il numero delle Centrali è stato sensibilmente aumentato e vi sono in progetto ulteriori impianti di generazione. Si trova in questo paese un mercato di macchinario elettrico, impianti ed accessori molto attraente. Mentre gli Italiani stessi hanno investito 3000 milioni di lire nella costruzione di impianti idroelettrici, è stato impiegato allo stesso scopo una proporzione non trascurabile di capitale estero; si prevede che durante i prossimi 5 anni verranno spesi non meno di 700.000.000 di lire annue per altri impianti di forza, linee di trasmissione, sottostazioni ed altre costruzioni occorrenti».

Seguono notizie abbastanza esatte sul mercato italiano di macchinario ed apparecchi elettrici e sulla industria elettromeccanica italiana. (L'articolo è fatto soprattutto dal punto di vista dell'esportatore inglese). Non crediamo necessario riportarlo integralmente, limitandoci a rilevare come verso la fine di esso si dica testualmente che sugli impianti domestici italiani le autorità Municipali non esercitano alcun controllo «ma l'organizzazione conosciuta sotto il nome di Associazione Elettrotecnica Italiana è disposta, dietro richiesta, ad esercitare un controllo tecnico sopra i nuovi impianti» (sic). Abbiamo creduto interessante citare questo inciso perchè dimostra come l'ignoto corrispondente poco conosca delle nostre faccende.

Ecco ora il testo della lettera che il Presidente Generale ha trasmesso, in inglese, alla Direzione dell'*Electrical Review*:

28 Gennaio 1926.

Al Sig. Direttore dell'*Electrical Review*

LONDRA.

L'articolo sull'industria elettrica italiana, stampato sul vostro numero del 1 Gennaio, ha prodotto una vivace reazione nel mondo elettrotecnico del nostro paese, e, quale Presidente della A.E.I. (che corrisponde alla vostra I. E. E.) non posso tralasciare di richiamare la

vostra attenzione sul giudizio molto scortese e sulle erronee informazioni contenute in quell'articolo. Non voglio discutere i giudizi dati dal vostro corrispondente sugli ingegneri elettrotecnici italiani; ma voglio solo ricordare che gli impianti idroelettrici italiani sono stati e sono continuamente visitati da tecnici di ogni paese di Europa, degli Stati Uniti e del Canada, e, per quello che possiamo giudicare, da quanto essi scrivono sui loro giornali, le loro impressioni sono affatto contrarie a quelle del vostro corrispondente.

In quanto alla questione dei serbatoi, preghiamo di osservare che in Italia vi sono ora 95 grandi serbatoi con alte dighe, parecchie delle quali sono in opera da più di 10 anni; e non abbiamo che un cedimento, quello di Gleno, e nessun dubbio di sorta è stato sollevato sugli altri, i quali, dopo la rottura del Gleno, sono stati molto accuratamente ispezionati da una Commissione governativa. Sfortunatamente disastri di dighe sono avvenuti in tutti i paesi. L'anno scorso voi avete il disastro di Dolgarrog; ma vi posso assicurare che nessuno qui penserebbe a dedurne un generale biasimo per tutti gli ingegneri inglesi.

Il vostro corrispondente dice che le piogge recenti hanno sotto-minato più d'una delle nostre costruzioni principali. Noi non sappiamo da che sorgente egli abbia avuto tale informazione, che è assolutamente fantastica. Voi vi accorderete con me nel pensare che dubbi sulla stabilità delle dighe sono di tal natura, da sollevare serissime preoccupazioni nelle popolazioni viventi al di sotto di esse, e mi sembra che un giornale tecnico serio non dovrebbe pubblicare tal genere di informazioni senza le necessarie documentazioni.

Quanto alla osservazione che la diga del Gleno è stata messa in opera senza il permesso del Ministero dei Lavori Pubblici, la questione è puramente formale, poichè gli Ingegneri del Governo esercitano una ispezione diligentissima sul progetto e la esecuzione delle dighe, e questo non ha nulla a che fare colla concessione, che date le lunghe e complicate operazioni burocratiche, giunge sempre molto in ritardo. Posso aggiungere che l'impianto del Gleno non è stato costruito da una Compagnia elettrica, ma da un privato commerciante in industria cotoniera.

Spero che comprenderete le ragioni per il quale il vostro articolo ha urlato tutti gli ingegneri italiani: probabilmente il vostro corrispondente ha raccolto le sue informazioni da sorgenti dubbie e la sua buona fede è stata ingannata. Fate che egli approfondisca la cosa e che assuma informazioni dalle persone meglio informate; che se voi coglieste l'occasione di incaricare qualche tecnico molto capace, di ispezionare i nostri impianti, io e tutti gli idroelettrici, saremo contentissimi di offrire a tal visitatore la necessaria assistenza per la sua visita. Spero pure di leggere sulla vostra Rivista Elettrica poche parole che abbiano a rinfrancare la simpatia e l'apprezzamento che gli ingegneri italiani hanno sempre avuto pel vostro giornale.

GIUSEPPE SARTORI.

Per conto nostro ci limitiamo ad aggiungere — perchè ci sembrano assai istruttive — le seguenti frasi tradotte letteralmente da un articolo dell'*Engineer* del 4 dicembre 1925, pag. 597 — nel quale si rende conto delle conclusioni del Giudice incaricato dell'inchiesta per le vittime umane del disastro della diga del lago Eigan.

The Engineer, 4 dicembre 1925, pag. 597.

«Il Sig. Ralph Freeman, perito ingegnere, testimoniò che all'inizio del disastro venne asportata di sotto alla diga una massa argillosa della sezione di 20 m per 4 di profondità, mentre la parete soprastante rimaneva intatta. Rilevando il profilo della diga sui fianchi dello squarcio prodottosi il perito riconobbe che ad una estremità la diga era stata affondata nella argilla soltanto per 45 cm. mentre all'altro estremo la profondità era di 185 cm. La costruzione, sotto questo aspetto, non corrispondeva ai disegni di progetto... Apparve anche evidente che il calcestruzzo della diga non era stato composto a regola d'arte ed era stato costituito con ciottoli arrotondati da fiume».

«Il giudice, rivolgendosi alla giuria, affermò che egli considerava cosa desiderabile che vi fosse un Ufficio Governativo che avesse l'incarico di sorvegliare che le dighe venissero costruite a regola d'arte».

«La giuria, nell'emettere il verdetto, formulò il voto che le dighe venissero sottoposte a una regolare ispezione da parte del Governo».

Ogni altro commento ci sembra superfluo.

*

CONCORSI.

Concorso ad un posto di Assistente presso il Gabinetto di Idraulica e Costruzioni Idrauliche della R. Scuola d'Ingegneria di Pisa. (Estratto dal Poll. Uff. n. 3 del 21 gennaio 1926). — E' aperto il concorso per un posto di assistente effettivo presso il Gabinetto di idraulica e costruzioni idrauliche della R. Scuola di Ingegneria di Pisa, con lo stipendio iniziale di L. 7500 oltre l'indennità caro-viveri.

La domanda, redatta su carta da bollo da L. 2, e indirizzata al Direttore della Scuola, deve essere presentata entro 30 giorni dalla data di pubblicazione del presente avviso nel *Bollettino Ufficiale* del Ministero della Pubblica Istruzione, allegando, oltre al diploma o certificato di laurea in Ingegneria civile, conseguito presso una Scuola di Ingegneria od una Università del Regno, i documenti elencati nel Bollettino stesso.

L'esame di concorso comprenderà una prova scritta e una orale. All'atto dell'accettazione della loro domanda di ammissione al concorso i concorrenti riceveranno un sommario della materia di esame.

*

Concorso ai posti di Direttore Generale e di Vice Direttore Generale dell'Azienda Tramviaria del Comune di Milano. — E' stato pubblicato l'avviso di concorso relativo.

Stipendio per Direttore Generale L. 120.000 annue, più una partecipazione sugli utili netti dell'esercizio precedente, dell'8% (otto per mille) sui primi 4 milioni e del 4% (quattro per mille) sugli utili ulteriori, con un minimo garantito di tre mensilità di stipendio.

Al Vice Direttore Generale solo stipendio annuo L. 45.000.

Termine per la presentazione dei documenti di rito, 15 marzo 1926.

Per altre informazioni, rivolgersi alla Segreteria del Riparto X (Servizi Pubblici) in Palazzo Marino.

TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

Per la posa di una linea telefonica attraverso un corso d'acqua la New York Telephone Co. non riteneva opportuno ricorrere ai soliti tipi di cavo sommerso. Ciò perchè si prevedeva un graduale aumento di traffico sulla linea e quindi si avrebbe dovuto ricorrere o alle pose successive di nuovi cavi o all'installazione attuale di un cavo esuberante; soluzioni entrambe costose. Inoltre il canale veniva ripulito frequentemente e ne derivavano pericoli di danneggiamento alla linea sommersa. Si ricorse allora alla posa di una tubazione di ghisa di 100 mm di diametro attraverso il canale, per una lunghezza di circa 100 metri, installando le linee telefoniche entro la tubazione di ghisa la quale è largamente sufficiente anche per le linee che dovranno essere messe in opera in seguito. La soluzione è riuscita notevolmente più economica di ogni altra.

VARIE.

Marchi di fabbrica. — La Camera di Commercio e Industria di Milano comunica che in relazione a quanto dispone l'articolo 103 del Regolamento generale sull'ordinamento delle Camere di Commercio e Industria, approvato con R. D. 4 gennaio 1925, n. 29, col 1° gennaio 1926 le attribuzioni relative ai disegni e modelli di fabbrica, ai marchi e segni distintivi di fabbrica e di commercio e ai marchi nazionali ed internazionali, passano dalle Prefetture e Sottoprefetture del Regno alle Camere di Commercio e Industria.

A partire da quella data le Prefetture e Sottoprefetture del Regno non accetteranno più depositi delle domande suddette; riceveranno invece i documenti che eventualmente gli interessati aggiungeranno in dipendenza di precedenti depositi fatti; in questo caso le Prefetture e le Sottoprefetture trasmetteranno i documenti aggiunti all'Ufficio della proprietà intellettuale del Ministero dell'Economia nazionale.

Ugualmente trasmetteranno a quell'Ufficio le domande inevase al 31 dicembre corrente o per irreperibilità del richiedente o per altre irregolarità o mancanze.

:: :: NOTE LEGALI :: ::

Esercizio ed impianto di ascensori.

Si richiama l'attenzione dei lettori del giornale sul Regio Decreto Legge n. 2341 del 26 novembre 1925, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 12 gennaio 1926, il quale stabilisce che nessun ascensore per trasporto di persone e di materiali accompagnati da persone può essere impiantato e tenuto in esercizio senza licenza rilasciata dal Prefetto a norma di apposito regolamento da approvarsi con decreto Reale su proposta dei Ministri per Lavori Pubblici, per l'Interno e per l'Economia Nazionale, sentito il Consiglio superiore dei Lavori Pubblici e il Consiglio di Stato.

Resta ora da attendere il regolamento col quale saranno stabilite le norme per il rilascio delle apposite licenze, per ottenere le quali sarà certamente necessario pagare diritti e tasse speciali di licenza.

Le "sfiammate", dei trams.

A pagina 377 del giornale (anno 1925) accennai al comune incidente, che spesso si verifica nei trams, ossia quello dello scoppio della valvola del motore e come con lo scoppio si produca una fiammata accompagnata spesso da fumo. Tale fenomeno produce talvolta un certo allarme, non giustificato, tra i passeggeri poichè non presenta nessun pericolo per la sicurezza e la integrità delle persone.

Soggiungevo che la Corte d'Appello di Milano con una sua sentenza in data 19 settembre 1923, aveva deciso come in tale ipotesi nessuna responsabilità potesse addossarsi all'Azienda Tramviaria per gli infortuni derivanti dal panico prodotto tra i viaggiatori in seguito a tali incidenti.

La massima ha trovato una notevole conferma nella sentenza (gentilmente comunicata) dalla Corte d'Appello di Roma in data 6 agosto 1925 tra certo F. C. e l'Azienda Autonoma delle Tramvie Municipali di Roma.

La Corte di Roma ha così motivato tale sua sentenza:

«Or è ovvio che l'evento dannoso di cui fu vittima il F. non può ascriversi ad un fatto che costituisca comunque una inadempienza del

fatto sostanziale del contratto di trasporto, la quale si sarebbe verificata se vero fosse, e come si è detto non lo è, che la fiammata sprigionata dal motore sia pericolosa per la sicurezza dei viaggiatori e che l'Azienda tramviaria potesse eliminarla con la propria intelligenza nella scelta e nella manutenzione del motore elettrico. L'evento dannoso non fu invece unicamente che la conseguenza di una impressione soggettiva del F. il quale, non dotato evidentemente di normale padronanza dei propri centri emotivi, intravede un pericolo là dove non era, e che gli altri presenti con equilibrata semplicità non intravedono, e per sfuggire ad esso si espone ad un impensato pericolo inconsideratamente gettandosi fuori dalla vettura mentre era in moto, pericolo che si trasmutò in un danno non imputabile che a lui stesso».

In altri termini lo scoppio della valvola del motore rientra in quei casi di forza maggiore per i quali a norma degli articoli 1153, 1225 e 1226 del nostro Codice Civile viene esclusa la responsabilità della Società Concessionaria trattandosi di un danno derivante da incidente non imputabile a chi esercisce le linee tramviarie.

Ancora sulla radiotelegrafia e sulle sue norme legislative.

Nel n. 18 dell'anno scorso (25 giugno 1925) trattando lo stesso argomento ebbi ad accennare all'articolo 35 del Regolamento 10 luglio 1924 e che, prevedendo, avrebbe dato luogo ad una infinità di contestazioni. Non mi sbagliavo infatti: nel fascicolo del «Foro Italiano» del 3 dicembre 1925 è appunto riportata una recente sentenza della Corte d'Appello di Torino sull'argomento, e che, a quanto ci risulta, è senza precedenti in materia:

Essa così ha deciso:

«L'inquilino di un appartamento locato non ha diritto d'impiantarvi, senza l'espresso consenso del locatore un apparato radiotelefonico ricevente, il cui aereo infisso in un vicino edificio traversi il cortile della casa locata ancorchè egli goda per altri scopi l'uso di tale cortile e tanto meno poi se attraversi altre proprietà su cui esso inquilino non abbia alcun godimento».

Nel caso in esame la questione si complicava per il fatto che l'utente si era valso della concessione del proprietario di un vicino edificio per appoggiare su questo l'aereo, facendolo quindi passare sul giardino e sul cortile della casa, di cui egli era inquilino, sino a raggiungere il balcone del proprio alloggio al secondo piano dove il filo veniva infisso nel muro.

La sentenza dice che nel silenzio del contratto di locazione il conduttore ha diritto di introdurre nel suo appartamento le utilità, diventate ormai di uso comune, quali sono il gas, la luce elettrica ed il telefono ma, che tale principio non può estendersi sino all'impianto di un apparecchio radiotelefonico, poichè, se il gas, la luce ed il telefono costituiscono vere necessità per la vita civile, tale carattere non può attribuirsi all'apparecchio radiotelefonico che è solo un diletto ed un agio e non una comune utilità.

Aggiunge che mentre l'impianto, per esempio del telefono, non limita la libertà di un altro inquilino o del proprietario di fare altri impianti, per contro un altro apparecchio radiotelefonico potrebbe essere impiantato solo «se i fili aerei fossero collocati in direzione incidente e non parallela all'altro».

Da ciò una inammissibile restrizione del diritto del proprietario, che vedrebbe limitato il suo diritto all'impianto di un suo apparecchio dal fatto che altro apparecchio è già stato applicato da un inquilino.

Ora, se la sentenza per quanto riguarda il diritto del proprietario a concedere o meno l'impianto dell'apparecchio, in relazione al fatto di altri apparecchi già in esercizio o da impiantare ci par giusta, nel senso che deve essere riservata al proprietario la decisione per una possibile coordinazione dei vari impianti, affinchè uno non sia di no-cumento all'altro, altrettanto ingiusta ci sembra la sentenza quando fa una distinzione tra l'impianto radiotelefonico ed il telefono affermando che questi costituisce «una vera necessità per un alloggio civile» mentre il radiotelefono non lo è.

Se si potessero fare delle statistiche si vedrebbe forse che gli apparecchi radiotelefonici sono probabilmente di più di quelli telefonici.

Mentre però questi ultimi sono palesi a tutti e il nome di chi li possiede vien stampato su annuari e su guide, i proprietari di apparecchi radiotelefonici sfuggono al controllo per non dover pagare le tasse e mai si potrà sapere quanti essi sono.

D'altra parte mentre nessuno contesta che il radiotelefono non è una vera necessità per un alloggio civile, altrettanto però si potrebbe dire del telefono che per un appartamento può definirsi una comodità, ma non mai una necessità.

Necessità sarà solo per gli studi, per le Banche, per gli edifici pubblici, ecc.

Però è evidente che anche modificando la sentenza per quanto riguarda gli apprezzamenti sul telefono o sull'apparecchio radiotelefonico, essa non può modificarsi per quanto riguarda la necessità dell'intervento del padrone di casa per l'autorizzazione all'impianto.

A parte il fatto che essa è richiesta da un articolo di legge, e che non si può discutere una tassativa norma legislativa, è evidente che il padrone di casa ha l'obbligo di coordinare l'impianto dei diversi apparecchi di una stessa casa onde non far nascere confusioni tali da rendere impossibile l'audizione.

Dice giustamente la sentenza: «se fosse lecito a ciascuno dei numerosi inquilini d'un cospicuo edificio di cinque piani (come era precisamente questo caso) di liberamente installare per il proprio alloggio un impianto radiotelefonico con aereo, il cortile dell'edificio potrebbe risultare solcato a varie altezze ed in varie direzioni da fili aerei con ovvia possibilità di inconvenienti d'ogni genere».

Dall'esame anche sommario della questione si rileva come essa sia assai più complessa di quanto pare e di quanto forse il legislatore abbia creduto.

Manifestamente il disposto dell'art. 35 del Regolamento 10 luglio 1924, dovrà essere integrato da altre disposizioni tendenti a disciplinare e regolare gli impianti poichè non è ammissibile, per esempio, che un padrone di casa possa dare a tutti gli inquilini il permesso di un impianto per ciascuno; ciò che è possibile per l'art. 35 non è invece possibile in pratica e tale modo di agire da parte di un padrone di casa potrebbe far nascere moltissime contestazioni di ogni genere, come non dovrebbe essere possibile ad un padrone di casa di rifiutare la concessione senza plausibili motivi.

Il Regolamento inoltre non contempla (e non poteva contemplarlo) il caso degli stabili di proprietà di diversi condomini; anche per tali case è manifesto che occorre una disciplina nell'uso degli apparecchi.

Per esperienza personale so di un proprietario di un piano inferiore che, desiderando impiantare l'aereo, ha chiesto l'autorizzazione al proprietario del piano superiore, il quale gli ha rifiutato l'autorizzazione senza motivazione di sorta.

Che un senso di disagio vi sia tra i cultori della radio per l'ostruzionismo dei padroni di casa è indubbio, la sentenza sopra riportata ne è un esempio e la lettera di «un abbonato» riportata sul giornale «Il Secolo» dell'8 gennaio 1926, ne è un altro.

In questo secondo caso un padrone di casa si è opposto alla posa di un aereo tra due comignoli della casa stessa.

Il giornale fa seguire alla lettera dell'«abbonato» un commento il quale sembra considerare la cosa sotto un punto di vista estetico e trova che mentre non dovrebbe essere permessa la posa di un aereo su monumenti ed edifici celebri, che sulle case di abitazione dovrebbe essere permessa senz'altro la posa degli aerei ed invoca un provvedimento legislativo per obbligarli a ciò i proprietari.

Evidentemente il redattore ignorava, come fortunatamente molti ignorano, il famigerato articolo 35, che anche noi ci auguriamo venga presto modificato nel senso di dare bensì delle norme che disciplinino l'impianto degli aerei e degli apparecchi facendo del padrone di casa un regolatore dell'attività radiotelefonica, e non il tiranno che può con un veto assurdo negare a tutti l'impianto dell'apparecchio senza motivo e può nel tempo stesso concederlo a tutti creando così una inevitabile confusione.

*

Con decreto 23 ottobre 1925 si sono emanate nuove norme per il servizio di rad'audizione circolare, norme più che altro fiscali. Esso disciplina i costruttori ed i venditori di apparecchi che sono sottoposti a licenza, a tasse e all'obbligo della iscrizione alla Camera di Commercio, e nello stesso tempo fissa l'importo dell'abbonamento e dei diritti per gli utenti. Questi sono sottoposti ad una tassa di L. 3 all'anno a favore dello Stato e L. 8 mensili a favore della Società concessionaria.

Per chi usa apparecchi senza licenza è prevista una multa di L. 200; che, se dovesse venire applicata, credo frutterebbe alla Società ed allo Stato parecchi e svariati biglietti da mille poichè chiunque facendo una piccola inchiesta tra le sue conoscenze può rilevare come ben pochi siano quelli che pagano le tasse; delle quali molti ignorano perfino l'esistenza.

E credo che per la U. R. I. sia assolutamente impossibile individuare gli ascoltatori di frodo, specialmente coloro che usano i piccoli apparecchi a galena che non hanno bisogno di aereo e di impianti visibili. Evidentemente anche in questo campo una riforma legislativa si impone, riforma complessa e che non riguarda soltanto l'Italia ma tutto il mondo.

Rilevo dal «Corriere della Sera» che una Commissione tecnica americana è stata inviata in Europa per lo studio della organizzazione della B. B. B. (British Broadcasting Company); poichè negli Stati Uniti le stazioni trasmettenti son tante che l'audizione è ridotta ad un vero caos.

Forse tale Commissione potrà cominciare a prendere quegli accordi internazionali che si impongono ormai in maniera decisiva tra le diverse nazioni per la regolamentazione delle stazioni trasmettenti.

E' evidente che quando cominceranno a funzionare le stazioni trasmettenti ultrapotenti inglesi, russe e tedesche il problema assumerà una importanza veramente notevole per la possibilità che avranno queste stazioni di trasmettere tutte le notizie possibili anche a detrimento di altri Stati.

Della regolamentazione e della disciplina delle stazioni trasmettenti pare dovrà occuparsi la Società delle Nazioni, per iniziativa inglese, e sin da ora prevedo che inevitabili attriti sorgeranno tra le Nazioni che mal volentieri si sottoporrono alle leggi della Lega stessa, leggi che per la loro compilazione condurranno alle discussioni interminabili.

Oltre ai rapporti di diritto internazionale pubblico dovranno essere studiati anche i rapporti di diritto internazionale privato per la protezione dei diritti di autore, che evidentemente debbono essere tutelati anche per le trasmissioni radiotelefoniche.

Intanto, nell'attesa della probabile Conferenza internazionale sarebbe assai interessante uno studio di diritto comparato tra le diverse legislazioni in materia, delle più importanti nazioni del mondo.

E' logico che dallo studio di tali legislazioni dovrebbe sortire la legislazione «tipo» per la disciplina dei servizi di radiotelegrafia.

Avv. LEONE PESCI.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Ing. EMILIO BIFFI. — *Strumenti di misura ed apparecchi elettrici*. — Volume di 376 pagine, 18 x 24 cm. con 303 figure. - Libreria Editrice Politecnica - Milano. - L. 50.

Nella bella veste tipografica a cui ci ha ormai abituati la Libreria Editrice Politecnica, si è pubblicato questo volume nel quale l'Ing. Biffi ha raccolto ed ampliato le lezioni tenute agli allievi della Scuola Laboratorio di Elettrotecnica per Operai annessa alla Scuola di Ingegneria di Milano. Il libro segue perciò — com'è naturale — il programma del Corso di insegnamento e conserva fedelmente la suddivisione e l'ordine dei diversi argomenti e capitoli quale era nell'antico Corso di dispense litografate, dettate dal Prof. Barbagelata, che tenne l'insegnamento per i primi dieci anni di vita della Scuola. In molti punti il Biffi ha persino voluto conservare il testo di quelle dispense, che sarebbe perciò stato forse opportuno ricordare nella prefazione. Non si vuole con ciò togliere merito all'opera del Biffi, che ha completamente rifuso alcune parti; che nuovi capitoli ha aggiunto, che molti argomenti ha ampliato e che ha introdotto qua e là alcune trattazioni analitiche che, per quanto sempre di carattere elementare, tendono a rialzare il tono ed il livello dell'opera.

Dopo i preliminari dedicati alla rappresentazione delle grandezze elettriche variabili ed alla definizione e classificazione degli errori di misura, il libro tratta, nella prima parte — gli strumenti di misura indicatori, descrivendo le parti costruttive comuni a tutti: perni, sospensioni, indici, scale, ammortimento — e studiando poi nei tre capitoli successivi, amperometri e voltmetri per sole correnti continue, per correnti continue ed alternate e per sole correnti alternate. Tratta poi dei trasformatori di misura, delle misure di potenza mono e trifasi, e dei wattmetri, mentre gli ultimi capitoli sono dedicati agli ohmmetri, ai fasometri, ai frequenzimetri (insieme ai quali sono trattati — e non se ne vede bene la ragione — gli amperometri indicatori di massima) ed i termometri e pirometri elettrici.

La seconda parte tratta degli strumenti registratori ed integratori; generalità, elementi della registrazione, strumenti a registrazione diretta ed indiretta, amperometri, wattometri, elettrodinamici e ad induzione. Contatori speciali.

La terza parte riguarda gli apparecchi di manovra: interruttori per alte e basse tensioni, comando, relais; la quarta parte gli apparecchi di regolazione, e la quinta quelli di protezione: limitata, per le sovracorrenti, alle valvole (avendo già trattato dei relais, nella terza parte) ed alla disaccensione automatica; mentre alla protezione contro le sovratensioni (origine, protezioni preventive, per smorzamento, scaricatori) sono dedicate le ultime 60 pagine del volume.

Nel complesso l'opera del Biffi riuscirà certamente utile oltretutto ai tecnici a cui è particolarmente diretta, anche ai giovani ingegneri ed a quanti desiderano acquistare una buona conoscenza pratica degli apparecchi e degli strumenti elettrici.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

Indicatore della produzione francese 1925. — Un volume legato in tela, formato 16 x 24 cm., pubblicato sotto il patronato del Ministero del Commercio e dell'Industria ed onorato da una sovvenzione del Ministero degli Affari Esteri. - Editto dalla Association Nationale d'Expansion Economique - 23, Avenue de Messine - Paris (8).

ASSOCIAZIONE NAZIONALE INDUSTRIE ELETTRICHE. — *Gli elenchi delle acque pubbliche d'Italia.* — Volume primo: Elenchi delle provincie da Alessandria a Como. - Un volume formato 17 x 26,5 cm., legato in tela, di pag. 866. - Edizioni dell'Aniel - Foro Bonaparte, 31 - Milano (9). - Prezzo del volume L. 50. L'opera completa in tre volumi L. 120.

NOTE ECONOMICHE

Errata-corrige.

Nella tabella del corso dei titoli, pubblicata a pag. 42 del numero del 15 Gennaio 1926, è accaduta una inversione nei valori nominali delle azioni Tecnomasio e Tirso. Anziché Tecnomasio 250 e Tirso 100, deve leggersi Tecnomasio 100 e Tirso 250. L'inversione appare naturalmente evidente dall'esame delle altre colonne della tabella, che danno le quotazioni dei titoli stessi; ma il Tecnomasio ci ha chiesto di richiamare — come facciamo — l'attenzione sull'involontaria inversione, ritenendosi da essa gravemente danneggiato.

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani (*)

- N. 188047 — COMPAGNIE FRANCAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS THOMSON HOUSTON: Perfectionnements aux modes et appareils de finissage des ampoules. — 30-6-1920.
- N. 188049 — La stessa: Perfectionnements dans la fabrication des lampes à incandescence et articles similaires. — 30-6-1920.
- N. 188051 — La stessa: Perfezionamenti nei e relativi agli stampi o forme per la lavorazione del vetro. — 30-6-1920.
- N. 201108 — EVERSHEIM P.: Lampe à vapeur métallique. — 7-7-1921.
- N. 225821 — FORT - FORTNITURE OPERE RAPPRESENTANZE TECNICHE (Soc.): Processo per la fabbricazione di lampade elettriche con filamento a spirale ed ampolla riempita di gas rigenerate. — 13-11-1923.
- N. 224658 — GROSSO Ing. & G. KLUZER, UFF. RAPPRESENTANZE INDUSTRIALI: Dispositivo destinato a servire come sospensione e come impugnatura nelle lampade portabili. — 11-9-1923.
- N. 227804 — ZELLER M.: Elemento a riempimento o batteria a riempimento, particolarmente per piccola illuminazione. — 11-2-1924.
- N. 200675 — SOPER J. P. H., TERREIL T.: Perfezionamenti nella fabbricazione delle reticelle incandescenti per gas. — 21-7-1921.
- N. 201303 — RUSSO D.: Lampade a filamento multiplo collegati in parallelo. — 28-7-1921.
- N. 227705 — RIBALTA AYMERICH T.: Dispositivo per evitare la disgiunzione di lampade elettriche dai portalampade. — 7-2-1924.
- N. 227291 — NAAMLOOZE VENNOOTSCHAP PHILIPS GLEOILAMPEN-FABRIEKEN: Lampade elettriche ad atmosfera gassosa. — 10-1-1924.
- N. 200752 — MOLLO C. P.: Lampada ad acetilene senza guarnizione sistema Mollo. — 5-7-1921.
- N. 227489 — IZZO V.: Cassetta per suppellettili funerarie applicabile ai monumenti funerari in genere. — 31-1-1924.
- N. 226132 — HUMPHREYS & GLASGOW Ltd.: Perfezionamenti alle disposizioni per regolare il funzionamento di generatori di gas d'acqua. — 27-11-1923.
- N. 201269 — HARRIS J. A.: Appareil pour commander la circulation des voitures. — 23-7-1921.
- N. 224741 — GROSSO Ing. & G. KLUZER, UFF. RAPPRESENTANZE INDUSTRIALI: Generatore di gas acetilene.
- N. 227868 — ALBERT HIRT & C.: Apparecchio per misurare automaticamente la contrazione nei forni ceramici ed avvertire che questa contrazione è raggiunta, sia mediante suoneria elettrica, sia con ogni altro mezzo. — 8-2-1924.
- N. 227798 — ANTONELLO & ORLANDI: Forno elettrico a radiazione diretta e volano termico per pane, pasticceria, biscotti ed altre applicazioni. — 8-2-1924.
- N. 201251 — DUNI P.: Innovazioni nella costruzione delle cucine economiche elettriche. — 21-7-1921.
- N. 200365 — CARBONCINI G.: Perfezionamenti negli elementi di riscaldamento elettrico. — 21-6-1921.
- N. 227729 — IMESCINEL, Soc. An.: Apparecchio termo-elettrico per il riscaldamento dei liquidi. — 1-2-1924.
- N. 201344 — KINDLIMANN & Cie.: Apparecchio elettrico portatile da riscaldamento con accumulazione di calore. — 30-7-1921.
- N. 200815 — LEMOINE H. G.: Perfectionnements apportés au chauffage par l'électricité. — 19-7-1921.
- N. 200462 — MIDALI C.: Innovazioni nella fabbricazione dei tessuti per usi termoelettrici quali termofori, calze termoelettriche e simili. — 27-6-1921.
- N. 200753 — ROSSO F.: Riscaldatore elettrico di liquidi per apparecchi sotto pressione e semplici. — 5-7-1921.
- N. 227051 — SOC. D'ETUDES ET DE CONSTRUCTIONS METALLURGIQUES: Parafiamme per fuoro elettrico ad arco. — 2-1-1924.
- N. 226800 — TOLOTTI F.: Griglia termoelettrica sistema Tolotti. — 24-12-23.
- N. 194578 — TORTAROLO O.: Riscaldatore elettrico (Cpl). — 12-1-1921.
- N. 200827 — CIVALERI G.: Sistema dispositivo per la vulcanizzazione del caucciù in forno elettrico a radiazione diretta. — 21-7-1921.
- N. 200830 — LÜDI A.: Interrupteur électrique pour appareils de vulcanisation. — 21-7-1921.
- N. 227266 — CRIARÀ C. & BERNARDI A.: Serratura elettrica di sicurezza. — 21-1-1924.
- N. 200901 — MARIOTTI G. B.: Fornello elettrico sistema «Mariotti». — 16-7-1921.
- N. 227860 — MAGNAGHI A.: Piatto a contatto elettrico illuminante. — 7-2-1924.
- N. 200522 — SELVATICO A.: Fornello multiplo ad accumulazione termoelettrica di calore mediante massa accumulatrice divisibile. — 29-6-21.
- N. 201682 — ALEXANDER C. F. & ALEXANDER C. S.: Perfectionnements aux générateurs de vapeur. — 27-8-1921.
- N. 201693 — AMSTEL (Van) A. F.: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne. — 29-8-1921.
- N. 201383 — ARNOTT HANDFIELD F.: Perfezionamenti nei carburatori. — 9-8-1921.
- N. 227550 — ARREGHINI M.: Innovazioni alla valvola d'iniezione nei motori a combustione interna. — 29-1-1924.
- N. 227928 — BARONCINI & PARMIGIANI (Ditta): Candela per motori ad alta compressione sistema Parmigiani-Baroncini. — 7-2-1924.
- N. 225649 — BAUDET G.: Turbo-motore ad esplosione. — 5-11-1923.
- N. 227777 — BECKER L.: Processo di nebulazione del combustibile in motori ad esplosione. — 31-1-1924.
- N. 201588 — BENZ & C., RHEINISCHE AUTOMOBIL und MOTOREN FABRIK AKT. GES.: Motore a combustione interna con camera di accensione e vaporizzatore. — 5-8-1921.
- N. 228355 — BLACHE H. H.: Perfezionamenti nei motori Diesel a quattro tempi a doppio effetto e ad assi relativi. — 25-2-1924.
- N. 201493 — BOYSEN F. A.: Dispositif pour l'utilisation par choc de l'énergie des gaz d'échappement de moteurs à combustion interne. — 25 agosto 1921.
- N. 227652 — BRANDA B.: Apparecchio per battere l'esterno dei tubi di caldaie per toglierne il tartaro. — 28-1-1924.
- N. 201205 — BROWN G. A.: Perfectionnements aux bougies d'allumage pour moteurs à combustion interne. — 16-7-1921.
- N. 228373 — CAIOLI L.: Serbatoi a periferia ondulata. — 3-3-1924.
- N. 228350 — CAPPA G. C.: Dispositivo di raffreddamento dei gambi e delle sedi delle valvole dei motori. — 23-2-1924.
- N. 228351 — Lo stesso: Perfezionamenti nei sistemi di comando delle valvole per motori a scoppio. — 23-2-1924.
- N. 201783 — CARAVAGGIO A., BETTEO M. & LOMBI M.: Motore rotativo a scoppio. — 6-8-1921.
- N. 228434 — CAROSIO L. E.: Candela d'accensione per motori a scoppio a forte compressione, grande numero di giri e temperature oltre gli 800°. — 25-2-1924.
- N. 228101 — CHARPILLOZ H.: Raccordo a filtro per condotti di alimentazione di combustibile liquido ai motori. — 16-2-1924.
- N. 198882 — D'ESCAUT & MEUSE (Soc. An.): Disposition nouvelle de surchauffeurs tubulaires pour locomotives et autres applications. — 28-5-21.
- N. 226553 — DEUTSCHE EVAPORATOR, Akt.-Ges.: Impianto di caldaie a vapore per funzionamento variabile. — 13-12-1923.
- N. 220875 — EMANUELLI A. L.: Motore a scoppio a gas acetilene. — 29-5-23.
- N. 201886 — FABBRICA ITALIANA MAGNETI MARELLI: Perfezionamento nei magneti di accensione per motori a scoppio. — 19-8-1921.
- N. 201242 — FAVATA F. F.: Turbo-moteur dans lequel la chute thermique du corps qui évolue s'effectue à travers et conjointement avec un autre corps. — 20-7-1921.
- N. 201762 — FIGARI G. V.: Distributore a camere rotanti per turbina a combustione interna senza valvole. — 4-8-1921.
- N. 228368 — FORNASARI P.: Motore a scoppio a due tempi senza valvole e con cilindro sussidiario di ammissione. — 3-3-1924.
- N. 199238 — FORTINI R.: Ruota azionata da pesi. — 20-5-1921.
- N. 221055 — FREI A. & WALKER R.: Motore a combustione. — 21-11-1923.
- N. 227620 — GALLO C.: Sistema di distribuzione per motori a scoppio. — 26-1-1924.
- N. 227773 — GANZERLA C.: Riscaldatore di combustibili liquidi (petrolio) mediante lo scappamento dei motori a combustione interna. — 31-1-24.
- N. 223237 — GIOTTI U. & CANESCHI F.: Apparecchio per riscaldare la nafta o petrolio destinata ai carburatori per motori a scoppio, utilizzando il calore dei prodotti della combustione. — 22-2-1924.
- N. 228384 — GRACZYK J.: Carburatore a valvola senza galleggiante specialmente per piccoli motori. — 5-3-1924.
- N. 201732 — HEYWOOD C. F.: Perfectionnements aux dispositifs pour la mise en marche des moteurs à combustion interne. — 5-9-1921.
- N. 200975 — INGRAM J. A.: Dispositif de refroidissement pour moteur. — 5-7-1921.
- N. 201215 — KUERT A.: Innovazione nei carburatori per motori a combustione interna. — 18-7-1921.
- N. 199443 — LEFFLER C.: Dispositivo regolatore elettrico per motori specialmente per turbine ad acqua ed a vapore. — 14-6-1921.
- N. 179886 — LINK ROLLS PEREIVAL: Mezzo innovato per inumidire l'aria e la carica esplosiva fornita ai motori a combustione interna. — 20-11-1919.
- N. 201463 — MARGETSON O. & WIDDOWSON W. P.: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne. — 22-8-1921.
- N. 201798 — MARGUERRE F.: Processo e dispositivo per accumulare energia. — 8-8-1921.
- N. 228265 — MARI G.: Valvola a depressione atta a mantenere il livello costante della pressione di un gas qualsiasi adottabile nei motori a vapore, aria compressa e simili. — 1-3-1924.
- N. 227749 — MARTELLI I.: Elevatore pneumatico di combustibile liquido per motori a scoppio. — 29-1-1924.
- N. 201639 — MARTIN W. H.: Perfezionamenti ai dispositivi di scarico per motori a combustione interna. — 18-8-1921.
- N. 201624 — MELLANO A.: Alimentatore automatico per caldaie. — 13-8-21.
- N. 184400 — MERTON H.: Miglioramenti relativi al meccanismo per la iniezione a combustibile nelle motrici a combustione interna. — 22-4-20.
- N. 184400 (?) — Lo stesso: Miglioramenti apportati a teste di cilindri amovibili di motrici a combustione interna. — 22-4-20.
- N. 184405 — Lo stesso: Miglioramenti nei o relativi al meccanismo d'accensione per motori a combustione interna. — 22-4-1920.
- N. 228304 — MISSORA V.: Processo ed apparecchio per gasificare nafta ed altri combustibili poveri e pesanti entro i cilindri dei motori a combustione interna. — 19-2-1924.
- N. 227651 — NICHOLS T. W.: Perfezionamenti al meccanismo con comando a fluido e meccanico per le valvole di distribuzione e di intercettazione di motori a fluido sotto pressione. — 26-1-1924.
- N. 200514 — NIELEBOCK W.: Sistema di comando per macchine motrici a volanti, a doppio effetto per motori a stantuffo, senza giunti. — 29-6-21.
- N. 201767 — NORTH BRITISH DIESEL ENGINE WORKS Ltd. & MARCALL MACLAGAN J. C.: Dispositivo innovato per lavaggio dei motori a scoppio. — 4-8-1921.
- N. 227634 — PARMIGIANI E.: Dispositivi strozzatori per carburatori a funzionamento promiscuo od alterato con carburatori di densità diversa. — 23-1-1924.

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Farnero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20 % di sconto sulle tariffe normali, sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio nella parte pubblicità.

- N. 201291 — PIATTI DAL POZZO E.: Chiocciola idraulica a ruota ad albero verticale. — 27-7-1921.
- N. 228093 — PUCHWERKE A. G.: Motore a due tempi. — 15-2-1924.
- N. 201586 — RAIMOND D.: Dispositif d'alimentation de combustible pour moteurs à explosions. — 5-8-1921.
- N. 228166 — RENAULT L.: Perfezionamenti ai motori. — 15-2-1924.
- N. 226155 — ROCOUR G. H. M.: Perfezionamento nei dispositivi di accensione elettrica nei motori a scoppio. — 24-11-1923.
- N. 201559 — ROY NORMANN BUELL: Méthode et dispositif pour le réglage de l'alimentation d'air et de combustibles des foyers de chaudières et des fours. — 1-8-1921.
- N. 200981 — RUMOLINO S.: Economizzatore di combustibile per motori a combustione interna. — 8-7-1921.
- N. 227622 — SACCHI M.: Candela d'accensione con elettrodo centrale raffreddato. — 28-1-1924.
- N. 227900 — SCARAMUZZA G.: Metodo ed apparecchio per la produzione del vapore con trasporto e trasmissione del calore dal focolare all'acqua vaporizzante a mezzo di fluidi circolanti in circuito chiuso e con speciale applicazione ai vaporizzatori degli apparecchi per bruciare combustibili liquidi con polverizzazione a vapore. — 5-2-1924.
- N. 201292 — SCHERGAG A.: Utilisation de gas d'échappement des moteurs à combustion. — 27-7-1921.
- N. 227561 — SCHMIDTSCHE HEISSDAMPF-GESELLSCHAFT m. b. H.: Processo di produzione indiretta di vapore ad alta pressione. — 26-1-24.
- N. 228442 — Soc. An. OFFICINE MECCANICHE (già MIANI, SILVESTRI & C. A. GRONDONA, COMI & C.) FABBRICA AUTOMOBILI O. M. Brescia: Dispositivo per variare automaticamente le fasi della distribuzione dei motori a scoppio secondo la velocità del motore. — 26-2-24.
- N. 201622 — SOC. AN. D'ESCAUT & MENSE (Soc. An.): Fabrication de raccords destinés à former des éléments de surchauffeurs tubulaires. — 12-8-1921.
- N. 201786 — SOC. AN. POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDES LEBLANC VICKERS.: Moteur à explosion à deux temps. — 6-8-1921.
- N. 201711 — SULZER FRERES (Soc. An.): Dispositif de refroidissement pour pistons animés d'un mouvement de va-et-vient. — 2-9-1921.
- N. 201729 — La stessa: Chaudière chauffée électriquement, à électrodes disposées dans des tubes isolants. — 5-9-1921.
- N. 227694 — TIXI O.: Apparecchio per l'accensione iniziale delle caldaie a vapore a combustione di olio pesante. — 25-1-1924.
- N. 150013 — TOCCHI G.: Motore a pendolo. — 31-7-1915.
- N. 201782 — TOSI F. (Soc. An.): Regolatore di velocità. — 6-8-1921.
- N. 201612 — VARIABLE SPEED GEAR Ltd.: Perfectionnements aux pompes et moteurs hydrauliques. — 11-8-1921.
- N. 199952 — VIOLET M. A.: Moteur à explosion à deux temps. — 31-5-1921.
- N. 227958 — VISONÀ G. B.: Griglia rotativa automatica per impianti idraulici. — 7-2-1924.
- N. 199310 — WEDDINGEN (Van) L. FLORIS C. M.: Procédé pour l'élimination des incrustations dans les chaudières à vapeurs et pour l'adoucissement de l'eau d'alimentation à l'aide d'un nouveau produit. — 28-5-21.
- N. 166373 — WESTINGHOUSE SOC. IT.: Innovazioni negli apparecchi elettrici di accensione per motori a scoppio. — 25-4-1918.
- N. 227751 — AGNOLA D.: Congegno elettrico per treni in moto atto a trasmettere e ricevere segnalazioni. — 30-1-1924.
- N. 227501 — CALFON M.: Apparecchio elettro segnalatore. — 21-1-1924.
- N. 202039 — LABRIOLA P.: Staffone ribaltabile a movimento elettromagnetico per tramway elettrici. — 25-8-1921.
- N. 201570 — ACLASTITE (Soc. An.): Commutatore azionato mediante leva oscillante. — 2-8-1921.
- N. 241752 — AKTIENGESSELLSCHAFT BROWN BOVERI & C.: Bac de transformateur avec réfrigérants pour l'huile. — 3-8-1921.
- N. 201867 — La stessa: Installation de distribution à haute tension. — 16-8-21.
- N. 228443 — La stessa: Dispositivo di contatto a molle per apparecchi interruttori elettrici. — 26-2-1924.
- N. 226873 — ARNO' R.: Processo e dispositivo per la registrazione magnetica armonica telegrafo-fonica e radiotelegrafo-fonica. — 20-12-1923.
- N. 236380 — BARR AND STROND Ltd.: Perfezionamenti riguardanti i soccorritori e dispositivi analoghi. — 14-12-1923.
- N. 227520 — BIANCHI L.: Dispositivo di protezione contro i corto-circuit nelle pile elettriche. — 26-1-1924.
- N. 201158 — BIGNAMI P.: Perfezionamento nel controllo dei motori elettrici per autoveicoli. — 12-7-1921.
- N. 201864 — BOMBETTI G.: Perfezionamento nella costruzione dei limitatori di corrente elettrica. — 16-8-1921.
- N. 701653 — BREISIG F.: Sistema e dispositivo per determinare i disturbi in conduttori multipli specialmente nei cavi telefonici con parecchie coppie di fili. — 23-8-1921.
- N. 201152 — BRUNT J. & C. COMP. AN. CONTINENTALE: Compteur d'induction avec organe perfectionné de réglage des faibles charges pour la mesure de la puissance consommée en courant alternatif. — 11-7-21.
- N. 200516 — BUCCELLI F. e BRUSANI E.: Interruttore elettrico funzionante anche da valvola. — 29-6-1921.
- N. 226247 — BULTERMANN A.: Processo di cementazione di isolatori elettrici in più pezzi. — 26-11-1923.
- N. 201728 — CARRICO N. & HUGHES F.: Sistema per riparare gli elementi di resistenze elettriche. — 5-9-1921.
- N. 201726 — CASALI V. E.: Autointerruttore elettromagnetico a temperatura per apparecchi di riscaldamento elettrico. — 3-9-1921.
- N. 201381 — CLARK W.: Perfezionamenti nelle resistenze elettriche. — 5-8-1921.
- N. 228323 — COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATERIEL D'USINES A GAZ: Sistema di soccorritore di squilibrio per circuiti polifasi. — 19-2-1924.
- N. 201396 — COMPAGNIE GEN. DE SIGNALISATION: Perfectionnements dans les électros et relais à courant alternatif. — 10-8-1921.
- N. 228077 — COSENTINI G.: Interruttore con comando a distanza per inserzione di lampade mediante bottone o pressella. — 14-2-1924.
- N. 228306 — CROSTI C.: Bella isolante per apparecchi elettrici di manovra. — 19-2-1924.
- N. 201683 — DIEHL MANUFACTURING Cy: Sistema di fabbricazione di commutatori. — 27-8-1921.

- N. 201684 — La stessa: Commutatore. — 27-8-1921.
- N. 201685 — La stessa: Commutatore. — 27-8-1921.
- N. 201686 — E. HAFELY & Cie. A. G.: Transformateur électrique pour haute tension. — 27-8-1921.
- N. 201600 — F.I.A.T.: Sistema di comando a distanza per un motore elettrico a corrente continua. — 9-8-1921.
- N. 226859 — FABRIQUE DE CABLE DE BROUËG Soc. An.: Processo per la fabbricazione di armature per cavi ad alta tensione protette contro i guasti dovuti alla tensione della rete. — 29-12-1923.
- N. 228313 — FRANCONI G.: Custodia di protezione per apparecchi elettrici ad elementi mobili. — 20-2-1924.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Esposizione Internazionale delle Comunicazioni Elettriche da tenersi in Como nell'anno 1927.

Nella ricorrenza del Centenario della morte di Alessandro Volta, che cade nel prossimo anno 1927, l'Italia tutta e Como in particolar modo, si apprestano ad onorare il Sommo Fisico, purissima gloria italiana.

Il Consiglio per le Onoranze a Volta, che si è formato a Como sotto l'alto patronato di S. E. Benito Mussolini, Presidente del Comitato d'Onore, e che nel Comitato Esecutivo conta come Presidente Onorario il Sen. Marconi, ha concretato il piano delle Onoranze in un programma che è qui riassunto:

Esposizione Internazionale delle Comunicazioni Elettriche;
Esposizione Nazionale Serica;
Esposizione d'Arte;
Museo Voltiano;
Gallerie del Lavoro;
Mostre temporanee (cereali, frutta, fiori, caccia, pesca);
Campionati di Sport Nazionali ed Internazionali;
Congressi Mondiali;
Spettacoli teatrali, concerti, festeggiamenti.

Queste manifestazioni si svolgeranno dal maggio all'ottobre 1927 alla Villa Olmo e nel suo grandioso Parco.

La più importante manifestazione è certamente quella della Esposizione Internazionale delle Comunicazioni Elettriche, che comprende le applicazioni della Pila di Volta alla Telegrafia e Telefonia con e senza filo e che nel glorioso binomio italiano-Volta-Marconi riassume ed esalta la portata immensa delle scoperte italiane del passato e del presente.

Il Comitato Generale dell'Esposizione ha incaricato l'Associazione Elettrotecnica Italiana per l'organizzazione e la consulenza tecnica dell'Esposizione e la Presidenza Generale dell'A. E. I. ha designato il Prof. Di Pirro e il Prof. G. Vallauri per formulare i due programmi base dell'esposizione stessa.

I. — Per le comunicazioni con fili, il programma qui riassunto e dettato dal Prof. Giovanni Di Pirro, comprende:

- a) Pile ed accumulatori;
 - b) Macchine telegrafiche. - Sistemi di corrispondenza telegrafica e dispositivi per realizzarli. - Impianti degli Uffici;
 - c) Tipi di centrali telefoniche manuali e batteria locale e centrale;
 - d) Tipi di centrali telefoniche automatiche;
 - e) Tipi di materiali impiegati per le linee aeree. - Tipi di cavi telegrafici e telefonici aerei e sotterranei;
 - f) Cavi telegrafici e telefonici sottomarini. - Apparecchi impiegati nella telegrafia sui cavi;
 - g) Telefonia a grande distanza. - Trasformatori. - Rocchetti Pupin. - Amplificatori;
 - h) Apparecchi di misura adoperati nella telegrafia e telefonia per lo studio delle proprietà delle linee e degli apparecchi, e per la ricerca dei guasti;
 - i) Metodi e dispositivi impiegati per proteggere le linee contro le perturbazioni induttive;
 - k) Parte statistica. - Dimostrazione mediante grafici od altro dello sviluppo degli impianti telegrafici e telefonici nei vari paesi del mondo;
 - l) Organizzazione dell'insegnamento della telegrafia e della telefonia. - Raccolta delle pubblicazioni in materia telegrafica e telefonica.
- Tutti i materiali ed apparecchi dovranno essere così ordinati da mostrare l'evoluzione e lo sviluppo.
- Alcuni dei più interessanti apparecchi dovranno poi essere installati in modo da poter funzionare.
- Dovranno essere invitate a partecipare alla Mostra tutte le Amministrazioni telegrafiche e telefoniche del mondo e le principali Case costruttrici.

II. — Per le comunicazioni senza fili il Prof. Giancarlo Vallauri ha preparato il seguente programma di massima:

La mostra dovrà abbracciare due parti: una mostra storica ed una mostra industriale.

- a) Sala storica. - Cimeli di Marconi. - Pubblicazioni inerenti;
- b) Esperienze di Hertz-Righi;
- c) Stazioni a scintilla tipo Marconi a rocchetto e con alternatori a frequenza acustica;
- d) Cimeli e tipi di tubi elettronici;
- e) Apparecchi trasmettitori e ricevitori a triodi per radiotelegrafia e telefonia. - Tipi speciali per onde corte e cortissime ed apparecchi registratori. - Apparecchi di misura;
- f) Accessori per impianti radio;
- g) Generatori ad arco ed alternatori ad alta frequenza. - Moltiplicatori di frequenza;
- h) Centri radio dimostrativi con apparecchi funzionanti;
- i) Tipi di aerei e sistemi irradianti e ricevitori per le varie gamme di lunghezza d'onda. - Sistemi direttivi. - Modelli.

Saranno pure organizzati nell'occasione dell'Esposizione i seguenti Congressi internazionali:

- 1) Congresso internazionale di Fisica;
- 2) Congresso internazionale di Telegrafia, comprendente concorsi di telegrafia;
- 3) Congresso internazionale delle Radiocomunicazioni;
- 4) XXXII Congresso annuale dell'A. E. I.

Oltre ai sopracitati verranno pure indetti altri Congressi di cui non è possibile dare subito dati precisi.

Il Comitato dell'Esposizione ha pure iniziata la pubblicazione di una rivista «*Voltiana*» — organo ufficiale del Comitato per le onoranze a Volta. Detta rivista, oltre alle notizie riguardanti le manifestazioni suddette, pubblicherà articoli di attualità scientifiche e tecniche dei più noti scienziati.

Dello svolgimento e della preparazione del vasto programma terremo informati i soci dell'A. E. I. che all'invito del Comitato Voltiano ha risposto dando la sua valida cooperazione.

Comitato Esecutivo per le onoranze a Volta.

Presidente Onorario: Marconi On. Sen. Guglielmo;
Presidente effettivo: Medai Cav. Avv. Enrico;
Vice Presidente: Brambilla Gr. Uff. Enea;
 " " Cattaneo Comm. Giuseppe;
 " " Sartori Ing. Prof. Giuseppe;
Segretario Generale: Musa Comm. Ing. Enrico.

Commissione per l'ordinamento della Mostra delle Comunicazioni Elettriche.

Presidente: Sartori Ing. Prof. Giuseppe;
Segretario: Comboni Ing. Giuseppe;
Consiglieri: Barbagelata Ing. Prof. Angelo; Dina Ing. Prof. Cav. Alberto; Di Pirro Cav. di Gr. Croce Prof. Giovanni; Gianminola Ing. Cav. Giovanni; Gnesutta Ing. Eugenio; Jacchia Ing. Cav. Salvatore; Merizzi Ing. Giacomo; Montù On. Ing. Prof. Carlo; Monzini Ing. Marco; Motta On. Ing. Giacinto; Negretti Comm. Ing. Luigi; Pagani Ing. Cav. Giuseppe; Pession Prof. Uff. Giuseppe; Ponti On. Prof. Ing. G. G.; Pugno-Vanoni Ing. Enzo; Rosasco Rag. Mario; Semenza Gr. Uff. Ing. Guido; Soleri Comm. Ing. Prof. Elvio; Vallauri Ing. Prof. Gr. Uff. Giancarlo.

Commissione dei Congressi Scientifici.

Presidente: Majorana Gr. Uff. Prof. Dott. Quirino;
Segretario: N. N.
Consiglieri: Arnò Ing. Prof. Comm. Riccardo; Berzolari; Fantoli Ing. Cav. Prof. Gaudenzio; Grassi Prof. Cav. Francesco; Mascardi Prof. Francesco; Murani Prof. Comm. Oreste; Pontremoli Prof. Aldo; Solmi On. Prof. Arrigo; Volterra; Corbino Sen. Orso Mario.

Commissione per l'ordinamento dell'Esposizione Nazionale Serica.

Presidente: Cattaneo Comm. Rag. Giuseppe;
Segretario: Pizzochero Cav. Rag. Alberto.

Commissione di Finanza.

Presidente: Andina Cav. Uff. Alberto;
Segretario: De Col Rag. Cav. Giovanni.

Commissione amministrativa.

Presidente: Jhan Cav. Rag. Oreste;
Segretario: Trolli Cav. Rag. Virgilio.

Commissione legale.

Presidente: Rosati On. Comm. Avv. Mariano;
Segretario: Masciadri Avv. Piero.

Commissione per l'Esercizio ed Economato.

Presidente: Stucchi Gr. Uff. Enrico;
Sezione a): Alloggi, approvvigionamenti e servizi affini;
Segretario: Forcati Cav. Arturo.
Sezione b): Trasporti e viaggi;
Segretario: Erba Cav. Achille.

Commissione Studi Voltiani, Stampa, Propaganda, Pubblicità.

Presidente: Scolari Prof. Felice;
Segretario: N. N.
Sezione a): Studi Voltiani;
Segretario: Volpati Prof. Carlo.
Sezione b): Stampa, propaganda, pubblicità;
Segretario: Pagani Pino.

Commissione per le Costruzioni.

Presidente: Linati Comm. Ing. Arch. Eugenio;
Segretario: Giussani Ing. Gabriele.

Commissione per l'ordinamento delle Mostre temporanee.

Presidente: Airoidi Barone Paolo di Robbiate;
Segretario: Fornaci Cav. Dott. Camillo.

Commissione d'Arte, Sport, Spettacoli e Festeggiamenti.

Presidente: Baragiola On. Comm. Carlo;
Segretario: N. N.

a) Sottocommissione d'arte:

Presidente: Lanfranconi Cav. Uff. Ferdinando;
Segretario: Ing. Aschieri.

b) Sottocommissione Sport:

Presidente: Torlaschi Cav. Dott. Nino;
Segretario: Airoidi Rag. Giuseppe.

c) Sottocommissione Spettacoli e Festeggiamenti:

Presidente: Stucchi Comm. Arturo;
Segretario: Rebuschini Avv. Domenico.

XXXI RIUNIONE DELL'A. E. I. BRESCIA - Settembre 1926

PROGRAMMA TECNICO DI MASSIMA.

Mezzi ed apparecchi per assicurare la continuità del funzionamento degli impianti elettrici.

- a) Schemi di collegamento dei vari impianti;
Limiti pratici del funzionamento in parallelo;
Contributo di corrente energetica e di corrente reattiva delle varie centrali - Rifasamenti e motori sincroni funzionanti a vuoto.
Centrali termiche di sussidio - Servizi privilegiati.
- b) Organizzazione del servizio - Ripartitore;
Comunicazioni fra le centrali: trasmissioni ad onde libere e ad onde guidate.
- c) Apparecchi e dispositivi di protezione contro le *sovracorrenti*;
Sistemi differenziali e sistemi a caduta di tensione - Sistemi a squilibrio;
Regolazione e limitazione automatica delle correnti.
- d) Apparecchi e dispositivi di protezione contro le *sovratensioni*;
Loro limite d'impiego nel caso di moderate, alte, altissime tensioni;
Messa a terra del neutro, con e senza resistenza e reattanza.
- e) Registrazione degli accidenti e irregolarità negli impianti;
Organizzazione delle relative statistiche.
- f) Norme per la costruzione delle linee aeree;
Varie.

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

Verbale della seduta tenutasi il 9 ottobre 1925 a Napoli
(approvato nella seduta del 24 gennaio 1926 a Milano)

Presenti: Lombardi, *Presidente*, Barbagelata, *Segretario*; Bordoni, Cenozato, Ceradini, Clerici, Del Buono, Ferraris, Morelli, Reborà, Sartori, Marco Semenza, Soleri, G. C. Vallauri, Vannotti.

Scusano l'assenza: Carcano, Ganassini, Dina, Manfredi, Mengarini, Semenza G., Norsa, Montù, R. Vallauri, Emanueli, Ucelli.

Assenti: Alessandri, Arcioni, Bardeloni, Bellincioni, Belluzzo, Broggi, Campos, Catenacci, Civita, Corbino, Correggiari, Di Pirro, Grassi, Fachini, Fano, Ferrerio, Ferrero, Lari, Maffezzoli, Massarelli, Pession, Ponti, Prinetti, Revessi, Sarli, Scarpa.

Si legge e si approva il verbale della seduta precedente. In relazione alla questione del numero di copie delle pubblicazioni generali da chiedere a Londra, si delibera di aumentarlo a 30-60 rispettivamente in relazione all'aumento del numero dei Membri del Comitato.

Il Presidente Lombardi comunica quindi che la Presidenza dell'A. E. I., in seguito a autorizzazione avuta dal Consiglio Generale, ha chiamato a far parte del Comitato Elettrotecnico Italiano i Signori: Ing. Bellincioni (Presidente dell'Associazione delle Acque Pubbliche d'Italia), Ing. Correggiari (delle Officine G. P. Clerici - Aniel), Ing. Civita dell'Associazione Esercenti Imprese Elettriche, Ing. Fano (Anglo Romana - Aniel), Dott. Fachini (direttore del Laboratorio Oli e Grassi di Milano), Ing. Ferrerio (Vice direttore Soc. Edison - Aniel), Ing. Massarelli (direttore Associazione Industriali per prevenire gli infortuni sul lavoro), Ing. Sarli (Ansaldo), Dr. Scarpa (Prof. di Elettrochimica), Ing. Alfonso Maffezzoli (Prof. di Ferrovie a Napoli).

In seguito a tali nuove nomine si prende in esame e si discute la ricomposizione dei Sottocomitati. Si delibera in primo luogo di fondere i Sottocomitati Simboli e Nomenclatura, in considerazione del poco lavoro che attualmente incombe al Sottocomitato della Nomenclatura.

A domanda di Bordoni, il Presidente Lombardi conferma che per lavori speciali ciascun Sottocomitato può valersi non solo dell'opera di singoli membri estranei al Sottocomitato stesso, ma può richiedere direttamente la collaborazione di altri Sottocomitati. Tale sarebbe il caso, per esempio della preparazione dei Simboli per impianti di trazione, per i quali è evidentemente necessaria la collaborazione del Sottocomitato Motori Trazione.

Si delibera pure che nessun membro possa essere Presidente di più di un Sottocomitato.

Si delibera pure la ricostituzione del nuovo sottocomitato Norme Impianti, che deve sostituire la cessata Commissione speciale dell'A. E. I.

Circa il programma di lavoro il Presidente Lombardi ricorda che la Segreteria ha sempre inviato a tutti i Presidenti dei Sottocomitati le comunicazioni ricevute dalla Commissione di Londra, relative agli argomenti di loro speciale competenza, le quali determinano appunto il programma di lavoro. In ogni modo la Segreteria provvederà anche a scrivere direttamente a tutti i Presidenti dei Sottocomitati ricostituiti comunicando loro i compiti affidati ai Sottocomitati stessi.

In linea generale il Presidente Lombardi raccomanda a tutti i Presidenti dei Sottocomitati la massima attività e dà in proposito notizia di una lettera dell'Ing. Semenza G., Presidente della Commissione Internazionale, aggiungendo che sarà necessario poter portare in una seduta plenaria, che si terrà probabilmente in principio di gennaio, tutte le proposte e relazioni che dovranno essere inviate a Londra in previsione della riunione internazionale dell'aprile.

In relazione a tale riunione internazionale la Presidenza di Londra ha richiesto di designare un esperto per la trattazione dei temi:

1) «La vraie signification de la température ambiente, la température maximum admissible et l'échauffement dans les prescriptions d'essai pour les machines électriques»,

2) «Quelle est l'importance de la demande d'une surcharge dans votre pays et quelles sont les raisons principales d'une telle demande».

Si ritiene che il secondo tema sia piuttosto oggetto di statistica che non di una relazione e per il primo tema si approva di affidare la trattazione ai colleghi Morelli e Vannotti.

Vannotti chiede che il Sottocomitato Oli indichi prossimamente una riunione a cui possano partecipare i rappresentanti dei fornitori, per eliminare alcuni inconvenienti a cui hanno dato luogo le attuali Norme italiane degli Oli. Il Presidente accetta la proposta Vannotti e, dopo lettura e approvazione del bilancio, si toglie la seduta.

*

Seduta del 24 gennaio 1926

Assai numeroso si è riunito il Comitato Elettrotecnico il giorno 24 Gennaio u. s. a Milano sotto la Presidenza del Prof. Lombardi.

Nella laboriosa seduta che ha occupato l'intera giornata, si è trattato della formazione della Delegazione italiana alla prossima riunione di New York di cui già si diede notizia e che è venuta ad assumere la maggiore importanza per il fatto che oltre a quella dei Comitati di studio vi sarà una riunione plenaria della Commissione Internazionale; è perciò sommamente desiderabile che, come si spera, gli Enti e le autorità rappresentati nel Comitato possano inviare per proprio conto dei rappresentanti a New York, in modo che la Delegazione italiana possa riuscire numerosa ed autorevole, in relazione all'importanza della riunione e a quanto faranno le altre nazioni principali.

Nella seduta si è poi esaminato tutto il vasto programma di lavoro che formerà oggetto della prossima riunione internazionale, dando mandato ai presidenti dei singoli Sotto-Comitati di redigere, sulla base della discussione stessa, i rapporti definitivi da trasmettere a Londra.

Si è infine ritoccata la composizione di alcuni dei sottocomitati interni.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI NAPOLI

Verbale dell'Assemblea 9 gennaio 1926.

Presiede il Presidente, Ing. Selmo.

1. — Comunicazioni della Presidenza.

Presidente: Ho due comunicazioni da fare:

a) La prima si riferisce al Congresso 1925, dopo del quale non abbiamo avuto più occasione di riunirci. Devo informarvi che dalla Presidenza Generale e da numerosi singoli partecipanti ci sono pervenute lusinghiere attestazioni sulla riuscita del Congresso e calorosi ringraziamenti. Nel darvene atto mi sento in obbligo di ricordare in questa Sede il largo appoggio ottenuto da tutte le Autorità cittadine, e di rivolgere un ringraziamento a tutti i Soci collettivi per il loro concorso alla riuscita del programma, con speciale riconoscenza menzione all'Ente Autonomo Volturmo e alla Società Meridionale di Eletticità, che hanno contribuito al successo in misura che non poteva essere più entusiastica e più efficace. Infine mi sento in obbligo di dimostrare la gratitudine della Presidenza a tutti i Soci, che hanno accettato di far parte delle Commissioni organizzatrici, assolvendo il loro compito in modo perfetto;

b) La seconda riguarda una lettera dell'Ufficio Centrale, il quale nell'avvisarci l'avvenuto invio a grande velocità degli Annuari, informa che gli stessi vanno distribuiti esclusivamente ai Soci in regola con la quota 1926 e arretrati.

Nessuno domandando la parola, le comunicazioni della Presidenza sono approvate.

2. — Variazione dei Soci.

Presidente: Sottopongo all'approvazione dell'assemblea le seguenti variazioni nei Soci.

a) Ammissione di 25 nuovi soci.

b) Passaggio alla Sezione di Napoli di un socio proveniente dalla Sezione di Palermo e di due soci provenienti dalla Sezione di Milano.

c) Passaggio ad altre Sezioni di due soci della Sezione di Napoli. L'assemblea approva.

3. — Bilancio consuntivo 1925.

Presidente: Dò la parola al Cassiere, Ing. Saggese, per l'esposizione del bilancio consuntivo 1925.

Saggese: Espone e chiarisce il seguente bilancio consuntivo:

Attivo:

Residuo esercizio 1924	L. 12.953,80
Interessi Cassa Risparmio	» 317,50
Quote annuali incassate soci individ. residenti 261 x 54	» 14.094,—
Soci individuali non residenti 75 x 50	» 3.750,—
Soci individuali non residenti 5 x 45	» 225,—
Soci studenti 1 x 40	» 40,—
Soci collettivi prima categoria 22 x 250	» 5.000,—
Tasse di ammissione 59 x 5	» 295,—
Soci collettivi seconda categoria 8 x 120	» 960,—
Tasse di ammissione 3 x 10	» 30,—
Ricupero arretrati	» 402,—
Rimborso Sede centrale per un socio vitalizio	» 19,—
Ricavato vendite Norme A. E. I.	» 8,20

Passivo:

Pigione locali della Sede	»	1.800,—
Contributo alla Sede Centrale - Soci individuali 376 x 35 L.	13.160,—	
Soci collettivi 34 x 70	»	2.380,—
Concorso spese impianto calorifero Sede	»	500,—
Abbonamento a periodici	»	215,60
Agli impiegati (scrivano esattore, usciere)	»	488,40
Spese di cancelleria, stampati e posta, piccole spese	»	1.727,40
Residuo attivo a pareggio	»	18.323,10

L. 38.594,10

Presidente: A termine del Regolamento invito i soci, Ing. Mario Bottacchi e Jona Sig. Roberto a esaminare in qualità di revisori il bilancio e tutti i documenti giustificativi.

Revisori: Dichiarano che il bilancio corrisponde ai documenti e che lo hanno trovato perfettamente regolare.

Presidente: Prego di approvare il bilancio consuntivo 1925 nella misura e termini esposti dal Cassiere, e sono sicuro di interpretare il pensiero di tutti i soci dicendo che il voto di approvazione ha significato di plauso per l'attiva e diligente opera del Cassiere, Ing. Saggese. L'assemblea approva all'unanimità.

4. — *Aumento quote sociali.*

Presidente: A seguito della deliberazione presa nel passato ottobre dall'assemblea generale dei soci di aumentare il contributo delle Sezioni alla Sede Centrale, la Sezione di Napoli, supposto che rimanga invariato il numero dei Soci in quattrocentoventi, deve corrispondere alla Sede Centrale un contributo di complessive L. 21.720. Sempre nell'ipotesi del numero invariato dei Soci e mantenendo inalterate le quote attuali, la Sezione incassa nel 1926 complessive lire 25.976, con una differenza attiva di L. 4.256, le quali sono insufficienti a coprire le spese della Sezione. Il Consiglio perciò, esaminato lo stato di cose, propone degli aumenti tali che, nelle ipotesi sopraconsiderate, l'incasso sia di L. 31.485 con una differenza attiva di L. 9.765, le quali sono sufficienti, pur senza larghezza, ai bisogni della Sezione.

Nessuno domandando la parola, si passa alla votazione e gli aumenti proposti vengono all'unanimità approvati nella misura che segue:

Soci collettivi di 1 ^a categoria	da L. 250 a L. 300 annue
» » » 2 ^a »	» » 120 » » 150 »
» individuali residenti	» » 54 » » 60 »
» » non »	» » 50 » » 55 »
» » residenti all'Estero	» » 54 » » 100 »
» » studenti	» » 40 » » 50 »

5. - *Rendiconto morale del triennio 1923-1925.*

Presidente: E' consuetudine che alla fine del triennio si faccia una breve relazione di quanto è stata l'attività della Presidenza e dei risultati conseguiti. La consuetudine è lodevole e perciò ho avuto incarico dal Consiglio di esporvi in brevi linee quale è stata l'opera nostra. Sarò brevissimo. Per quanto riguarda l'aumento del numero dei Soci ricorderò che al 31 Dicembre 1922 i Soci erano in totale 227 di cui 202 individuali e 25 collettivi, mentre ora i Soci sono 420, di cui 386 individuali e 34 collettivi. Per quanto si riferisce all'attività della Sezione, ricorderò che nel triennio si sono tenute 38 riunioni, nelle quali abbiamo avuto 26 conferenze individuali e sono state presentate 4 memorie collettive, una per il Congresso 1923 e tre per il Congresso 1925.

Si sono effettuate nel triennio visite e gite in numero di 18 e precisamente 10 visite a Stabilimenti locali e 8 gite, tra cui 3 di notevole importanza alle Centrali Matese, alla Centrale di Capo Volturno e agli impianti del Tirso in Sardegna. Infine la partecipazione a tutte le riunioni del Consiglio Generale, la partecipazione attiva della Presidenza e dei singoli Soci ai Congressi Annuali, la proposta che il Congresso 1925 avesse luogo a Napoli e l'organizzazione di questo Congresso rappresentano l'opera nostra per la valorizzazione della Sezione.

Ci sembra con ciò di aver cercato di tenere fede al programma, che aveva avuto la vostra approvazione, quando ci faceste l'onore di eleggerci a questo posto e constatiamo che durante questo triennio si è formato fra i Soci quell'affiatamento e quell'affratellamento che sono una prerogativa in genere della nostra Associazione, ed ora lo sono in modo particolare della nostra Sezione. Risultato questo che è forse il più importante dell'opera nostra e che in ogni modo è quello a noi più caro.

Col nostro ringraziamento a voi tutti per la vostra benevolenza e per la vostra cooperazione, e col nostro cordiale saluto chiudo dicendovi che nel nostro lavoro, anche sbagliando o anche non riuscendo, siamo sempre stati animati dall'affetto comune a tutti noi per la nostra Sezione.

Melazzo: E' sicuro d'interpretare il sentimento di tutti i Soci rivolgendo a tutto il Consiglio, e al Presidente Ing. Selmo in particolare, un sentito ringraziamento per l'opera faticosa svolta nel triennio sia per quanto riguarda lo sviluppo che per quanto concerne l'attività e la valorizzazione della Sezione. La riuscita del Congresso 1925 è il

coronamento dell'opera intelligente e diligente svolta, per la quale propone che sia fatto un vivo voto di plauso.

L'Assemblea unanime applaude e il Presidente ringrazia tutti con speciale riconoscenza al Prof. Melazzo per le benevoli parole a Lui rivolte.

6. - *Elezioni alle cariche sociali.*

Presidente: Per le elezioni alle cariche ricorda che a termine dell'art. 13 del Regolamento della Sezione nessuno di coloro che scadono è rieleggibile alla medesima carica, eccettuati il Segretario, il Vice Segretario e il Cassiere. Ricorda ancora che si deve procedere alla nomina di un Presidente, di un Vice Presidente, di un Segretario, di un Vice Segretario, di un Cassiere, di 8 Consiglieri della Sezione e di 4 Consiglieri Delegati.

Invita i Soci Ing. Ugo Torelli, Ing. Tullio Masturzo e Ing. Alberto Steinmann a raccogliere le schede e a procedere allo scrutinio. Il risultato della votazione è il seguente:

Votanti	64.
Presidente - Cangia Ing. Giuseppe Domenico	voti 59
Vice Presidente - Focaccia Ing. Basilio	» 64
Segretario - Gigante Ing. Carlo	» 61
Vice Segretario - Masturzo Ing. Tullio	» 61
Cassiere - Ing. Achille Saggese	» 64
Consiglieri - Allocati Ing. Nicola	» 60
Battaglia Ing. Mario	» 63
Bourelly Ing. Guido	» 58
Carlevaro Prof. Enzo	» 64
Filangieri Ing. Roberto	» 62
Guerra Ing. Carlo	» 64
Rossi Ing. Ettore	» 64
Selmo Ing. Luigi	» 64
Consiglieri Delegati - Forges Davanzati Ing. A.	» 58
Gambardella Ing. Guido	» 45
Maffezzoli Ing. Alfonso	» 61
Motti Ing. Francesco	» 64

Presidente: Nel proclamare gli eletti esprimo la mia soddisfazione per il risultato della votazione, perchè l'Ing. Cangia e l'Ing. Focaccia danno sicuro affidamento per una sempre maggiore prosperità della Sezione.

Ing. Cangia: Ringrazia per l'onore fattogli assicurando che la Sua opera sarà tutta volta al bene della Sezione.

La Seduta è tolta alle ore 22.30.

Il Segretario
Ing. VINCENZO AMARA

Il Presidente
Ing. LUIGI SELMO

Concorso per un posto di Ingegnere presso l'Ufficio Centrale.

1) A sensi della deliberazione presa dal Consiglio Generale nella seduta del 6 ottobre scorso, è aperto un concorso per un posto di Ingegnere addetto all'Ufficio Centrale dell'A. E. I.

2) I concorrenti dovranno essere cittadini italiani, ingegneri, preferibilmente elettrotecnici — e conoscere le lingue francese, inglese e tedesca — ed essere soci dell'A. E. I.

3) Il concorrente deve impegnarsi a dare tutta la sua attività per tutte le ore normali d'Ufficio, all'impiego al quale viene assunto.

Egli dovrà occuparsi del disbrigo delle pratiche e dei lavori inerenti al Giornale *L'Elettrotecnica* ed a tutte le Pubblicazioni dell'A. E. I. — seguendo le direttive del Redattore Capo — nonchè del disbrigo delle pratiche, corrispondenze e lavori dell'Ufficio Centrale, seguendo le direttive del Segretario Generale dell'A. E. I.

Dovrà inoltre funzionare da Segretario di tutte le Commissioni permanenti dell'A. E. I. (Comitato Elettrotecnico, ecc.), per coordinarne i lavori.

4) L'assunzione diverrà stabile dopo un anno di prova, ed il giudizio di conferma nell'Ufficio dopo la prova spetta esclusivamente ed in modo insindacabile, alla Presidenza Generale dell'A. E. I.

5) Per l'anno di prova lo stipendio è fissato sulla base di L. 1200 mensili posticipate. Potrà venire aumentato, in seguito, a norma di quanto delibererà la Presidenza Generale.

6) Le domande, corredate dai documenti necessari a comprovare l'età del concorrente e la sua qualità di ingegnere e di tutti quei titoli che il concorrente crederà di presentare, devono essere indirizzate entro il 28 febbraio 1926 al Segretario Generale dell'A.E.I. in doppia busta.

La busta interna sarà chiusa e porterà la sola indicazione: « Concorso dell'A. E. I. ». Quella esterna sarà indirizzata al « Segretario Generale dell'A. E. I. - Milano - via San Paolo, 10 ».

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.
I MANOSCRITTI NON SI RISTITUISCONO

Perfezionamenti nelle misure idrauliche di portata.

Diamo oggi il testo della Comunicazione fatta lo scorso dicembre dal Collega BARBAGELATA all'a Sezione di Milano e successivamente ripetuta, con notevole interesse dei soci, alle Sezioni di Roma, Bologna e Torino. Ricordiamo qui la cosa solo perchè essa costituisce un esempio di quella « circolazione delle comunicazioni » caldamente raccomandata già da molti anni dalla Presidenza Generale. (Se ben ricordiamo, la prima idea fu del Presidente G. Semenza). E' innegabile che la pubblicazione del giornale da un lato, ed il grande sviluppo tecnico delle riunioni annuali, dall'altro, hanno reso difficile l'attività delle Sezioni. Uno scambio di conferenzieri e di relatori non può dunque che giovare. Convinti come siamo che, quando le riunioni dei soci hanno lo scopo di discutere un determinato problema, le relazioni e comunicazioni sull'argomento debbano essere pubblicate prima, riconosciamo tuttavia che, quando invece una relazione ha lo scopo di far conoscere qualche nuovo procedimento o qualche nuovo risultato sperimentale, la comunicazione orale ripetuta può riuscire assai utile per la diffusione delle notizie in questione, dato il grandissimo numero di consoci che hanno poco tempo per seguire attentamente le pubblicazioni del giornale.

Nel caso attuale la comunicazione del Barbagelata aveva lo scopo di far conoscere alcuni perfezionamenti introdotti nell'antico metodo della soluzione salina, il quale per essi, è venuto ad acquistare caratteri di praticità e di sicurezza di impiego che prima non aveva; ed è da augurarsi che il metodo così modificato — e che, nonostante il nome, esclude ormai ogni manipolazione di carattere chimico — possa trovare più frequenti applicazioni.

*

La comunicazione del Barbagelata è completata da uno studio analitico dell'Ing. E. BOTTANI il quale espone in dettaglio la teoria del metodo, ne analizza le cause di errore e sviluppa particolarmente l'importante argomento delle correzioni destinate a tener conto delle variazioni di temperatura. Il Bottani fa giustamente rilevare l'interessante applicazione del metodo alla esatta misura dei volumi di recipienti, vasche o serbatoi di forma irregolare.

LA REDAZIONE.

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20% per spese di Amministrazione.

IL METODO CHIMICO-ELETTRICO PER LA MISURA DELLE PORTATE DEI CORSI D'ACQUA

A. BARBAGELATA



Comunicazione alle Sezioni di Milano (dicembre 1925)
Roma, Bologna e Torino (gennaio-febbraio 1926)

1. Il metodo chimico.

Il metodo *chimico* o della *soluzione salina* per la misura delle portate dei corsi d'acqua o canali, è noto da tempo ⁽¹⁾. Se nel corso d'acqua di cui si vuol misurare la portata Q (litri/s) si versa con efflusso costante per un certo tempo (in ragione di q_c litri al secondo) una soluzione salina, (generalmente cloruro di sodio) contenente C_1 grammi di sale per litro, e si determina a valle, in un punto sufficientemente lontano, per dar tempo alla soluzione di diffondersi in tutta la massa, la concentrazione C_2 risultante (grammi per litro) si potrà dedurre la portata ignota Q dalla relazione

$$\frac{Q + q_c}{q_c} = \frac{C_1}{C_2} \quad \text{dove} \quad Q = q_c \frac{C_1 - C_2}{C_2}$$

che può praticamente e più semplicemente scriversi:

$$Q = q_c \frac{C_1}{C_2}$$

essendo la concentrazione a valle sempre piccolissima rispetto a quella iniziale della soluzione o, ciò che fa lo stesso, essendo la portata q_c di immissione della soluzione trascurabile rispetto alla portata Q da misurare. Per fissare le idee basterà ricordare che con una immissione di $2 \div 3$ litri al secondo di soluzione salina al $25 \div 30$ % si possono misurare portate dell'ordine di $8 \div 10$ metri cubi al secondo.

Per l'applicazione pratica del metodo, allo scopo di non prolungare troppo la durata dell'immissione (ossia per risparmiare sale) è necessario fare qualche prova preliminare, per determinare il tempo necessario perchè la soluzione giunga dal punto di immissione a quello di misura.

Si ricorre all'uso generalmente a sostanze coloranti. Determinato tale elemento, la misura si fa prelevando, al momento opportuno, nel punto di misura (a valle) dei campioni d'acqua, di cui si determina, previa eventuale concentrazione, il contenuto in cloruro di sodio con procedimenti di analisi chimica che non è qui luogo di ricordare. Il procedimento è dunque piuttosto complesso, e al lume delle considerazioni che faremo più avanti, sembra presentare, salvo casi particolari, notevoli cause di incertezza.

2. Misura elettrica della concentrazione.

Un notevole perfezionamento, dal punto di vista della speditezza, è dato dalla misura elettrica della concentrazione (o diluizione) a valle. E' noto che la conducibilità elettrica delle so-

(1) Si veda, fra l'altro: G. RODIO - La misura delle portate di corsi d'acqua con il metodo delle soluzioni saline - (Il Politecnico, 1917, n. 12) con annessa bibliografia.

luzioni saline molto diluite è, entro larghi limiti, praticamente proporzionale alla quantità di sale disciolto, cosicchè è facile, da una misura di resistenza elettrica, dedurre la concentrazione della soluzione, sempre che si tenga conto della temperatura, da cui pure dipende, ed in misura notevole, la conducibilità elettrica delle soluzioni.

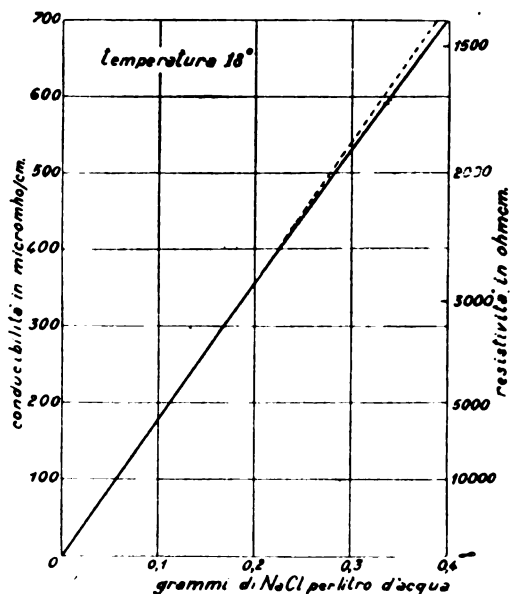


Fig. 1. — Conducibilità delle soluzioni diluite di Na Cl.

Ignoro chi abbia per primo avuto l'idea di tale perfezionamento; io ne ebbi notizia da uno scritto del Peaslee, comparso nella Gen. El. Rev. del febbraio 1916 ⁽²⁾. L'autore eseguiva la misura coll'ohmmetro (quindi con corrente continua) mettendo la soluzione diluita in un tubo di vetro ad U (fig. 2).

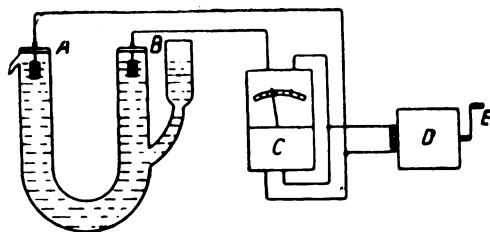


Fig. 2.

3. Uso del ponte a corrente alternata.

La tecnica del metodo era a questo punto — almeno per quanto a mia conoscenza — quando fui indotto ad occuparmene in occasione di un collaudo di turbine a forte portata. Pensai subito di valermi, per la misura elettrica della diluizione, di uno di quei metodi di ponte a corrente alternata, con frequenza industriale, di cui avevo potuto apprezzare in altri casi la utilità ⁽³⁾, mediante un sistema di elettrodi galleggiante posto nel corso d'acqua nel punto di misura, in modo da poter seguire con continuità il passaggio della soluzione salina immessa più a monte ⁽⁴⁾. L'uso delle correnti alternate di frequenza industriale mentre elimina praticamente tutte le difficoltà e gli errori dovuti ai fenomeni di polarizzazione (purchè la densità di corrente agli elettrodi sia mantenuta relativamente bassa) non soffre le limitazioni che, ai classici metodi con correnti telefoniche derivano dalle sempre assai limitate potenze in giuoco. Lavorando con qualche decina di volt, la sensibilità raggiunta è esuberante tanto che il metodo sembrerebbe senza rivali per tutte le misure di resistenze liquide. Naturalmente non è da escludere l'uso del telefono con opportuno generatore di frequenza telefonica, qualora non fosse disponibile energia elettrica a frequenza industriale.

Lo schema adoperato è riportato nella fig. 3, e si è dimostrato il meglio rispondente, anche in seguito, quando l'esperienza consigliò di modificare molte altre parti del procedimento.

Prima di iniziare l'immissione del sale, dato al lato *a* il valore di 1000 ohm ed al lato *b* un valore arbitrario ($1000 \div 5000$ ohm a seconda del tipo degli elettrodi e della conducibilità naturale dell'acqua) si regola il lato *c* fino a ridurre a zero l'elettrodinamometro *e* che, con le sue bobine fisse eccitate dalla stessa tensione che alimenta il ponte, funge da galvanometro.

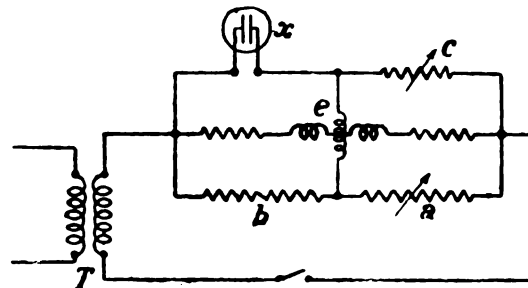


Fig. 3.

Quindi, senza più toccare il lato *c*, quando, per l'arrivo della soluzione salina, l'equilibrio è rotto, si mantiene a zero l'elettrodinamometro regolando (aumentando) il lato *a*. La differenza $a - 1000 = \Delta a$ risulta così senz'altro proporzionale all'aumento di conducibilità dovuta al sale disciolto (a temperatura costante) ossia alla quantità di sale disciolto nell'unità di volume d'acqua.

4. Taratura.

L'altro criterio verso cui subito mi orientai — e che è rimasto sostanzialmente immutato — fu quello di eliminare molte cause di errore ed ogni manipolazione di carattere chimico, semplificando anche il procedimento, mediante una operazione di taratura. Messo lo stesso sistema di elettrodi in un recipiente contenente *V* litri d'acqua attinta dallo stesso corso d'acqua su cui si opera, ed equilibrato il ponte facendo $a = 1000$ (ovviamente se la temperatura e le caratteristiche dell'acqua fossero identiche sempre, anche *b* e *c* avrebbero i valori di prima), si aggiungono successivamente delle piccole quantità, note, della stessa soluzione concentrata adoperata per la misura. Per ogni aggiunta, previa rimescolatura, si determina al ponte il valore di Δa necessaria per ridurre a zero l'elettrodinamometro. Si potrebbe, ovviamente, aggiungere per tentativi la qualità di soluzione necessaria per ottenere lo stesso Δa che si ebbe durante la misura, cosicchè la portata incognita si otterrebbe per semplice proporzionalità; ma è più comodo calcolare per ogni aggiunta la quantità $K = \Delta a \cdot \frac{V}{v}$ (dove *v* è naturalmente la quantità integrale di soluzione aggiunta), valore che rimane entro larghi limiti costante, se non varia la temperatura. Con ciò la portata incognita *Q* è data da $Q = q_c \frac{K}{\Delta a}$ essendo q_c la portata d'immissione della soluzione e Δa la corrispondente lettura al ponte durante la misura.

Con simile procedimento di « taratura » che dà al metodo i caratteri di un « metodo di uguale deviazione » non solo non è più necessaria una dosatura iniziale della soluzione concentrata, ma si eliminano molte costanti e molti fattori di cui diversamente si dovrebbe tener conto, e molte possibili cause di errore come, per es., quelle derivanti da eventuali reazioni del sale aggiunto con altri sali preesistenti nell'acqua.

5. Cause di errore del metodo. Aereazione.

Troppo lungo sarebbe ricordare qui tutti i tentativi, tutti gli insuccessi e tutte le modificazioni di procedimento susseguite dopo il primo tentativo del 1919, per quanto poche cose siano così istruttive come l'analisi delle cause di un insuccesso. Dirò solo che i vari esperimenti, svoltisi quasi sempre per necessità di cose, a grande intervallo di tempo l'uno dall'altro, urtarono e spesso naufragarono contro difficoltà particolari di carattere idraulico locale, e contro difficoltà inerenti al procedimento seguito che mi hanno progressivamente condotto alla forma attuale. Sorvolando sulle prime, dirò che le seconde si riducono sostanzialmente a tre: l'aereazione dell'acqua, e la irregolare distribuzione della soluzione nello spazio e nel tempo.

Particolarmente nel caso di misure fatte sul canale di scarico di centrali, l'acqua trascina spesso con se grandi quantità d'aria in forma di bolle più o meno grandi. Tali bolle d'aria passando fra gli elettrodi, non solo rendono incostante la resi-

⁽²⁾ Vedasi anche *L'Elettrotecnica*, 25 aprile 1916, pag. 250.

⁽³⁾ Vedasi per es.: Metodo industriale comparativo per la prova delle lamiere - *L'Elettrotecnica*, 25 agosto 1921.

⁽⁴⁾ Qualche cosa di analogo, a parte lo strumento elettrico di misura, credo sia stato tentato dal collega Ing. Carcano.

stenza e quindi difficile la misura, ma possono — quando la misura sia fattibile — alterare radicalmente i risultati conducendo a conducibilità apparenti più basse e quindi a portate maggiori delle reali. Contro questa difficoltà furono adottate successivamente diverse disposizioni di elettrodi — galleggianti o fissi — studiati in modo da liberare l'aria prima che l'acqua giunga al punto di misura. La disposizione si ritrova nella forma definitiva di apparecchio di cui dirò più avanti.

6. Distribuzione trasversale della soluzione.

Quella che ho definito irregolare distribuzione della soluzione « nello spazio », (e che più esattamente può chiamarsi distribuzione trasversale) altro non è che la imperfetta diffusione della soluzione concentrata nella massa liquida. Sotto la suggestione di uno scritto americano, in cui si diceva che il semplice passaggio attraverso ad una turbina garantiva una perfetta diffusione, incontrai sulle prime notevoli delusioni. Potei infatti constatare che anche dopo un tragitto comprendente una condotta forzata di oltre 70 m, una turbina ed una decina di metri di canale di scarico piuttosto tumultuoso, la soluzione versata in un unico getto a monte, non era ancora uniformemente distribuita nella sezione di misura (si constatarono differenze anche del 10 per cento). Per eliminare l'inconveniente basta ben rimescolare l'acqua disponendo nel canale degli sbarramenti parziali a quincice; ma poichè negli impianti idraulici la cosa non è sempre possibile, è preferibile immettere la soluzione salina molto suddivisa, (per es., mediante un tubo a T, sforac-

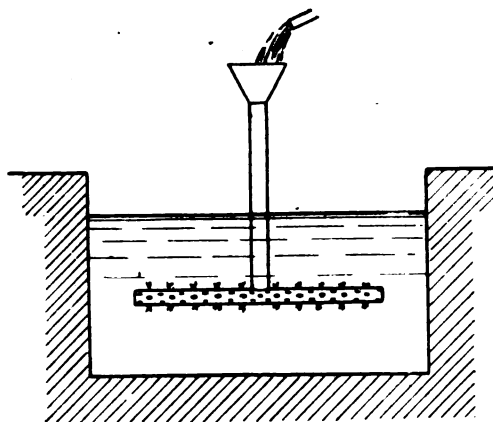


Fig. 4.

chiato e disposto come in fig. 4) ed esplorare o prelevare i campioni, in molti punti diversi della sezione a valle, in modo da fare una media della conducibilità nei diversi punti.

7. Distribuzione longitudinale.

Più lunga è stata la lotta contro gli errori derivanti dalla irregolare distribuzione nel tempo, e poichè ad essa si riconnette il più importante elemento di novità di quanto verrò esponendo, sarà opportuno spendere qualche parola di più.

Consideriamo un canale regolare a sezione e portata costante Q e supponiamo di versare in esso, con portata costante q , e per un tempo t (minuti) una data soluzione salina. Se supponiamo che la soluzione si diffonda immediatamente ed uniformemente nella sezione, si creerà nell'acqua in moto un'onda salina a fronti verticali ossia a sezione longitudinale rettangolare.

In altre parole nella sezione di misura, a valle, la conducibilità dell'acqua passerà bruscamente dal valore naturale a quello maggiore dovuto alla presenza del sale; manterrà tale valore elevato per un tempo uguale alla durata dell'immissione, e ricadrà alla fine, bruscamente, al valore iniziale. Poichè le letture Δa al ponte sono proporzionali all'aumento di conducibilità dovuto al sale, portando in diagramma tali letture in funzione del tempo si otterrà un rettangolo, vera immagine dell'« onda salina ». (E' superfluo forse ricordare che per la velocità propria di diffusione della soluzione (velocità piccolissima) ma più ancora per tutti i moti irregolari dell'acqua, anche nel caso teorico ora considerato, le fronti dell'onda non sarebbero piani verticali, ma superfici più o meno deformate.

Ma se il canale, fra il punto di immissione e quello di misura, presenta delle notevoli irregolarità nella sua sezione, allargamenti, bacini ecc., una parte della soluzione si immagazzinerà temporaneamente nelle sezioni allargate, e l'onda salina rilevata a valle, ossia il diagramma $\Delta a = f(t)$, risulterà

deformato. L'analogia del problema con quello di una conduttura elettrica con capacità derivate, fa prevedere — e la esperienza lo ha perfettamente confermato — che le fronti dell'onda assumeranno un profilo esponenziale, come indica la linea BB della fig. 5. E' intuitivo che per l'esattezza della

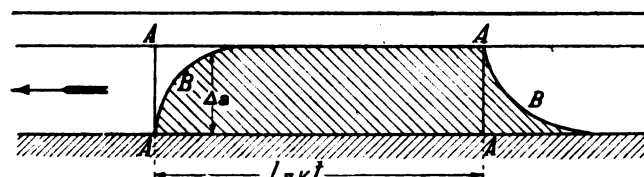


Fig. 5.

misura si dovrà considerare la concentrazione, o ciò che fa lo stesso, il valore di Δa , che si ha dopo raggiunte le condizioni di regime. Diversamente i valori della concentrazione risulterebbero troppo bassi e quindi le portate dedotte apparirebbero maggiori del vero.

Ora può accadere, sia per la notevole importanza delle « capacità derivate » sia per la relativamente troppo breve durata del periodo dell'immissione, che la concentrazione a valle non raggiunga il valore ch'essa dovrebbe avere a regime — come è chiaramente indicato dalla fig. 6 — donde un er-

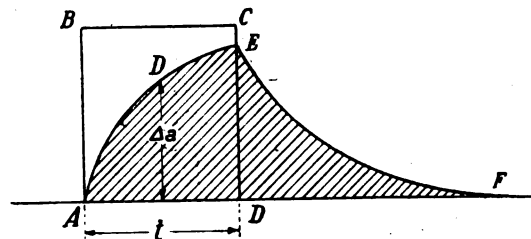


Fig. 6.

rore in più, che può essere anche notevolissimo, nella misura della portata. A questo fatto, mascherato e complicato talvolta da circostanze locali accessorie, devo attribuire la maggior parte dei cattivi risultati delle prime prove.

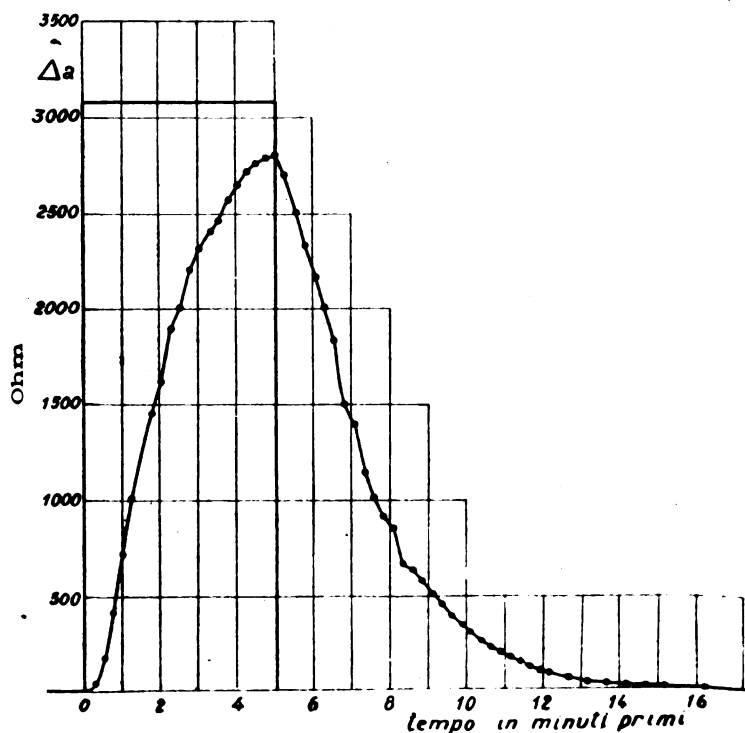


Fig. 7.

Vista così, a posteriori, la causa degli inconvenienti, appare quasi intuitivo il rimedio. E' chiaro infatti che l'area limitata dalla curva $ADEF$ (fig. 6) deve essere uguale all'area dell'onda rettangolare equivalente $ABCD$ che abbia per ascissa la durata dell'immissione, cosicchè se si determina l'area di tale curva e la si divide per la durata t del periodo di immissione si ottiene senz'altro il valore esatto della concentrazione a valle che

si sarebbe avuto se non vi fosse stata l'influenza ritardatrice delle capacità derivate. In altre parole il valore $\Delta a = \frac{1}{t} \int_0^T \Delta a \cdot dt$ (essendo T la durata dell'onda rilevata e t quella del periodo di immissione) è esattamente quello che si sarebbe rilevato a regime, qualora l'immissione costante di soluzione salina si fosse prolungata per il tempo necessario.

La figura 7 mostra, a chiarimento, i risultati sperimentali relativi ad un caso in cui l'influenza delle « capacità derivate » era particolarmente importante. Essa mostra quanto grande possa essere la differenza fra il valore della concentrazione da assumere per la misura ed il massimo valore direttamente rilevato nell'esperienza.

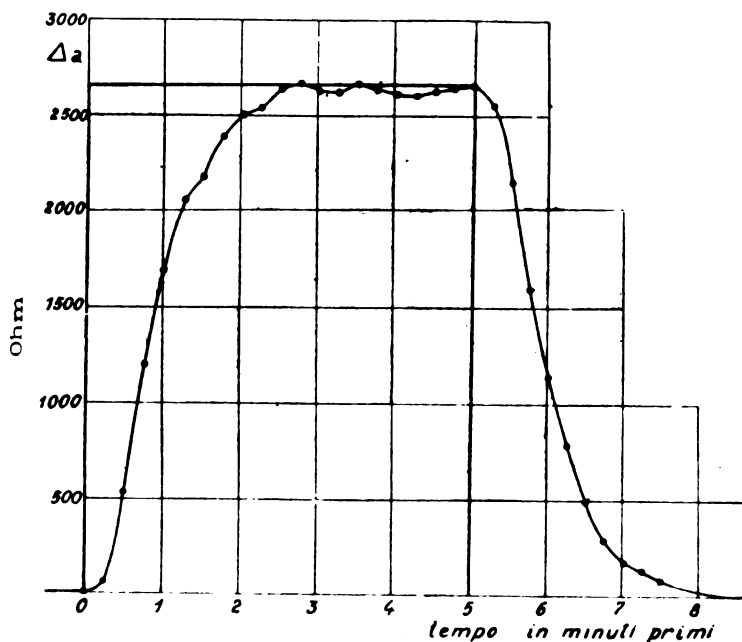


Fig. 8.

La figura 8 mostra invece i risultati relativi ad un altro caso in cui l'influenza della capacità derivata era piccola, cosicchè l'ordinata media dedotta dall'area della curva rilevata, coincide con quella direttamente rilevata nella misura, in corrispondenza alla cresta dell'onda.

8. Nuova forma assunta dal metodo.

Ma risulta così la principale difficoltà incontrata dal metodo — e la cosa non sarebbe stata fattibile senza la possibilità di controllare con continuità la concentrazione salina nella sezione di misura — un ulteriore notevole perfezionamento pratico è stato possibile. Non è infatti più necessario che l'immissione della soluzione salina venga fatta con portata costante: basta solo conoscere la quantità totale Q_s di soluzione versata in un modo qualunque nel canale. Infatti, per quanto si è detto, il valore Δa osservato è proporzionale alla concentrazione che ha in quell'istante la soluzione che passa nella sezione di misura: si può cioè porre $\Delta a = K \frac{q}{Q}$ essendo q la quantità di soluzione concentrata trasportata, in quell'istante, dalla portata Q , costante. Ne segue che l'area della curva $\Delta a = f(t)$, estesa a tutta la durata T dell'onda, si potrà esprimere con

$$A = \int_0^T \Delta a \cdot dt = \frac{K}{Q} \int_0^T q \cdot dt$$

Ma l'integrale $\int_0^T q \cdot dt$ non è altro che la quantità totale Q_s di soluzione concentrata immessa nel canale. Avremo quindi

$$A = \frac{K}{Q} Q_s$$

e quindi

$$Q = K \frac{Q_s}{A}$$

dove K è la costante che si determina col procedimento di taratura sopra ricordato.

Ridotto a questa forma, il metodo — che ben poco più ricorda il metodo chimico da cui si sono prese le mosse — si

presenta di esecuzione assai semplice. Basta predisporre per ogni esperienza un volume noto di Q_s di soluzione concentrata e versarlo al momento opportuno nel corso d'acqua. Converrà naturalmente versarlo con una certa regolarità in un certo tempo scelto con criterio in modo da realizzare buone condizioni pratiche per il rilievo del profilo dell'onda salina; ma senza nessuna preoccupazione di realizzare quella costanza d'efflusso che costituiva un caposaldo del vecchio metodo. Può servire egregiamente una pompa a mano, ma possono bastare due uomini che versino alternativamente la soluzione attinta al serbatoio valendosi di un secchio.

A valle, nel punto di misura, si controlla con continuità la conducibilità dell'acqua e si traccia per punti la curva $\Delta a = f(t)$ dal momento in cui la conducibilità comincia ad aumentare fino a quello in cui essa riassume il valore iniziale. Poi con un secchio contenente un volume noto dell'acqua del canale e con un piccolo campione della soluzione concentrata si fa la « taratura », come già detto, ossia la determinazione della costante K , tenendo conto delle eventuali correzioni dovute a variazioni di temperatura. Calcolata l'area A della curva $\Delta a = f(t)$ si ha immediatamente la portata incognita $Q = \frac{K Q_s}{A}$. Da notare subito, che in tal modo è anche possibile realizzare una notevole economia nel sale impiegato.

9. Dispositivo per l'immissione.

Per l'immissione della soluzione salina non occorre più dunque, a rigore, nessun speciale apparecchio, all'infuori dei dispositivi, destinati a diffondere il meglio possibile la soluzione concentrata nella massa liquida. Tuttavia nella fig. 9 ho riportato

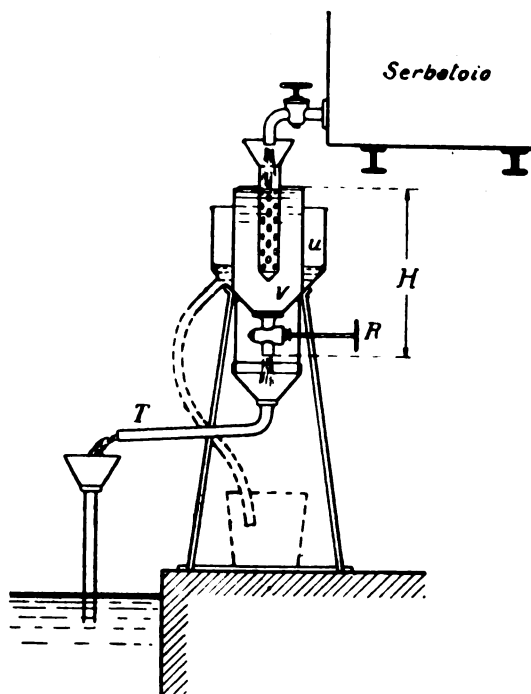


Fig. 9.

uno schizzo dell'apparecchio di immissione a efflusso costante, realizzato per le prime esperienze, ed adoperato ancora anche dopo la nuova forma data al metodo perchè offre sempre un buon elemento di controllo. L'apparecchio che non presenta concettualmente nulla di nuovo, si spiega da sé. Aperto il rubinetto R basta regolare il rubinetto del serbatoio superiore in modo da far sempre affiorare la soluzione all'orlo del vaso interno V . Con ciò la bocca inferiore, a cui si possono facilmente adattare ugelli di vario diametro, funziona sotto un battente costante H e quindi ad efflusso costante. Il vaso esterno U raccoglie il poco liquido che eventualmente può sfiorare dall'orlo oo , e che viene condotto in un recipiente ausiliario.

Occorre naturalmente un certo piccolo tempo per mettere il sistema a regime. Per tale periodo, col tubo T , si devia la soluzione verso un recipiente sussidiario. Raggiunte le condizioni di regime si porta il tubo T sopra l'imbuto di immissione. Alla fine del tempo t (minuti) voluto si devia nuovamente il getto e si chiudono i rubinetti. Così, detta q_c la portata costante dell'apparecchio (l/s) la quantità totale Q_s di soluzione immessa nel canale risulta ovviamente $Q_s = 60 \cdot q_c \cdot t$.

10. Dispositivi per la misura.

La figura 10 mostra invece la disposizione definitivamente adottata per controllare la conducibilità nel punto di misura. Abbandonati i vari tipi di elettrodi galleggianti via via provati, la misura della conducibilità viene fatta per così dire in derivazione. Una pompetta a mano P (aperto il rubinetto a e chiuso il b) attinge l'acqua nel canale e la fa passare attraverso gli elettrodi fissi E . Il tubo aspirante T , durante la prova, viene spostato continuamente nella sezione del canale in modo da attingere acqua, « in perfetto disordine » da tutti i punti, e compensare così, facendone la media, le eventuali disuniformità residue nella distribuzione della soluzione salina nella sezione stessa. L'acqua viene versata in un vaso superiore V destinato a liberarla dall'aria, indi, attraverso ad una griglia g destinata a trattenere eventuali foglie od altri materiali in sospensione, scende al recipiente cilindrico contenente gli elettrodi e poi si scarica nel canale pel tubo t_s . Per non deformare sensibilmente il profilo dell'onda, la pompa deve essere manovrata con una certa regolarità, in modo da mantenere presso a poco costante il livello nel vaso V . Finito il « rilievo dell'onda » si porta il tubo di scarico t_s nel vaso S (come è indicato in punteggiato) in modo da raccogliere in questo il volume di acqua necessario per la taratura (computato naturalmente quello contenuto nella pompa P , nei tubi e in tutto il sistema). Chiudendo quindi il rubinetto a ed aprendo quello b , la stessa pompa fa circolare fra gli elettrodi ripetutamente l'acqua contenuta nel vaso S , nel quale, a mezzo della pipetta graduata p , si versano le piccole quantità di soluzione concentrata richieste per l'operazione di taratura. Tutte le operazioni e manovre risultano così molto agevoli e rapide.

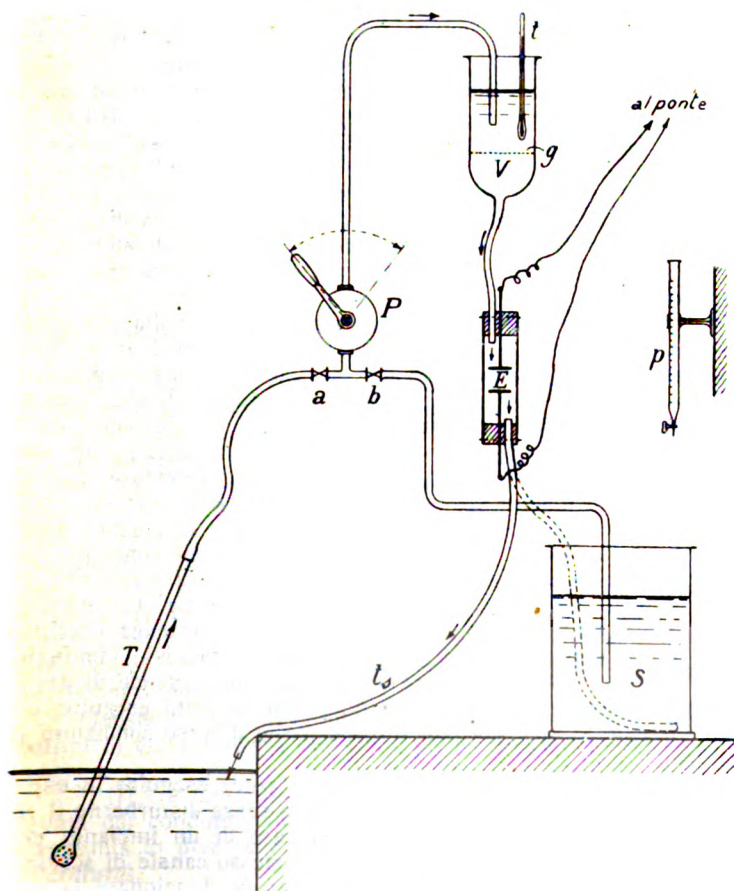


Fig. 10.

Un termometro t immerso nel vaso V permette di controllare continuamente la temperatura dell'acqua che passa fra gli elettrodi. Durante la misura, in generale, la temperatura dell'acqua attinta dal canale e sempre rinnovata, non varia in modo apprezzabile. Ma durante la taratura (che richiede in genere 5-6 minuti) è sempre la stessa quantità limitata d'acqua che circola e le variazioni di temperatura possono essere sensibili, in più o in meno, a seconda che l'aria è più o meno calda dell'acqua del canale. Il collega Bottani, che dal 1922 ha con grande passione collaborato a tutti i miei esperimenti, ha analizzato minutamente tutta la teoria del procedimento ed in particolare l'influenza delle variazioni di temperatura. Al suo studio rinviamo pertanto il lettore, che desideri maggiori parti-

colari in proposito. Qui basti ricordare l'importanza grande che in molti casi potrebbero assumere gli errori di temperatura qualora si trascurassero le correzioni relative.

Del ponte a corrente alternata (a frequenza industriale) si è già dato lo schema a fig. 3, dove è anche indicato in T un piccolo trasformatore di isolamento che ha il duplice scopo di non mettere più o meno direttamente a terra la rete a cui si attinge l'energia e di evitare nel circuito di misura correnti di dispersione che potrebbero alterare i risultati. Nella fig. 11 è rap-

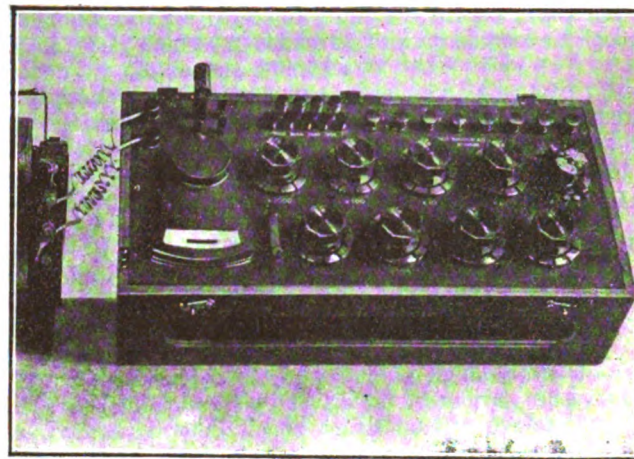


Fig. 11.

presentato invece l'apparecchio completo, trasportabile, costruito dalla Ditta Allocchio, Bacchini e C. secondo le mie indicazioni, che consente una sensibilità assai elevata e permette di seguire facilmente le variazioni di conducibilità. Noto in proposito che non sarebbe difficile realizzare un apparecchio che desse per lettura diretta, anziché per riduzione a zero, i valori di Δa od anche i valori relativi della conducibilità: si potrebbe anzi andare più in là ed impiegare uno strumento registratore che tracciasse direttamente il profilo dell'onda salina. Ma, all'atto pratico, col sistema di riduzione a zero impiegato, non è difficile seguire le variazioni della conducibilità e tracciare per punti la curva $\Delta a = f(t)$, mentre la sensibilità è senza dubbio maggiore di quella che si potrebbe conseguire con disposizioni più automatiche.

11. Risultati sperimentali.

A documentazione dei risultati ottenuti dopo che il metodo ha assunto la forma ora descritta, la figura 12 dà le por-

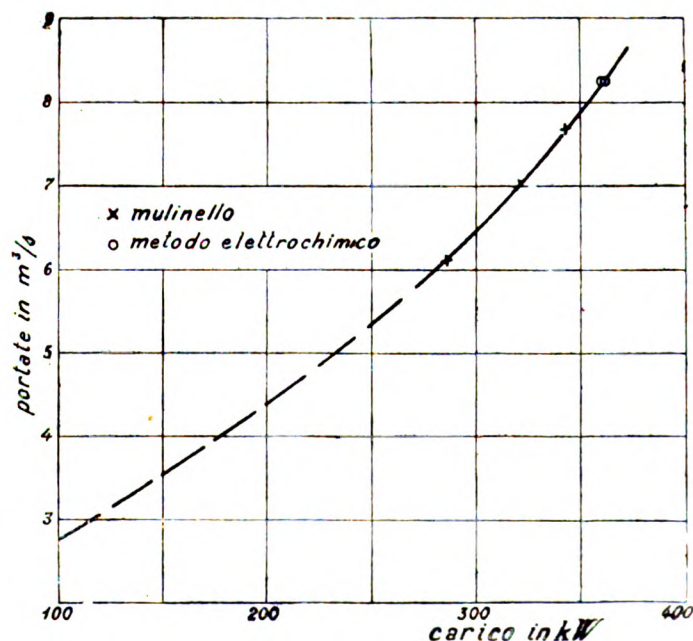


Fig. 12.

tate misurate in una turbina da 8 m^3/s a bassa caduta. I punti segnati con crocetta si riferiscono a due prove eseguite con mulinello, opportunamente tarato e controllato in sito per confronto

con un secondo apparecchio. I cerchietti si riferiscono a due prove eseguite col metodo elettrochimico e con risultati, come si vede, coincidenti fra di loro e in perfetto accordo con i risultati ottenuti col molinello.

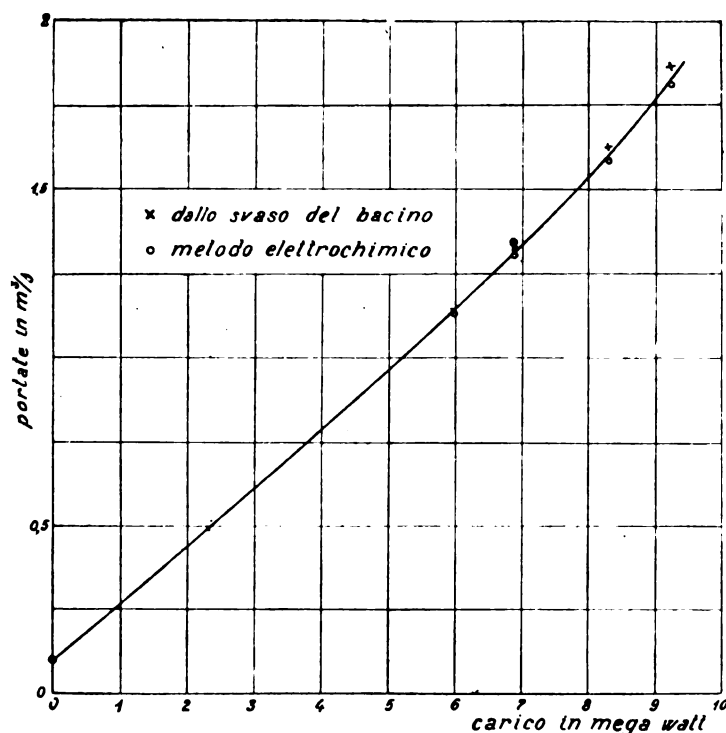


Fig. 13.

La fig. 13 dà invece i risultati di prove eseguite in un impianto ad alta caduta, nel quale si sono potute dedurre le portate dallo svasso del bacino di carico di cui era stato rilevato con grande cura il volume in funzione dell'altezza.

12. Approssimazione del metodo.

Più che dalle non molte prove finora eseguite, il presumibile grado di approssimazione del metodo descritto si può dedurre dall'analisi delle diverse cause di errore che il collega Bottani ha fatto nella citata appendice. Da essa si può trarre la persuasione che il metodo possa consentire una approssimazione complessiva del $\pm 2,5\%$, probabilmente superiore a quella consentita da qualsiasi altro metodo nel caso di misura di grandi portate.

Vale forse la pena di rilevare, in proposito, che il metodo descritto è forse l'unico che prescinda dall'opera di precedenti sperimentatori. Con uno stramazzo tipo o con un molinello si deve aver fede nell'opera di chi studiò lo stramazzo o di chi ha tarato il molinello. E se nel valutare il coefficiente dello stramazzo o nel tarare il molinello si commette un errore, esso graverà come errore sistematico su tutte le misure successive. Col metodo descritto invece, essendo possibile e facile ripetere ad ogni esperienza la cosiddetta taratura, ogni misura risulta costituita da un ciclo chiuso, a se, di operazioni. Gli errori commessi nelle singole operazioni potranno così compensarsi e sarà meno facile una causa di errore sistematico che affetti nello stesso senso tutto un gruppo di misure.

13. Vantaggi e confronti.

L'arduo problema delle misure di portata non ha fatto certo grandi progressi in questi ultimi anni. Fra le poche novità di qualche interesse posso solo ricordare il metodo del Gibson e quello della « velocità della soluzione » entrambi venuti dall'America. Il primo — illustrato anche recentemente sull'*Elettrotecnica* dal Prof. Marzolo ⁽⁵⁾ — consiste nel rilevare la curva delle variazioni di pressione che si manifestano all'estremità inferiore di una tubazione quando essa venga chiusa — in modo qualsiasi, e quindi anche colla necessaria lentezza per evitare pericolosi colpi d'ariete. Dalla curva delle pressioni rilevata con procedimento fotografico, si può dedurre con procedimento analitico piuttosto complesso, quale era la portata della tubazione nel momento precedente l'inizio della chiusura.

A parte una certa intrinseca delicatezza, il metodo pare dia buoni risultati, ma esso serve essenzialmente nel caso di lunghe tubazioni, ossia presumibilmente nel caso di portate limitate, per le quali la tecnica già possiede buoni mezzi di indagine (stramazzi, bacini, ecc.).

Il secondo metodo — dovuto originariamente all'Allen — ricorre, come il metodo descritto, alla soluzione salina, ma unicamente per misurare la velocità dell'acqua. In sostanza si sostituisce la soluzione salina al classico galleggiante. Si immette infatti nel canale o nel condotto, una piccola quantità di soluzione salina e poi con due sistemi di elettrodi fissi immersi nel condotto a distanza nota si registra elettricamente il tempo necessario all'onda salina per percorrere il tratto interposto.

La distanza fra i due sistemi di elettrodi dovrà essere molto grande rispetto alla lunghezza che viene ad assumere l'onda salina. Si riferiscono infatti i tempi al momento in cui la conducibilità fra gli elettrodi raggiunge il massimo, ossia al passaggio del culmine dell'onda. Pare evidente, date le deformazioni che l'onda stessa può subire nel suo viaggio, che un errore di qualche metro deve essere trascurabile rispetto alla lunghezza del tragitto. Comunque, misurata in tal modo la velocità dell'acqua, la portata si deduce come di solito dalla conoscenza della sezione del condotto.

Il metodo è preconizzato anche per i casi in cui il condotto fra i due sistemi di elettrodi abbia forma ed andamento qualsiasi. Noto infatti il tempo t'' necessario all'onda salina per andare da un sistema di elettrodi all'altro, se V è il volume complessivo del condotto fra le sezioni contenenti gli elettrodi,

si otterrà la portata con: $Q = \frac{V}{t''}$. Si hanno però in tal caso

tutte le complicazioni e le difficoltà inerenti alla misura del volume V , mentre la deformazione dell'onda a valle sarà notevole e renderà più incerta la valutazione del tempo. ⁽⁶⁾

Il metodo chimico-elettrico presenta invece i grandi pregi tipici di prescindere completamente dalla sezione e dall'andamento del condotto e di interessare tutta la massa liquida in movimento. Nel caso di piccole portate esso non può forse competere come precisione, con l'uso di uno stramazzo tipo, ma è senz'altro preferibile nel caso di misure su torrenti o corsi d'acqua naturali, non richiedendo alcun lavoro preparatorio. Nel caso di medie e grandi portate invece esso sembra assai vantaggioso.

Tutti coloro che hanno lavorato qualche volta col molinello conoscono le lungaggini — a voler prescindere anche dalla incertezza — di questo metodo, che pure è il solo applicabile negli impianti a bassa caduta. Non parlo della difficoltà, spesso, di trovare un tratto di canale sufficientemente regolare, della necessità di costruire attraverso ad esso una robusta passerella: ricordo solo il lungo tempo richiesto da ogni esperienza, quando la sezione di misura sia un po' ampia, con la condizione assoluta che il regime idraulico rimanga per tutto tale tempo assolutamente costante, e la notevole laboriosità dei conteggi; cosicché, disponendo anche di molto personale di aiuto, è difficile fare più di due o tre esperienze in una giornata. Col metodo chimico-elettrico basta invece che il condotto mantenga il regime per pochi minuti. Il ciclo completo delle operazioni: immissione, rilievo dell'onda, taratura e conteggi, non richiede in generale più di mezz'ora, cosicché ho potuto di fatto eseguire comodamente in una giornata otto misure in diverse condizioni di carico.

Altro vantaggio tipico è quello di poter eseguire le esperienze durante l'esercizio di un impianto senza disturbarne il regolare andamento. Basta pensare al caso di un impianto con parecchie turbine che scaricano in uno stesso canale di scarico. Per una prova col molinello è necessario far funzionare la sola macchina in prova; col metodo elettrochimico è facile fare l'immissione nella camera di carico della singola turbina, esplorando la conducibilità al corrispondente scarico, senza preoccuparsi di quanto avviene nelle macchine contigue.

Anche dal punto di vista economico il metodo pare vantaggioso nonostante la spesa d'acquisto del sale. La quantità di sale occorrente per ogni misura è molto variabile in dipendenza della conducibilità naturale o iniziale dell'acqua su cui si sperimenta; ma si può ritenere che anche nelle peggiori condizioni (acqua già molto conduttrice), per una portata di 10 m³/s possono bastare due quintali di sale per ogni prova. Se anche non si può ottenere sale denaturato a scopo industriale (che co-

⁽⁵⁾ *L'Elettrotecnica*, 5 febbraio 1925, pag. 88.

⁽⁶⁾ Si veggia in proposito il recentissimo studio di K. E. MULLER. (Schweizerische Bauzeitung, 23-1-1926).

sta oggi sulle 30 lire al quintale) si avrà una spesa per sale al massimo di un centinaio di lire per prova; spesa praticamente insignificante di fronte all'enorme risparmio di tempo per tutto il personale impegnato per le prove ed alla possibilità di eseguire le esperienze senza turbare l'esercizio dell'impianto.

*

Per tutte queste considerazioni ho creduto utile far conoscere ai colleghi il frutto, anche se modesto, di parecchi anni di tentativi e di esperienze, pago se da esso potrà trarre qualche giovamento la tecnica dei nostri impianti idroelettrici. Qui sento il dovere di ringraziare, oltre che l'Ing. Bottani e gli altri miei collaboratori, le *Acciaierie e Ferriere Lombarde*, la *Società del Tirso* ed il *Lanificio di Gavardo* che mi hanno dato l'occasione e la possibilità di sperimentare sui loro impianti.

Milano, dicembre 1925.

TEORIA, ERRORI ED APPROSSIMAZIONE DEL METODO CHIMICO-ELETTRICO PER LA MISURA DELLE PORTATE □ □ □

E. BOTTANI

Lo scopo di questa nota è di vagliare e di discutere le ipotesi su cui si fonda il metodo chimico-elettrico nella forma studiata dal Prof. A. Barbagelata, di esaminare le possibili cause di errore e di stabilire le formole di correzione degli errori sistematici.

Il lavoro è stato progressivamente sviluppato e completato nel corso delle numerose esperienze nelle quali potei collaborare coll'egregio Prof. Barbagelata, alla cui comunicazione devo naturalmente rinviare il lettore per la conoscenza generale del procedimento.

*

Ipotesi fondamentali della teoria.

1. — Schematicamente il *metodo chimico-elettrico* per la misura della portata incognita di un generico condotto si riduce:

I.) ad *aumentare la conducibilità elettrica naturale dell'acqua scorrente*, aggiungendovi una certa quantità di sale da cucina (Na Cl), per ovvie ragioni, sotto forma di soluzione concentrata.

Entro certi limiti non importa la legge con la quale la soluzione concentrata viene versata. (*Operazione d'immissione*).

II.) a *misurare tale aumento di conducibilità* (mediante una cella contenente una coppia di elettrodi, ed un ponte a corrente alternata) su successivi campioni d'acqua prelevati in una sezione del condotto (*sezione di misura*) sufficientemente a valle del punto d'immissione.

Questa misura deve essere ripetuta fino ad esaurimento completo del passaggio dell'onda salina. (*Rilievo dell'onda salina*).

III.) a *determinare su una piccola massa d'acqua prelevata dal condotto, gli aumenti di conducibilità indotti dall'aggiunta di diverse quantità della soluzione salina adoperata. (Taratura).*

2. — L'applicazione di questo procedimento di misura presuppone siano verificate alcune ipotesi che è sempre bene aver presenti.

Si ammette anzitutto, che l'acqua scorrente nel condotto durante un'esperienza, cioè tutta l'acqua che può essere interessata da un'onda salina, abbia in ogni punto ad ugual temperatura *la stessa conducibilità* ⁽¹⁾ *naturale*, intendendo, con questa espressione, la conducibilità che l'acqua scorrente, ha indipendentemente dall'aggiunta del cloruro di sodio.

Questa ipotesi, è, in generale, verificata molto bene perchè anche in masse liquide relativamente grandi, solo raramente si

notano disuniformità sensibili nella composizione e nelle quantità dei sali disciolti.

In tutte le numerose esperienze eseguite su acque derivate sia da laghi che da fiumi, si è sempre osservato che la conducibilità naturale (salvo le variazioni portate da eventuali cambiamenti di temperatura) resta praticamente costante anche per parecchie ore.

E' quindi molto raro che per la durata di un'immissione, che di solito viene esaurita in pochi minuti primi (mediamente 5 o 6 al massimo), si abbiano a notare variazioni, ed invero quasi sempre, alla fine del rilievo dell'onda salina, si ritrova per l'acqua scorrente la conducibilità riscontrata prima del passaggio del sale. Questo riscontro costituisce sempre un facile ed utile controllo dell'ipotesi ammessa.

Naturalmente, e l'abbiamo accennato, l'ipotesi riguarda solo le variazioni di conducibilità che dipendono da differenze nella qualità e quantità dei sali trasportati dall'acqua, perchè ciò che dipende da variazioni della temperatura si può, come vedremo, valutare, e quindi tenerne conto.

3. — Il rilievo dell'onda salina viene eseguito, come fu detto, prelevando con continuità successivi campioni dell'acqua scorrente nel condotto.

Questa operazione riposa su un'ipotesi che costituisce la parte più delicata di tutto il metodo di misura.

Se fosse concesso di poter *vedere* le molecole di Na Cl immerse nell'atmosfera liquida che le trasporta, osservando la massa d'acqua portante l'onda salina mentre questa attraversa la sezione di misura, si vedrebbero, come è indicato schematicamente nella fig. 5 della comunicazione del Prof. Barbagelata, succedersi dapprima *strati verticali* via via più concentrati di sale (conducibilità crescente: *fronte d'onda*), poi, per un tempo più o meno lungo, strati di pressochè uguale concentrazione (*cresta d'onda*) ed infine nella fase finale, strati di concentrazione sempre minore che costituiscono, con locuzione espressiva, la *coda dell'onda*.

Ora le misure di conducibilità che servono al rilievo di tale onda, hanno essenzialmente per scopo di determinare, come meglio verrà precisato in seguito, quanto sale è contenuto in ognuno degli strati verticali dianzi considerati.

Ma affinché i risultati delle misure eseguite, come noi facciamo, su un piccolo campione, siano estensibili all'intero strato verticale da cui quello fu prelevato, *bisogna*, ovviamente *ammettere che in ciascun strato il sale sia uniformemente distribuito*.

Il lettore osservi che in questa ipotesi è in gioco solo la distribuzione del sale nel senso trasversale al condotto (precisando meglio, solo quella *entro la sezione di misura*) e non la distribuzione nel senso longitudinale che in massima può essere qualunque.

Seguire nel dettaglio la suddivisione della soluzione concentrata in seno al liquido del condotto è, ovviamente, cosa impossibile, per cui è pure impossibile giudicare *a priori* della maggiore o minore attendibilità dell'ipotesi enunciata.

Tuttavia, ricordando come siano essenzialmente ⁽²⁾ gli incessanti ed irregolari moti interni dell'acqua scorrente a *suddividere e sparpagliare* nella massa liquida la soluzione immessa, noi possiamo ritenere valido il seguente intuitivo criterio:

Quanto più l'acqua di un condotto, fra la sezione d'immissione e quella di misura, verrà *mescolata e rimescolata*, tanto maggiore sarà la probabilità che entro notevoli volumi la soluzione concentrata risulti uniformemente suddivisa, e di conseguenza verificata l'ipotesi.

In realtà rigorosamente parlando non si potrebbe precisare nulla, ma è certo che mentre di fronte ad un canale regolare in cui il moto fosse a filetti pressochè paralleli, può giustamente permanere il dubbio che il sale versato giunga alla sezione di misura ancora più o meno raggruppato, di fronte al caso opposto, come potrebbe essere quello di un torrente, si può con molta probabilità escludere che ciò possa capitare.

Avendo allora presente questo criterio è facile uniformarvisi, adottando quando la regolarità del condotto lo richiedesse, qualche disposizione atta ad attivare energicamente i moti irregolari dell'acqua.

Tali disposizioni si riducono generalmente alla sistemazione di qualche ostacolo trasversalmente al condotto.

⁽¹⁾ Qui e nel seguito, come già nella comunicazione del Prof. Barbagelata, questa parola è usata nel senso elettrico, cioè di *conduttanza specifica* (certo numero di mho per cm. — 9 cm).

⁽²⁾ Il fenomeno della diffusione intramolecolare è troppo lento rispetto alla durata di queste prove, per aver un effetto sensibile. Esso ha efficacia solo nell'attenuare od eliminare le discontinuità di concentrazione fra punti estremamente vicini.

Oltre a ciò il Prof. Barbagelata ha, nella sua comunicazione, giustamente insistito su alcuni altri accorgimenti atti a rendere minime le possibili divergenze fra la realtà e l'ipotesi ammessa ed atte ad attenuare le eventuali divergenze residue.

Così egli consiglia ed il perchè è ovvio, di immettere la soluzione concentrata nel condotto distribuendola il più uniformemente possibile fra molti punti della sezione di immissione, e soprattutto, di prelevare i campioni d'acqua dalla sezione di misura spostando rapidamente entro la sezione stessa il tubo d'aspirazione T , (fig. 10 della comunicazione Barbagelata) della pompa P . Così operando si preleva un campione costituito da molte parti prese qua e là, cioè si realizza un *campione medio* che rispecchierà molto sensibilmente le condizioni medie dei successivi strati d'acqua.

Va da sé che la manovra della pompa deve essere eseguita con moto regolare.

Concludendo, quantunque non si possa affermare che l'ipotesi enunciata risulti rigorosamente verificata, essa può ciò nonostante essere posta a base della teoria qualora le prove vengano condotte con le avvertenze indicate.

4. — Dopo le ipotesi precedenti la teoria del metodo chimico-elettrico suppone:

a) che le soluzioni sulle quali si eseguono misure di conducibilità, siano tanto diluite da poter ritenere valide le due ben note leggi limiti:

— Le conducibilità sono proporzionali alle concentrazioni;

— Le conducibilità godono della proprietà additiva;

b) che le eventuali variazioni di temperatura siano contenute entro limiti che permettano di ritenere il coefficiente di temperatura delle conducibilità funzione della sola temperatura iniziale.

Entrambe queste ipotesi risultano generalmente verificate con un'approssimazione più che sufficiente per questo genere di misure.

Infatti, molto raramente le acque scorrenti contengono una quantità di sali disciolti superiore ad uno o due decigrammi (spesso molto meno) per litro, e raramente per le misure, a questi sali risultano aggiunti più di altri $0,1 \div 0,2$ gr. di Na Cl per litro.

Intorno a questi limiti e per i nostri scopi le soluzioni possono sempre essere considerate molto diluite.

Allora utilizzando le due leggi precedenti e supposte note: la conducibilità naturale γ_a dell'acqua sulla quale si esperimenta;

la conducibilità γ_s della soluzione di Na Cl immessa nel condotto (si tenga presente l'osservazione più sotto), esprimiamo la conducibilità γ , risultante dalla mescolanza di un volume V d'acqua con un volume v di soluzione salina.

Tanto i sali disciolti inizialmente nel volume V , quanto quelli disciolti nel volume v , occupano dopo la mescolanza, molto sensibilmente il volume $V+v$, per cui le conducibilità con le quali ciascuna delle due masse di sale concorre a formare la conducibilità totale, saranno per la prima delle leggi surriportate rispettivamente:

$$\frac{V}{V+v} \gamma_a \quad ; \quad \frac{v}{V+v} \gamma_s$$

e quindi applicando la seconda legge, si otterrà:

$$\gamma = \frac{V}{V+v} \gamma_a + \frac{v}{V+v} \gamma_s$$

Nelle esperienze di cui ci occupiamo il volume v è sempre una piccolissima frazione di V (di solito è $\frac{v}{V} < \frac{4 \div 6}{10\,000}$ per cui si può scrivere con approssimazione sempre più che sufficiente:

$$\gamma = \gamma_a + \frac{v}{V} \gamma_s \quad (1)$$

Questa relazione è la base di tutti ragionamenti che seguono.

Per il rigore dell'esposizione richiamiamo che essa ha significato solo finché si può ritenere esista proporzionalità fra conducibilità e concentrazioni.

Ora noi mescoliamo con dell'acqua una soluzione molto concentrata di Na Cl, ed è noto che oltre certi limiti di concentrazione presto raggiunti, la predetta proporzionalità è ben lungi dall'esistere.

Può quindi sembrare che la relazione precedente non abbia alcun valore. Ed infatti introducendo in essa al posto di γ_s materialmente il valore che compete ad una soluzione concentrata di Na Cl, si commetterebbe un enorme errore (fig. 1).

Avendo però presente che le soluzioni sulle quali in definitiva si estendono le nostre misure sono sempre molto diluite, e che tali misure hanno sempre essenzialmente per scopo di determinare a pari valore di γ_s come varia γ in funzione di $\frac{v}{V}$

(taratura) o viceversa (rilievo onda), si può affermare che la (1) rappresenta bene il fenomeno che ci interessa, salvo definire opportunamente il valore di γ_s .

Esso per noi, finché non viene variata la qualità o la concentrazione della soluzione concentrata impiegata, rappresenta infatti una costante, che può essere definita come la *conducibilità che avrebbe la soluzione concentrata se a partire dalle soluzioni molto diluite valesse la legge di proporzionalità*.

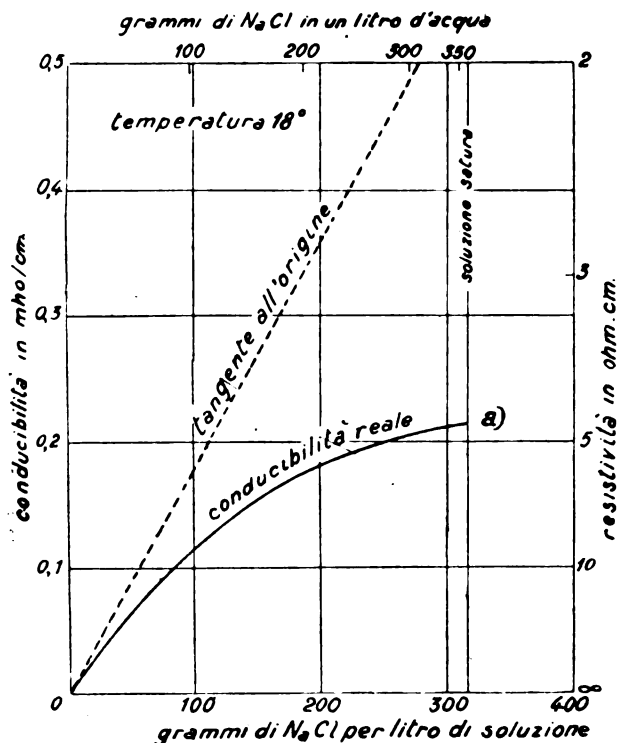


Fig. 1. — Conducibilità delle soluzioni concentrate di Na Cl.

Questa definizione, riferendoci alla fig. 1, equivale a dire che la curva a) deve essere sostituita dalla sua tangente all'origine.

In pratica per semplificare i calcoli numerici è conveniente adottare per la misura dell'acqua e della soluzione salina rispettivamente le seguenti unità:

il m^3 (per l'acqua) ed il litro (per la soluzione salina), durante la prova propriamente detta;

il litro (per l'acqua) ed il cm^3 (per la soluzione salina), durante la taratura.

Convenendo ciò, il valore di γ_s da introdursi nella (1) può essere definito, con un senso fisico più determinato, come quella conducibilità che $1\,cm^3$ della soluzione concentrata impartirebbe ad $1\,l$ di acqua chimicamente pura.

Per fissare le idee, e riferendoci a questa seconda definizione: un cm^3 di soluzione pressoché saturo di Na Cl (~ 350 gr. in un litro d'acqua pari a circa 310 gr. per litro di soluzione) impartirebbe ad $1\,l$ d'acqua a 18° una conducibilità di circa $550\,\mu\Omega\,cm^{(3)}$.

Il valore di γ_a è normalmente compreso fra 100 e $350\,\mu\Omega\,cm$.

La frazione $\frac{v}{V}$ con le unità scelte si aggira intorno a $\frac{3 \div 4}{10}$ cioè: 3 o $4\,cm^3$ di soluzione concentrata in 10 litri d'acqua, oppure $3 \div 4$ litri in $10\,m^3$.

Passando ora alle variazioni di temperatura, esse sono sempre relativamente piccole, poichè anche nei casi più sfavo-

(3) In pratica le soluzioni usate si tengono un po' lontane dalla saturazione per cui γ_s si aggira intorno a valori un po' inferiori ($\sim 500\,\mu\Omega\,cm$).

revoli (ad esempio: taratura eseguita al sole) tali variazioni si mantengono nei limiti di pochi gradi (al massimo $3 \div 4$).

E' noto però, come la temperatura abbia una grande influenza sulla conducibilità delle soluzioni ($2 \div 3$ % d'aumento per ogni grado di aumento) ed è perciò che, come vedremo, tale elemento diventa la principale causa di alterazioni nelle misure. Pertanto è assolutamente necessario registrare il variare della temperatura durante tutte le varie fasi di una prova mediante un termometro che permetta di leggere bene il decimo di grado.

Chiamando ora con θ e θ' due diverse temperature, con $\Delta\theta$ la loro differenza $\theta' - \theta$, le corrispondenti conducibilità γ e γ' di una soluzione si possono, come è noto, legare mediante la relazione:

$$\gamma' = \gamma \{ 1 + \alpha (\theta' - \theta) + \beta (\theta' - \theta)^2 \} = \gamma \{ 1 + [\alpha + \beta \cdot \Delta\theta] \Delta\theta \}$$

in cui α e β (β molto < di α) sono due coefficienti in generale variabili colla concentrazione della soluzione, ma soprattutto colla temperatura θ di riferimento.

Data l'ipotesi ammessa ($\Delta\theta$ piccolo) si può con sufficiente approssimazione trascurare il termine in $\Delta^2\theta$ e adottare l'ordinaria espressione:

$$\gamma' = \gamma \{ 1 + \alpha \cdot \Delta\theta \}$$

con α indipendente da $\Delta\theta$ cioè funzione della sola temperatura θ di riferimento.

Equazione fondamentale del metodo e significato fisico della costante K.

5. — Consideriamo la sezione del condotto, che abbiamo chiamato di misura, cioè quella in cui si prelevano i campioni d'acqua per le misure di conducibilità.

Per ipotesi il moto dell'acqua è *permanente*. Sia allora Q (m^3/s) la portata costante ed incognita del condotto.

Ogni tempo infinitesimo dt , la sezione di misura sarà attraversata da uno strato verticale d'acqua di volume $Q dt$ (m^3).

La conducibilità degli strati che *precedono* e che *seguono* quelli portanti l'onda salina, sarà ovviamente quella naturale (γ_a) dell'acqua scorrente.

Gli strati dell'onda avranno invece una conducibilità maggiore, perchè ciascuno contiene una piccola porzione $d\nu$ (litri) della soluzione concentrata (conducibilità γ_s) immessa nel condotto.

Per l'ipotesi ammessa al § 3, noi possiamo ammettere che il piccolo volume $d\nu$ sia uniformemente distribuito fra tutti i punti dello strato considerato. L'acqua di questo avrà quindi, applicando la (1), una conducibilità espressa dalla:

$$\gamma = \gamma_a + \frac{d\nu}{Q \cdot dt} \gamma_s \quad (2)$$

Esaminiamo ora a quali relazioni ci conduce l'impiego sistematico del ponte di Wheatstone a corrente alternata (Comunicazione Prof. Barbagelata, fig. 3).

E' noto come ogni equilibrio con esso realizzato, equivale a scrivere fra i quattro lati una relazione del tipo $a x = b c$.

Nel nostro caso la resistenza x del quarto lato, è quella del volume di liquido compreso fra gli elettrodi E (Comunicazione Barbagelata, fig. 10). Esprimendo tale resistenza in funzione della conducibilità γ (Ω/cm) del liquido in prova ($x = \frac{1}{G\gamma}$), la precedente relazione generale si può scrivere:

$$a = b c \cdot G \gamma$$

ove G è una costante caratteristica della cella impiegata, perchè dipende solo dalla forma e dalle dimensioni sue e degli elettrodi in essa contenuti ⁽⁴⁾.

Come è intuitivo, il valore del lato a , risulta, a parità di b , c e G proporzionale alla conducibilità γ del liquido.

Equilibratura iniziale del ponte. — E' stato detto (Comunicazione Barbagelata, § 3) che le misure di conducibilità sull'acqua scorrente vengono eseguite cominciando ad equilibrare il ponte prima che l'onda salina giunga alla sezione di misura.

Allora i campioni d'acqua prelevati dal condotto hanno la conducibilità γ_a ed il ponte equilibrato stabilirà la relazione:

$$a = b c \cdot G \gamma_a \quad (3)$$

Rilievo onda salina. — Nelle misure successive, cioè quando l'onda di sale attraversa la sezione di misura, è naturalmente necessario riequilibrare il ponte perchè l'acqua dei campioni prelevati dal condotto ha una conducibilità maggiore di γ_a . Lasciando allora inalterati i lati b e c e variando solo il lato a , le variazioni Δa di questo risulteranno ovviamente proporzionali alle variazioni $\Delta \gamma$ di γ . Risulterà cioè, come è facile verificare:

$$\frac{\Delta a}{a} = \frac{\Delta \gamma}{\gamma}$$

Nel caso nostro, ricordando la (2), avremo:

$$\frac{\Delta a}{a} = \frac{d\nu}{Q dt} \frac{\gamma_s}{\gamma_a} \quad (4)$$

che si può meglio scrivere:

$$Q \cdot \Delta a \cdot dt = a \frac{\gamma_s}{\gamma_a} \cdot d\nu$$

Se durante il passaggio dell'intera onda salina, viene registrato Δa in funzione del tempo, e ammesso γ_a costante (ipotesi § 2), la precedente relazione si può integrare per tutta la durata T dell'onda, ottenendo:

$$Q \cdot \int_0^T \Delta a \cdot dt = a \frac{\gamma_s}{\gamma_a} \int_0^T d\nu$$

cioè:

$$(5) \quad Q A = a \frac{\gamma_s}{\gamma_a} \cdot Q_s \quad \left\{ \begin{array}{l} Q_s = \text{volume totale della soluzione immessa (litri)} \\ A = \text{area dell'onda } \Delta a = f(t) \text{ (}^\circ\text{)} \\ \text{(ohm secondi)} \end{array} \right.$$

poichè evidentemente $\int_0^T d\nu$ rappresenta il volume totale di soluzione concentrata versato nel condotto.

Questa è l'equazione fondamentale del metodo chimico-elettrico.

Confrontiamo ora tale relazione con la $Q = \frac{K}{A} Q_s$ della comunicazione del Prof. Barbagelata (§ 8). Dall'identificazione risulta che la costante K , ha per espressione:

$$K = a \frac{\gamma_s}{\gamma_a} \quad (6)$$

ossia, a meno del fattore a , tale costante rappresenta il rapporto fra la conducibilità γ_s della soluzione salina impiegata per la prova (seconda definizione del § 4) e quella naturale dell'acqua scorrente nel condotto.

Siccome il valore di a , adottato per l'equilibratura iniziale, è sempre arbitrario conviene adottare costantemente lo stesso valore, e per facilitare il conteggio dei Δa scegliere una potenza del 10. Il valore più conveniente, date le tensioni generalmente applicate al ponte ($80 \div 100$ volt) e data la sensibilità media di questo ($\sim \frac{1}{2} \%$), è di 1000 Ω .

Si noti che facendo nelle equilibrature iniziali, costantemente $a = 1000 \Omega$, l'espressione $1000 \frac{\gamma_s}{\gamma_a}$ rappresenta senz'altro il rapporto fra il valore che γ_s avrebbe secondo la prima definizione esposta al § 4, ed il valore di γ_a .

In pratica K risulta normalmente compreso fra 1500 $\div$ 4000 e qualche volta, 10.000 e più.

⁽⁴⁾ Osservando che nella disposizione del Prof. Barbagelata fra la pompa e gli elettrodi è interposto il vaso V (fig. 10) può nascere il dubbio che la capacità di tale recipiente abbia ad influire sulla determinazione dell'area A . Effettivamente esso influisce sui singoli valori di Δa nel senso di rendere più inclinata la fronte e meno la coda della curva $\Delta a = f(t)$, ma si dimostra facilmente che se la pompa viene manovrata con ritmo regolare l'area A è sensibilmente indipendente dalla presenza del vaso.

⁽⁴⁾ Nelle celle adoperate dal Prof. Barbagelata, il liquido si ricambia con continuità (fig. 10). Può quindi nascere il dubbio che la costante G dipenda dalla velocità con la quale l'acqua attraversa gli elettrodi. Ma numerose esperienze hanno mostrato che entro i limiti di sensibilità del ponte adoperato per le prove la costante G è indipendente dalle velocità che vengono raggiunte.

Determinazione pratica della costante $K = a \frac{\gamma_s}{\gamma_a}$ (taratura).

6. — Uno dei pregi del metodo è senza dubbio quello di non richiedere alcuna misura assoluta di conducibilità.

Infatti l'espressione $a \frac{\gamma_s}{\gamma_a}$ da introdursi nella (5), viene determinata con quell'esperienza sussidiaria che il Prof. Barbagelata chiamò giustamente *taratura*, perchè, in modo intuitivo, serve a *tarare*, e l'acqua del condotto, e la soluzione salina in esso versata.

Concettualmente tale operazione si presenta molto semplice perchè implicitamente si presuppone che l'acqua usata sia assolutamente *identica* a quella del condotto. Ma in pratica detta taratura non può venire eseguita che qualche tempo prima o dopo (spesso alquanto dopo) il rilievo dell'onda salina, per cui può capitare, che l'acqua impiegata sia più o meno leggermente diversa (come conducibilità e come temperatura) da quella esistente nel condotto durante l'immissione del sale ⁽⁶⁾.

Di più, le operazioni per la taratura, eseguite generalmente all'aperto, durano un certo tempo, è quindi quasi sempre inevitabile che la temperatura delle piccole quantità d'acqua adoperate (di solito 10 o 20 litri) vari progressivamente per effetto degli scambi di calore che si stabiliscono fra l'acqua in prova e l'aria circostante; (questa è più calda della prima d'estate e più fredda d'inverno).

Tutto ciò è naturalmente fonte di alterazioni nei risultati delle misure. Ma di tali alterazioni è facile tenere conto, perchè esse possono essere valutate con sufficiente rigore per gli scopi ultimi delle prove. Noi le porremo sotto forma di correzioni dato ch'esse raramente superano i limiti di qualche per cento, e cominceremo a vedere come si tien conto delle variazioni di temperatura che possono verificarsi durante le varie fasi di una taratura.

Sia dunque V (litri) il volume d'acqua adoperato per la taratura. Seguendo progressivamente le due operazioni essenzialmente necessarie alla determinazione di K , abbiamo:

Equilibratura iniziale del ponte. — Come già per il rilievo dell'onda salina, il ponte viene dapprima equilibrato mentre fra gli elettrodi trovasi acqua semplice che per stare sulle generali supporremo abbia una temperatura θ ed una conducibilità naturale γ_a diverse da quelle dell'acqua che ha trasportato un'onda salina.

L'eguaglianza stabilita dall'equilibrio del ponte è (§ 5):

$$a = b c \cdot G \gamma_a \quad (7)$$

Per quanto abbiamo detto alla fine del precedente paragrafo è ovvio che si adotti per a il valore di 1000 Ω scelto una volta per sempre.

Equilibratura successiva. — Questa viene eseguita dopo aver mescolato ai V litri d'acqua, v cm³ della soluzione concentrata usata per le prove. La conducibilità aumenta, ma nel frattempo la temperatura dell'acqua varia.

Sia θ_1 la sua temperatura al momento della riequilibratura del ponte, ottenuta, come è ovvio, variando solo il lato a di Δa .

La nuova conducibilità dell'acqua, ammettendo le ipotesi del § 4, risulterà espressa da:

$$\gamma_a \left\{ 1 + \alpha_a (\theta_1 - \theta) \right\} + \frac{v}{V} \gamma_s \left\{ 1 + \alpha_s (\theta_1 - \theta) \right\}$$

ove γ_s è la conducibilità alla temperatura θ della soluzione concentrata e α_a ; α_s sono i coefficienti di temperatura, corrispondenti alla temperatura θ , rispettivamente dell'acqua e della soluzione concentrata.

L'aumento di conducibilità che l'acqua ha subito per l'aggiunta dei v cm³, è quindi:

$$\frac{v}{V} \gamma_s + \left\{ \alpha_a \gamma_a + \frac{v}{V} \alpha_s \gamma_s \right\} \Delta \theta$$

in cui il secondo termine rappresenta la parte dipendente dalla variazione $\Delta \theta = \theta_1 - \theta$ della temperatura.

⁽⁶⁾ Anche prelevando dal condotto l'acqua occorrente per la taratura, subito dopo terminato il rilievo di un'onda, è sempre facile che, per imperfetto lavaggio del recipiente che la deve contenere, si aggiungano, ai sali già disciolti in essa, tracce più o meno sensibili di altri sali.

Ma, se anche non interviene questa causa, è, ad esempio, ben difficile che l'equilibratura iniziale della taratura, trovi l'acqua fra gli elettrodi alla temperatura ch'essa aveva nel canale.

Ora fra le letture al ponte e la variazione di conducibilità si può come sappiamo (§ 5) scrivere:

$$\frac{\Delta a}{a} = \frac{\frac{v}{V} \gamma_s + \left\{ \alpha_a \gamma_a + \frac{v}{V} \alpha_s \gamma_s \right\} \Delta \theta}{\gamma_a}$$

Relazione che risolta rispetto al termine $a \frac{\gamma_s}{\gamma_a}$ dà la costante K relativa all'acqua impiegata per la taratura. Si ottiene:

$$K = a \frac{\gamma_s}{\gamma_a} = \frac{V}{v} \Delta a \frac{1 - \alpha_a \frac{a}{\Delta a} \Delta \theta}{1 + \alpha_s \Delta \theta}$$

e mettendo in evidenza la parte dipendente dalle variazioni di temperatura risulta:

$$K = a \frac{\gamma_s}{\gamma_a} = \frac{V}{v} \Delta a \left\{ 1 - \left(\alpha_s + \alpha_a \frac{a}{\Delta a} \right) \frac{\Delta \theta}{1 + \alpha_s \Delta \theta} \right\}$$

e indicando con ϑ il termine correttivo si può scrivere:

$$K = \frac{V}{v} \Delta a (1 - \vartheta) \quad (8)$$

Se durante l'operazione di taratura, la temperatura dell'acqua resta costante ($\Delta \theta = 0$) la (8) si riduce ovviamente a

$$K = \frac{V}{v} \Delta a. \quad (9)$$

Notiamo che, ammesso vero il complesso delle ipotesi del § 4, il valore di K dovrebbe risultare, entro certi limiti, indipendente dal valore di v .

Pertanto, in pratica non conviene limitarsi ad eseguire una sola misura per un unico valore di v , ma è conveniente invece, suddividere tale volume (fissato in modo da ottenere un Δa almeno uguale al valore massimo raggiunto durante il rilievo dell'onda salina) in più parti, da versarsi nell'acqua *successivamente*, determinando ogni volta il Δa e quindi il K corrispondente.

In tal guisa è possibile un utile reciproco controllo dei diversi valori ottenuti per K e contemporaneamente una verifica della legge di proporzionalità e delle altre ammesse con questa.

Notiamo a questo riguardo che le numerosissime esperienze eseguite hanno sempre (entro le ordinarie tolleranze, dipendenti soprattutto dagli errori d'osservazione) confermato la teoria.

7. — Per il calcolo del termine correttivo

$$\vartheta = \left(\alpha_s + \alpha_a \frac{a}{\Delta a} \right) \frac{\Delta \theta}{1 + \alpha_s \Delta \theta} \quad (10)$$

che tien conto delle variazioni di temperatura, è naturalmente necessario conoscere i valori di α_s e α_a in funzione di θ .

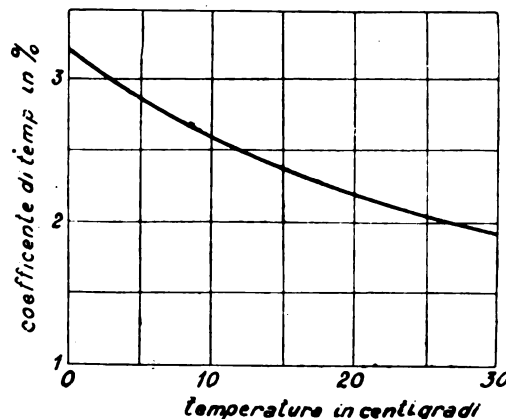


Fig. 2. — Coefficiente di temperatura delle soluzioni diluite di Na Cl.

Il sale comune del commercio contiene, come è noto, oltre al Na Cl, altri sali, ma di solito in così tenue quantità che possiamo ignorarli, soprattutto ricordando essere ϑ una correzione. E' lecito quindi adottare per α_s i valori che competono al cloruro di sodio puro. La fig. 2 rappresenta tali valori in funzione di θ per le soluzioni diluite che qui ci interessano ⁽⁷⁾.

⁽⁷⁾ La curva della fig. 2 è stata dedotta dalle tabelle del Kohlrausch.

In quanto al valore del coefficiente α_a relativo all'acqua scorrente è bene determinarlo di volta in volta, con una esperienza semplicissima.

Prelevato dal condotto un volume d'acqua qualsiasi ma non molto grande (intorno a 5 ÷ 10 litri) si determinano, nella guisa ormai nota, con lo stesso ponte e con gli stessi elettrodi preparati per le altre misure, le variazioni di conducibilità che l'acqua prelevata subisce mentre la sua temperatura muta per l'influenza dell'ambiente.

E' facile allora, prolungando l'esperienza fino a raggiungere la massima variazione di temperatura che presumibilmente si verificherà durante le altre prove, dedurre i valori di α_a per tutti i valori di θ che interessano.

Notiamo che le acque scorrenti contengono prevalentemente carbonati e solfati, sali, questi, che hanno un coefficiente α superiore di qualche unità di per mille, a quello dei cloruri. Ne consegue che normalmente si trovano per α_a valori qualche po' superiori ad α_s .

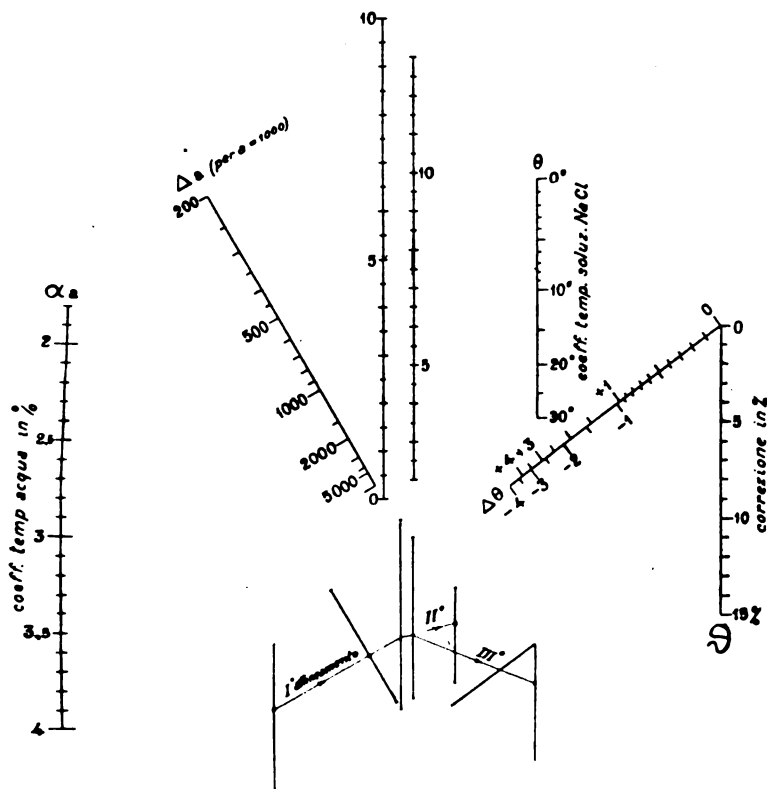


Fig. 3. — Nomogramma per il calcolo della correzione

$$\bar{\alpha} = \left(\alpha_s + \alpha_a \frac{a}{\Delta a} \right) \frac{\Delta \theta}{1 + \alpha_s \Delta \theta}$$

(La scala $\Delta \theta$ è calcolata per un valore medio di α_s).

Per il calcolo di $\bar{\alpha}$ si può far uso di uno di quei nomogrammi così utili nei casi simili a questo. La fig. 3 mostra impicciolito e semplificato, quello fin'ora usato. Il suo impiego è indicato dallo schema inferiore.

Variazioni della costante $K = a \frac{\gamma_s}{\gamma_a}$.

8. — Nel capitolo precedente abbiamo sottolineato come il risultato di una taratura fornito dall'espressione (8), rappresenti la costante K relativa all'acqua impiegata per tale operazione.

L'osservazione è necessaria perchè, come abbiamo supposto, quest'acqua può non essere identica a quella che ha trasportato un'onda salina, ed in tal caso il K ottenuto non può essere quello da introdursi nella (5) per il calcolo della portata incognita. E' però facile dedurre dal valore trovato quello da adottare. Distinguiamo con l'indice zero i valori delle grandezze durante la taratura.

Avremo allora:

$K_0 = a \frac{\gamma_{s0}}{\gamma_{a0}}$ costante ottenuta dalla taratura (la temperatura durante l'equilibrio iniziale sia stata θ_0).

$K = a \frac{\gamma_s}{\gamma_a}$ costante relativa all'acqua scorrente nel condotto durante una prova, ed avente la temperatura θ .

Poichè la soluzione salina è nei due casi la stessa deve naturalmente sempre essere

$$\gamma_s = \gamma_{s0} \{ 1 + \alpha_s (\theta - \theta_0) \} \quad (\alpha_s \text{ corrispondente a } \theta_0)$$

Nell'ipotesi che l'acqua della taratura sia, per quanto riguarda i sali disciolti, assolutamente identica a quella del condotto, cioè ne differisca solo per la temperatura, deve analogamente essere

$$\gamma_a = \gamma_{a0} \{ 1 + \alpha_a (\theta - \theta_0) \} \quad (\alpha_a \text{ corrispondente a } \theta_0)$$

e quindi in tal caso si avrebbe semplicemente:

$$K = a \frac{\gamma_s}{\gamma_a} = K_0 \frac{1 + \alpha_s (\theta - \theta_0)}{1 + \alpha_a (\theta - \theta_0)} \approx K_0 \{ 1 + (\alpha_s - \alpha_a) (\theta - \theta_0) \} \quad (11)$$

ossia la costante K sarebbe funzione della temperatura secondo un coefficiente $\alpha' = \alpha_s - \alpha_a$.

Nell'ipotesi generale invece si può solo scrivere:

$$K = a \frac{\gamma_s}{\gamma_a} = a \frac{\gamma_{s0}}{\gamma_{a0}} \cdot \frac{\gamma_{s0}}{\gamma_{a0}} \{ 1 + \alpha_s (\theta - \theta_0) \} = K_0 \frac{\gamma_{s0}}{\gamma_{a0}} \{ 1 + \alpha_s (\theta - \theta_0) \} \quad (12)$$

Ma il rapporto $\frac{\gamma_{s0}}{\gamma_{a0}}$ si deduce facilmente dalle letture al ponte quando si abbia cura di adottare per il rilievo dell'onda e per la taratura l'identica coppia di elettrodi.

L'equilibratura iniziale per la taratura equivale, infatti, a scrivere:

$$a = b_0 c_0 \cdot G_0 \gamma_{a0} \quad (a = 1000 \Omega)$$

e quella per il rilievo dell'onda salina:

$$a = b c \cdot G \gamma_a \quad (a = 1000 \Omega)$$

Dividendo membro a membro queste due relazioni si ottiene:

$$\frac{\gamma_{a0}}{\gamma_a} = \frac{G}{G_0} \cdot \frac{b}{b_0} \cdot \frac{c}{c_0}$$

Quindi, se oltre adottare lo stesso valore di a , per entrambe le operazioni, si fa anche $b = b_0$ ed è $G = G_0$, il rapporto $\frac{c}{c_0}$ rappresenta ovviamente $\frac{\gamma_{a0}}{\gamma_a}$.

La relazione (11) può quindi in definitiva essere scritta

$$K = K_0 \frac{c}{c_0} \{ 1 + \alpha_s (\theta - \theta_0) \} \quad (13)$$

Si noti bene che fino a quest'ultimo punto nessuna condizione obbligava ad adoperare gli stessi elettrodi per la taratura e per il rilievo dell'onda, in altre parole si sarebbe potuto eseguire le due operazioni con celle separate aventi costanti qualsiasi.

Ma in pratica conviene, per eliminare ogni incertezza, usare sempre la stessa cella; ciò, che fra l'altro permette un utile controllo poichè se non vi sono ragioni di dubitare dell'identità dei sali naturalmente contenuti nelle acque delle due operazioni, il risultato di $\frac{c}{c_0} \{ 1 + \alpha_s (\theta - \theta_0) \}$ deve coincidere sensibilmente con $1 + (\alpha_s - \alpha_a) (\theta - \theta_0)$.

Diamo in nota (*) un esempio dei risultati di una taratura e dei calcoli relativi.

(*) I rilievi di una taratura eseguita nel corso delle esperienze, con $V = 10$ litri d'acqua, furono i seguenti:

equilibratura iniziale:		$a = 1000 \Omega$ $b = 2000$ $c_0 = 1930 \Omega$	temperatura $\theta_0 = 18.3$
equilibrature successive:	v (cm ³)	Δa (ohm)	θ (gradi)
	2	966	19,4
	4	1950	20
	6	2950	20,6

Deducendo dalle relative curve i valori di α_s ed α_a per le varie

Variazioni di temperatura nell'acqua portante l'onda salina.

9. — Salvo casi molto eccezionali, se si riscontrano queste variazioni esse sono dell'ordine di pochi decimi di grado. E' però sempre opportuno esaminare come esse possono intervenire a falsare i risultati.

Riprendiamo le equazioni del § 5.

Sia:

$$a = b \cdot c \cdot G \gamma_a \quad (\text{temperatura } \theta)$$

l'uguaglianza che rappresenta l'equilibratura iniziale del ponte per il rilievo dell'onda salina.

Se la temperatura media di un generico strato verticale dell'onda (e quindi quella del campione da quello prelevato) è θ' in luogo di θ la conducibilità dell'acqua diviene:

$$\gamma_a \{1 + \alpha (\theta' - \theta)\} + \frac{d\gamma}{d\theta} \gamma_s \{1 + \alpha_s (\theta' - \theta)\}$$

ove γ_s e gli α sono, al solito, relativi alla temperatura θ .

Ponendo $\theta' - \theta = \Delta\theta$, la variazione di conducibilità è espressa da:

$$\alpha_a \gamma_a \Delta\theta + \frac{d\gamma}{d\theta} \gamma_s \{1 + \alpha_s \Delta\theta\}$$

e quindi l'uguaglianza (4) diviene:

$$\frac{\Delta a}{a} = \alpha_a \Delta\theta + \frac{d\gamma}{d\theta} \frac{\gamma_s}{\gamma_a} \{1 + \alpha_s \Delta\theta\}$$

o meglio:

$$Q \frac{\Delta a - \alpha_a a \Delta\theta}{1 + \alpha_s \Delta\theta} dt = a \frac{\gamma_s}{\gamma_a} d\gamma$$

Ma $a \frac{\gamma_s}{\gamma_a}$ è la costante K relativa alla temperatura riscontrata durante l'equilibratura iniziale, quindi possiamo scrivere:

$$Q \left\{ 1 - \left(\alpha_s + \alpha_a \frac{a}{\Delta a} \right) \frac{\Delta\theta}{1 + \alpha_s \Delta\theta} \right\} \Delta a \cdot dt = K d\gamma$$

ed anche:

$$Q (1 - \theta') \Delta a dt = K d\gamma$$

poichè il termine dipendente da $\Delta\theta = \theta' - \theta$ ha la stessa espressione dell'analogo che interviene nei calcoli della taratura.

Integrando per tutta la durata T dell'onda si ottiene:

$$Q \cdot A' = K Q, \quad (14)$$

ove A' è l'area della curva $(1 - \theta') \Delta a = f(t)$ e gli altri simboli come a § 5.

Per calcolare il valore di A' bisognerebbe evidentemente alterare tutte le ordinate dell'onda $\Delta a = f(t)$ nel rapporto da 1 a $1 - \theta'$, ma in pratica data l'approssimazione media di tali conteggi, e notando che $\Delta\theta$ (e quindi anche θ') è sempre molto piccolo, si può, con sufficiente approssimazione, applicare una unica correzione media all'area A dell'onda $\Delta a = f(t)$; scrivendo semplicemente:

$$A' \approx (1 - \theta'_m) A \quad (15)$$

temperature θ si ottiene:

ν	$\Delta\theta = \theta - \theta_0$	$\alpha_s \%$	$\alpha_a \%$	$\gamma \%$	$\Delta a (1-\gamma)$	$\frac{V}{\nu}$	K
2	+1,1	2,2	2,6	+5,2	917	5	4585
4	+1,7	2,2	2,6	+5,7	1840	2,5	4600
6	+2,3	2,2	2,5	+6,8	2750	1,667	4580
							media = 4588

La costante K relativa all'acqua usata per la taratura ($c_0 = 1930$; $\theta_0 = 18,3$) è dunque $K \approx 4590$.

Se ora durante il rilievo dell'onda salina, eseguito con gli stessi elettrodi che hanno dato i risultati precedenti e con lo stesso valore di b , si ottenne $c = 2047$ e la temperatura dell'acqua fu di 16,2 gradi la costante da adottarsi per il calcolo della portata incognita è:

$$K = K_0 \frac{c}{c_0} \left\{ 1 + \alpha_s (\theta - \theta_0) \right\} = 4590 \frac{2047}{1930} \left\{ 1 - 2,2 \cdot 2,1 \right\} = 4650$$

Come controllo applicando la (11) si otterrebbe con $\alpha_s - \alpha_a \approx -0,4\%$

$$K = K_0 \left\{ 1 + (\alpha_s - \alpha_a) (\theta - \theta_0) \right\} = 4590 \left\{ 1 + 0,4 \cdot 2,1 \right\} = 4630.$$

valore sensibilmente concordante col precedente.

e assumendo per θ'_m il valore di θ che risulta ponendo per Δa l'ordinata media della cresta, e per $\Delta\theta$ la variazione media della temperatura in corrispondenza della cresta. La cosa è lecita perchè l'area della parte centrale dell'onda è generalmente la parte più notevole di A .

Riassunto.

10. — Per comodità del lettore riassumiamo qui quanto fu esposto nelle pagine precedenti.

Lo schema teorico fondamentale del metodo chimico-elettrico per la misura della portata di un condotto, suppone che l'acqua usata per la taratura sia assolutamente identica a quella scorrente nel condotto e che entrambe abbiano costantemente la stessa temperatura.

In tal caso le relazioni che determinano la portata incognita sono:

$$Q = \frac{K}{A} Q_s \quad ; \quad K = \frac{V}{\nu} \Delta a \quad (5) \text{ e } (9)$$

ove:

Q = portata incognita (in m³/s);

Q_s = quantità totale di soluzione concentrata immessa nel condotto (in litri);

A = area dell'onda $\Delta a = f(t)$, (in Ω secondi);

K = costante che dipende e dalla soluz. concentrata e dalla acqua in cui viene versata (in Ω) — $\left(K = a \frac{\gamma_s}{\gamma_a} \right)$;

V = volume d'acqua usato per la taratura (in litri);

ν = volume di soluzione concentrata mescolato col precedente volume V (in cm³);

Δa = variazione del lato a del ponte durante la taratura (in Ω).

In pratica le condizioni dello schema teorico risultano verificate solo eccezionalmente, da qui la necessità di alcune correzioni.

La correzione che più frequentemente occorre applicare è quella che riporta il valore bruto di Δa , ottenuto durante la taratura, al valore che si sarebbe letto se la temperatura durante tale operazione fosse rimasta immutata dall'equilibratura iniziale in poi.

Detto Δa il valore letto, quello corretto da introdursi nella (9) risulta da: (per i simboli si veda §§ 6 e 7)

$$\Delta a \cdot (1 - \theta) = \Delta a \cdot \left\{ 1 - \left(\alpha_s + \frac{a}{\Delta a} \alpha_a \right) \frac{\Delta\theta}{1 + \alpha_s \Delta\theta} \right\}$$

quindi:

$$K = \frac{V}{\nu} \cdot \Delta a \cdot (1 - \theta) \quad (8)$$

Se poi la temperatura θ_0 , durante l'equilibrio iniziale della taratura risultasse diversa da quella θ che si ha durante il rilievo dell'onda, bisogna dedurre dal valore K_0 precedentemente calcolato, il valore K da introdursi nella (5), colla relazione (per i simboli si veda § 8).

$$K = K_0 \frac{1 + \alpha_s (\theta - \theta_0)}{1 + \alpha_a (\theta - \theta_0)} \approx K_0 \left\{ 1 + (\alpha_s - \alpha_a) (\theta - \theta_0) \right\} \quad (11)$$

oppure, se vi è ragione di dubitare che l'acqua per la taratura fosse leggermente diversa da quella del condotto, con la relazione:

$$K = K_0 \frac{c}{c_0} \left\{ 1 + \alpha_s (\theta_0 - \theta) \right\} \quad (13)$$

Ricordiamo però, che quest'ultima relazione presuppone che tutte le varie operazioni di una prova (rilievo onda e taratura) vengano eseguite con gli stessi elettrodi, e sempre con gli stessi valori nei lati a e b del ponte ($^{\circ}$), ciò che si può e che conviene sempre fare.

Infine se — caso rarissimo — durante il rilievo dell'onda venissero riscontrate differenze sensibili nella temperatura dell'acqua del condotto, nella formola (5) all'area A si deve sostituire l'area (per i simboli si veda § 9):

$$A' = \int_0^T \Delta a \cdot (1 - \theta') dt$$

($^{\circ}$) Se ciò non fosse, al rapporto $\frac{c}{c_0}$ si dovrebbe sostituire il rapporto $\frac{G \cdot b \cdot c}{G_0 \cdot b_0 \cdot c_0}$ il cui calcolo richiede naturalmente la conoscenza preventiva di $\frac{G}{G_0}$.

che nella gran maggioranza dei casi si può scrivere:

$$A' = A (1 - \vartheta'_m)$$

in cui ϑ'_m è una correzione media calcolata in corrispondenza della cresta dell'onda $\Delta a = f(t)$. ⁽¹⁰⁾

Approssimazione raggiungibile col metodo chimico-elettrico.

11. — Data la forma dell'espressione $Q = \frac{K}{A} Q_s$; l'approssimazione relativa η_Q (in %) che si può attribuire al risultato della misura di una portata Q , è, come è noto, espressa da:

$$\eta_Q = \eta_K + \eta_A + \eta_s \quad (16)$$

ove le η del secondo membro sono rispettivamente le approssimazioni relative (in %) dei tre termini K ; A ; Q_s .

Esaminiamo allora separatamente quali valori possiamo praticamente attribuire a queste quantità.

Approssimazione della costante $K = \frac{V}{v} \Delta a$. — Essa dipende ovviamente da quelle degli elementi che la determinano.

Il volume V d'acqua viene normalmente fissato di 10 od al più 20 litri, quindi esso può essere facilmente determinato tanto a mezzo di un pallone (1 ÷ 2 litri) accuratamente tarato quando mediante una pesata ⁽¹¹⁾.

Con un po' d'attenzione, e valutando mediante un'esperienza preliminare l'acqua che può rimanere nei tubi e nella pompa e nei diversi vasi, è facile contenere l'incertezza della misura di V sempre entro i 10 ÷ 20 cm³, cioè in valore relativo entro l'1 od il 2 per mille.

Il volume v di soluzione concentrata da mescolarsi col volume V è, per $V = 10$ litri dell'ordine di 2 ÷ 4 ÷ 6 cm³. Adottando una buretta di 10 ÷ 20 cm³ graduata e ben tarata e tenendo conto degli eventuali errori sistematici si può far conto che v risulti valutato a meno di altri 1 ÷ 2 per mille.

In quanto poi all'approssimazione di Δa , essa dipende solo dalla sensibilità del ponte poichè gli errori di taratura delle resistenze che lo costituiscono non entrano in conto dato che lo stesso ponte viene adoperato anche per il rilievo dell'onda salina ⁽¹²⁾.

La sensibilità del ponte a corrente alternata usato nelle esperienze del Prof. Barbagelata era tale che una variazione di 1 Ω su un lato di 2000 era facilmente sentita, ciò che permette di valutare Δa (che di solito per $a = 1000 \Omega$ è dell'ordine di 300 ÷ 1000 e più ohm a seconda dei casi) con una approssimazione di circa 1 ÷ 2 per mille.

In definitiva e arrotondando in più per tenere conto delle incertezze insite nelle correzioni possiamo ritenere che senza troppe difficoltà, la costante K risulti determinata a meno del $\pm 7\%$, cioè che η_K si aggiri intorno al 0,7 %. In altre parole ciò significa che i risultati di due tarature fatte su acque identiche e con la stessa soluzione salina non dovrebbero, nell'eventualità peggiore differire più dell'1,5 per cento. In tutte le numerose esperienze fatte, tenuto conto delle relative correzioni, tale limite risultò sorpassato solo in via eccezionale.

Approssimazione del volume Q_s . — Tale volume è in generale dell'ordine di qualche ettolitro. La sua determinazione può essere fatta in vari modi a seconda delle circostanze.

Quando si abbia a disposizione una basculle, è sempre possibile ricondurre la misura di Q_s ad una o più pesate di acqua semplice. In tal caso ricordando che la sensibilità delle ordinarie basculle si aggira intorno all'1 per mille (un etto su un quintale) e che di solito la tolleranza media dei loro pesi campioni è inferiore a questo valore, si può ritenere che Q_s risulti mediamente valutato a meno di 5 per mille.

Quando una pesata non fosse possibile, lo stesso metodo chimico-elettrico si presta egregiamente alla valutazione accurata del volume del recipiente contenente la soluzione.

Il procedimento da seguire è intuitivo; esso è esattamente quello descritto nelle pagine precedenti con l'unica differenza che in luogo di una portata scorrente in un condotto si deve valutare un volume d'acqua immobile. La formola (5) in tal caso si scriverebbe:

$$V = \frac{K}{\Delta a} V_s$$

ove V è il volume incognito del recipiente da tarare, V_s il volume di soluzione che si immetterà nel recipiente già riempito d'acqua fino al livello voluto, e Δa è la variazione del lato a del ponte che si riscontra misurando la conducibilità di un campione della mescolanza.

E' evidente che in questa misura le incertezze relative all'ipotesi del § 3 scompaiono, poichè l'uniformità di distribuzione del sale in seno al volume V , viene facilmente garantita da un energico rimescolamento. Con qualche cura è certamente possibile con questo metodo valutare il volume $V = Q_s$ con una approssimazione non molto diversa da quella che si attribuisce alla costante K , cioè $\eta_s = \pm 7 \div 8$ per mille.

Notiamo che quasi sempre è utile, se non necessario, immettere nel condotto il volume Q_s di soluzione salina mediante un ugello alimentato a battente costante (come quello della fig. 9 della comunicazione Barbagelata). In tal caso conoscendo la portata dell'ugello è facile, misurando la durata dell'immissione, valutare o controllare la quantità totale di soluzione immessa. Ma per la taratura dell'ugello bisogna sempre dipendere da una misura di volume per cui in definitiva l'approssimazione di Q_s si aggira sempre intorno al 0,5 ÷ 0,8 %.

Approssimazione dell'area A . — E' questo l'elemento la cui valutazione presenta la massima incertezza. Il suo valore dipende da una questione di probabilità, perchè evidentemente è legato al modo col quale risulta verificata l'ipotesi del § 3 sull'uniformità della distribuzione salina nella sezione di misura.

Quando l'immissione sia molto suddivisa e fra la sezione di immissione e quella di misura l'acqua del condotto venga molto rimescolata, e si ottengano dei diagrammi della funzione $\Delta a = f(t)$ molto regolari (cresta non molto frastagliata e sua durata notevole rispetto a quelle delle altre parti), noi riteniamo che non vi siano ragioni di dubitare troppo dell'uniformità di distribuzione trasversale, ossia che gli errori dipendenti dall'eventuale disuniformità siano molto ridotti.

Valutando η_A intorno a $\pm 1,5\%$, l'approssimazione η_Q di Q risulterebbe, per la (16), intorno a circa il $\pm 3\%$.

Ora ogni qual volta fu possibile ripetere la misura della stessa portata variando le condizioni della prova, i risultati non differirono mai fra loro più del 3 ÷ 4 %, ciò che a posteriori confermerebbe potersi mantenere η_A nei limiti $\pm 1,5\%$.

Notiamo che la ripetizione sistematica delle prove, variandone le condizioni, costituisce il mezzo più razionale per determinare la reale approssimazione del metodo, e non c'è che da augurarsi che coloro che possono disporre di un canale sperimentale abbiano ad intraprendere una serie sistematica di prove atte a fissare, meglio di quanto fu qui fatto, il valore di η_Q , soprattutto in relazione al modo d'immissione del sale ed alle circostanze del tragitto fra la sezione d'immissione e quella di misura.

Milano — Istituzione Elettrotecnica «Carlo Erba»
Dicembre 1925.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente	• 20, — più per postali • 2, —
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	• 20, — più per postali • 3, —
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)	• 2,50
più per postali	• 0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	• 1, —
più per postali	• 0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	• 3, —
più per postali	• 1, —

⁽¹⁰⁾ L'entità delle correzioni sopra indicate diminuirebbe sensibilmente, tanto che in qualche caso esse potrebbero venir trascurate, ritornando alla disposizione usata in un primo tempo dal Prof. Barbagelata con la quale, al lato c del ponte era sostituito un secondo sistema di elettrodi galleggianti immerso nel corso d'acqua a monte del punto di immissione e, nella taratura, in un secchio analogo a quello in cui si fa la mescolanza. In tal modo le eventuali variazioni di temperatura e di conducibilità naturale dell'acqua tendono a compensarsi. La disposizione fu in seguito abbandonata perchè dava luogo, in taluni casi a notevoli complicazioni pratiche per la sua attuazione.

⁽¹¹⁾ Si noti che quando V viene stabilito con una pesata, la portata incognita Q risulterebbe a rigore espressa in tonnellate al secondo.

⁽¹²⁾ Il metodo chimico-elettrico, si può classificare fra i metodi di misura detti: di *uguale deviazione*, e come tale è esente dagli errori propri dell'apparecchio indicatore.

LETTERE ALLA REDAZIONE

A proposito di tramvie interurbane.

Riceviamo:

L'Ing. Guastalla ⁽¹⁾ concorda pienamente nei criteri principali da me esposti relativi ai trasporti pubblici di persone nelle grandi città: metropolitane per le sole arterie di gran traffico con stazioni di transito al centro, ossia radiali accoppiate; tramvie alla periferia su strade ampie e con poche fermate, e autobus ad accumulatori per le arterie secondarie, sia interne che esterne.

A proposito di queste è però necessaria una rettifica per rendere l'accordo anche nei dettagli, e se l'interesse troppo locale non obbligasse a limitare lo spazio, avrei esposta la soluzione e il tracciato che soddisfano anche i bisogni di un futuro meno prossimo di cui si preoccupa a ragione l'Ing. Marco Semenza.

La rettifica, superflua per chi legge attentamente la Rivista, riguarda il costo dell'energia e della manutenzione e rinnovazione batterie, che l'Ing. Guastalla mi attribuisce in L. 1,50 per vettura-km, mentre la mia premessa è di L. 1,50 per kW-ora e il mio prospetto precisa 0,5 kWh e quindi L. 0,75 per vettura-km, L. 150 per 200 km. al giorno.

La quota per le spese generali e per le gomme che egli trova alquanto scarsa, si riferisce a strade pavimentate in asfalto, senza binari o in orizzontale, e per Milano risulta in pratica sufficiente.

La ditta Rognini e Balbo che impiantò ed eserci 5 anni fa la linea a Milano e fornì le prime 21 vetture per il servizio di Roma ed altre per Fano, Pesaro, Vicenza, Udine, Trento, informa di averne fornite 7 per Atene, 25 equipaggiamenti per Lione e recentemente spediti i campioni per una grossa fornitura a Buenos Aires.

Ing. EMILIO BELLONI.

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, 1926, pag. 14.

:: Sunti e Sommari ::

ELETTROTECNICA GENERALE.

R. MESNY — Produzione di oscillazioni polifasi a mezzo di tubi elettronici. (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. XIII, N. 4, pag. 471, agosto 1925).

E' facilmente intuibile, che, se con n triodi identici si realizza un dispositivo sperimentale, caratterizzato da una simmetria geometrica ed elettrica di ordine n , il sistema così risultante può esser messo in grado di produrre, per particolari condizioni, un insieme di oscillazioni polifasi di ordine n . Ci si può domandare però, se il funzionamento di simile sistema sia stabile, se cioè non avvenga che, per la più piccola differenza fra due elementi omologhi, il complesso polifase non degeneri in una serie di oscillazioni aventi frequenze diverse. Se si riflette alla incertezza che regna circa la valutazione dei fenomeni che entrano in gioco nel funzionamento dei triodi, si è portati a concludere che la verifica o meno di detta stabilità non può esserci fornita che dall'esperienza.

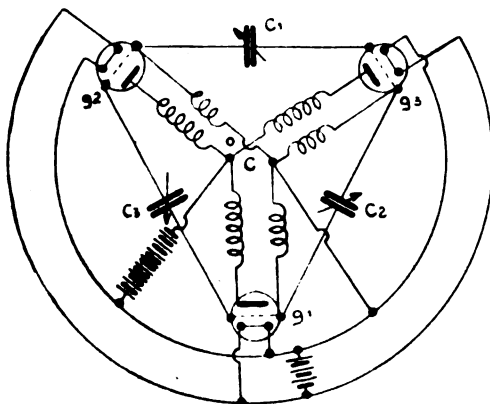


Fig. 1.

L'A. indica come si possa realizzare un sistema di oscillazioni trifase la cui stabilità di funzionamento è facilmente verificata. La fig. 1 illustra chiaramente il dispositivo ideato: esso oscilla spontaneamente se i tre circuiti oscillatori così costituiti hanno lo stesso periodo

e se la mutua induzione fra le bobine di placca e di griglia di ciascun triodo, ha un opportuno valore. Le oscillazioni trifasi sarebbero assai stabili e si manterrebbero anche per differenze fra elementi omologhi, dell'ordine 4-5 %.

Il sistema risultante dalla detta combinazione dei tre triodi, può considerarsi come costituito da tre circuiti oscillatori: $g_1 C g_2 C_2$; $g_2 C g_3 C_1$; $g_3 C g_1 C_2$: circuiti in parte sovrapposti e capaci di essere sede, ciascuno, di oscillazioni in ritardo di 120° su quelle del precedente ed in anticipo di 120° su quelle del seguente (o inversamente). L'esistenza di oscillazioni trifasi può essere resa evidentemente con la realizzazione di un campo rotante; disponendo, per es., di tre bobine facenti fra loro un angolo di 120° e connettendole fra il punto C e le tre induttanze di griglia si ottiene appunto un campo rotante capace di azionare un motorino a gabbia di scoiattolo. L'A. con frequenze dell'ordine di 5×10^3 periodi, ha realizzato un motore la cui potenza era dell'ordine di 10^{-3} watt.

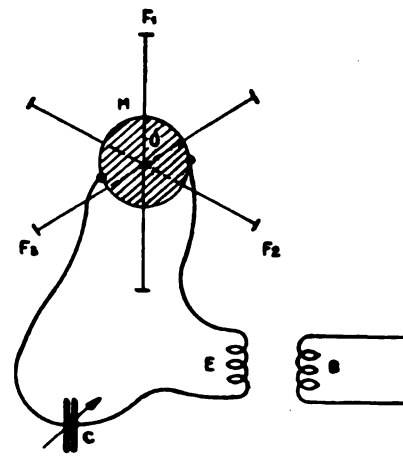


Fig. 2.

Una applicazione interessante del sistema è quella della misura delle fasi in alta frequenza. Riferiamoci alla fig. 2 e siano F_1, F_2, F_3 le tre bobine a 120° di cui sopra. Pensiamo disporre una bobina M, mobile intorno al comune asse di simmetria (di traccia O), le cui spire giacciono in piani paralleli all'asse di rotazione. E' evidente allora che M diviene sede di una f.e.m. avente frequenza eguale a quella delle oscillazioni trifasi, ma la cui fase dipenderà dall'orientazione. Si supponga inoltre che, a mezzo di una opportuna costruzione dell'insieme, sia lecito ritenere che le variazioni di fase risultino eguali agli angoli di cui ruota la bobina M. Successivamente, introduciamo questa nel circuito EC ed accordiamo l'insieme sulla frequenza utilizzata. Se ora in derivazione sul condensatore poniamo un sistema d'ascolto, è evidente che qualunque sia la posizione della bobina M il telefono rende sempre lo stesso suono poichè il campo rotante è circolare. Ma se alla bobina E, ne accoppiamo una terza B percorsa da corrente della stessa frequenza, esisterà certo un valore di accoppiamento ed una orientazione di M per cui il suono si annulla: in queste condizioni le forze elettromotrici indotte in E ed in M rispettivamente da B e dal campo rotante sono esattamente in opposizione. L'apparecchio può quindi essere usato come un ordinario «variante di fase».

Naturalmente, la frequenza della corrente circolante in B deve essere identica a quella del generatore trifase. Inoltre, un'altra condizione la cui realizzazione è necessaria per ottenere risultati attendibili, è la variazione uniforme della fase della forza elettromotrice indotta in M, con la rotazione della stessa intorno all'asse O.

L'A. dimostra che tale condizione è soddisfatta quando il coefficiente d'induzione mutua fra la bobina M ed una bobina F_1 , varia secondo il coseno dell'angolo che formano i piani delle loro spire.
V. Go.

MOTORI ELETTRICI.

Regolazione dei motori a induzione col sistema Brown Boveri-Scherbius. (Revue B B C, febbraio 1925, Vol. XII, N. 2, pag. 28).

La coppia che sollecita l'indotto di un motore a induzione è proporzionale alla f.e.m. che agisce nel rotore stesso: d'altra parte questa f.e.m. è proporzionale allo scorrimento. Allorchè varia il carico, per esempio cresce, anche la velocità di scorrimento cresce, fino a che non si sia stabilita, nel rotore, una f.e.m. d'induzione, tale da equilibrare la coppia applicata. Per modificare la tensione risultante nell'indotto, e quindi le condizioni di funzionamento, la Brown Boveri usa inserire nel circuito rotorico una macchina Scherbius. Questa è un motore a collettore trifase, che ha la particolarità di avere tanto i poli induttori, quanto quelli di commutazione sporgenti: in questo modo il campo degli uni è poco influenzato da quello degli altri e non è necessario quindi spendere molto rame per avere gli effetti voluti. L'avvolgimento indotto è fatto in modo che le coppie

di sbarre messe in corto circuito dalle spazzole, capitano sotto i poli di commutazione, come è indicato nella fig. 1.

La variazione di flusso a cui vanno sottoposte le spire del rotore è dovuta sia al movimento delle spire stesse, sia al fatto che la corrente colla quale si eccita la macchina è alternativa. La f.e.m. che nasce per questa ultima causa conviene che sia eliminata, e per ciò basta avvolgere sullo statore un circuito dello stesso numero di spire di quello indotto e metterlo in serie con questo: se il collegamento è fatto in modo che le f.e.m. nascenti nei due avvolgimenti siano in opposizione, l'unica f.e.m. disponibile alle spazzole è quella dovuta al movimento. Essa è alternata trifase, cresce colla velocità e coll'eccitazione della macchina, conservando sempre la frequenza della eccitazione stessa. La macchina Scherbius ha quindi delle proprietà che si possono considerare parallele a quelle della macchina a corrente continua, e può funzionare ugualmente bene da generatrice e da motore.

Azionata una tale macchina a velocità costante, basta quindi regolare l'eccitazione (mantenuta alla frequenza di scorrimento dal motore) per portare la tensione risultante nell'indotto di un motore asincrono ad un valore diverso da quello che un dato scorrimento comporterebbe. Così, supposto il motore a vuoto, per tensione nulla della macchina Scherbius esso ruoterà alla velocità di sincronismo, per tensione in opposizione (la Scherbius va come motore) ruoterà a velocità minore, infine colla Scherbius funzionante da generatrice passerà la velocità di sincronismo. Si capisce, in altre parole, come si riesca a spostare la velocità per cui la macchina a induzione passa a funzionare da motore a generatrice e viceversa.

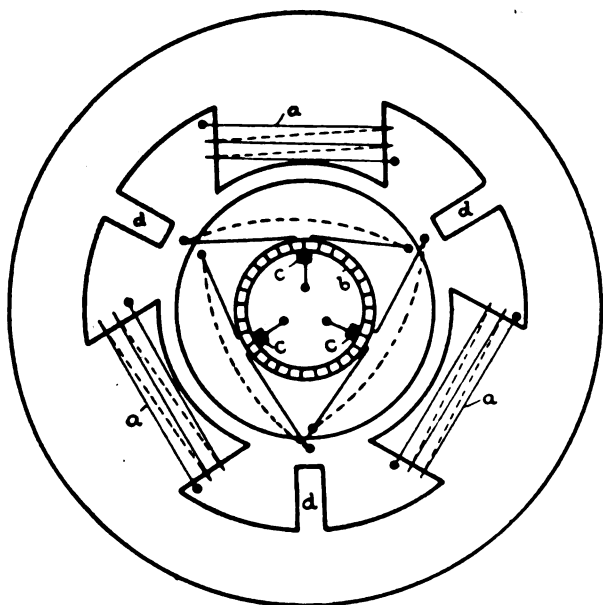


Fig. 1. — Schema di una macchina Scherbius.

Allorquando il motore entra sotto carico, la sua velocità varia: se disporremo le cose in modo che l'eccitazione della Scherbius resti costante, la variazione sarà piccola e si potrà realizzare una caratteristica meccanica simile a quella dei motori a corrente continua in derivazione. Se invece faremo sì che all'aumentare del carico la f.e.m. risultante nel rotore diminuisca, si avrà una variazione di velocità molto più forte, e realizzeremo una caratteristica avente l'andamento di quella dei motori in serie.

In generale occorre disporre di un convertitore di frequenza costituito da un rotore su cui è disposto un avvolgimento continuo, connesso da un lato a tre anelli, e dall'altro ad un collettore, come per le ordinarie convertitrici: lo statore non porta nessun avvolgimento. Alimentando il lato degli anelli colla frequenza della rete, e facendo ruotare colla stessa velocità del motore a induzione (per esempio accoppiandola con questo) raccoglieremo dal lato del collettore, fra tre spazzole a 120° , una frequenza uguale a quella di scorrimento del motore a induzione. In particolare quando questo marcia a velocità di sincronismo, raccoglieremo corrente continua. Per non ricorrere a riduttori di velocità, l'avvolgimento del convertitore dovrà avere tanti poli quanti sono quelli del motore. Inoltre è chiaro che il valore della tensione raccolta al collettore è uguale a quella comunicata agli anelli, mentre la fase è regolabile ruotando le spazzole.

Volendo mantenere costante l'eccitazione della macchina Scherbius, al variare del carico, e quindi anche della pulsazione di scorrimento, occorre applicare ai capi dell'eccitazione stessa una tensione che faccia equilibrio alle cadute induttive ed a quelle ohmiche. Un sistema per raggiungere questo scopo è quello rappresentato dallo schema della fig. 2. In essa è indicato con 2 il motore a induzione; il commutatore 6, mentre per l'avviamento inserisce il reostato 7, connette, durante la marcia normale, gli anelli 3 dell'indotto con le spazzole della macchina Scherbius (4): il circuito d'eccitazione di questa, indicato con 8, è alimentato dagli anelli del motore 2 e con l'indotto di un'altra macchina Scherbius (10) della potenza di circa il 3% della 4, e le due macchine a collettore sono comandate a velocità costante dal motore 21. La 10 oltre ad un'eccitazione connessa

cogli anelli 3, ne possiede un'altra in cui circola la stessa corrente che circola nel convertitore 14, accoppiato al motore 2.

Al crescere dello scorrimento, la tensione agli anelli 3 cresce linearmente come la retta *b* della fig. 3: invece nell'avvolgimento 8, volendo una corrente costante, la caduta induttiva cresce proporzionalmente sia allo scorrimento sia alla tensione fornita dagli anelli 3, e quindi come la parabola *a* della stessa figura. Per mantenere ai capi della 8 una tensione variabile con quest'ultima legge, basterà che la 10 fornisca una tensione, variabile in funzione dello scorrimento,

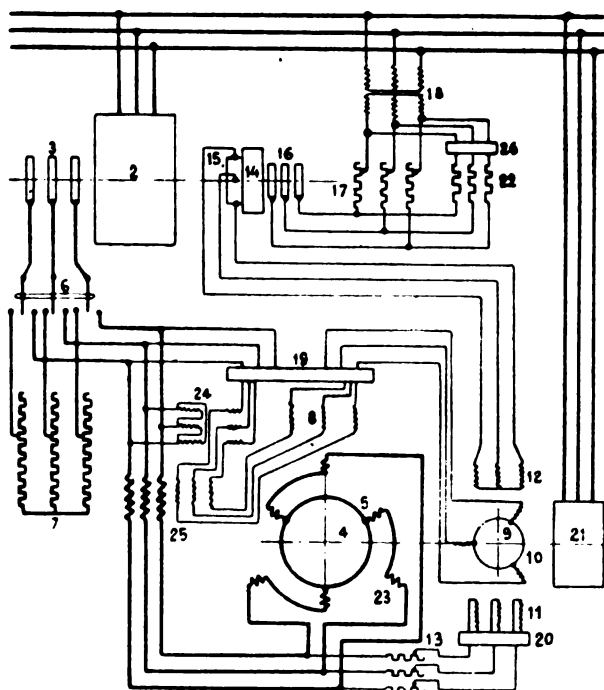


Fig. 2. — Schema delle connessioni di un gruppo di regolazione Brown Boveri-Scherbius con eccitatrice per la regolazione al disopra e al disotto della velocità di sincronismo, compounding, e compensazione di fase di un motore a induzione.

mento, come la curva *c*, che è la differenza fra le ordinate della *b* e della *a*. Si capisce come questo possa essere ottenuto variando il reostato 13, e come in conseguenza del punto *s*, della fig. 3, si debba eseguire una inversione nella corrente che circola nell'avvolgimento 11, per mezzo del commutatore 20.

Ai capi dell'induttore 8 si deve ancora aggiungere una componente in ritardo di 90° , tale da far equilibrio alla caduta ohmica corrispondente all'eccitazione necessaria per una data velocità. Questa componente è data totalmente dalla macchina 10 ed è regolata per le

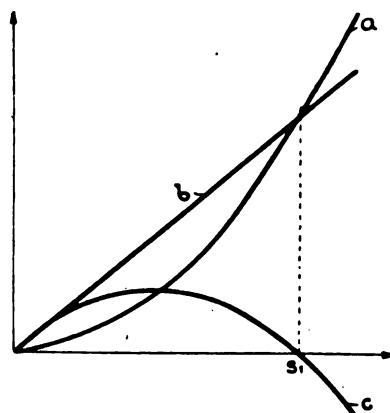


Fig. 3. — Variazione della tensione d'eccitazione della macchina Scherbius in funzione dello scorrimento. — *a* = caduta di tensione induttiva; *b* = tensione agli anelli del motore; *c* = tensione dell'eccitazione.

diverse velocità a mezzo del reostato 17, nel quale evidentemente circola la stessa corrente dell'eccitazione 12. Poiché al variare dello scorrimento varia anche l'impedenza che questa componente incontra nell'avvolgimento 8, invece di variare la tensione agendo sulla 12, si preferisce variare addirittura l'impedenza della 8 per mezzo di reostati. Allorché si attraversa la velocità di sincronismo, la corrente nel motore si inverte, e quindi si deve anche invertire la corrente nell'eccitazione 8, e questo si ottiene per mezzo del commutatore 19. Si capisce come per velocità molto lontane dal sincronismo la componente che equilibra le cadute induttive è molto grande, mentre per

la velocità di sincronismo è il solo convertitore di frequenza, che disimpegna l'eccitazione della Scherbius (con corrente continua).

Nella figura 2 sono anche indicati i dispositivi che permettono di realizzare una caratteristica meccanica molto discendente. Per questo basta disporre di un avvolgimento induttore, della macchina Scherbius, da mettersi in serie cogli anelli 3. In questo modo allorché il 2 funziona da motore, sotto la velocità di sincronismo, ad un aumento di carico corrisponde un aumento della tensione fornita dalla 4, che essendo in opposizione a quella del rotore 3 obbliga questo ultimo a rallentare ulteriormente: lo stesso accade sopra la velocità di sincronismo, in cui ad un aumento della coppia corrisponde una eccitazione minore della 4 e quindi una diminuzione della tensione risultante nel rotore 3. Se si sceglie come velocità a vuoto quella di sincronismo si può fare a meno del convertitore 14.

Quando l'eccitazione in serie deve funzionare insieme con quella in parallelo, il flusso nella Scherbius non può essere determinato che dalla tensione applicata ai capi dell'avvolgimento in derivazione, specialmente se la componente che compensa le cadute ohmiche è piccola: le variazioni della corrente dell'avvolgimento in serie non hanno quindi altra ripercussione che quella di far variare la corrente nell'avvolgimento in derivazione. Per eliminare questo inconveniente basta il trasformatore 25, che cambia la tensione dell'eccitazione 8, della quantità opportuna perchè questa non si opponga alla variazione di flusso dovuta all'avvolgimento in serie.

Pur essendo abbastanza complesso, questo sistema dà in pratica, secondo l'A., buoni risultati. Quando si vuole che la massa dei volani entri in gioco per regolare la fluttuazione di potenza, la regolazione a caratteristica compound risulta preziosa. Il collegamento di due reti a frequenza diversa risulta pure molto semplice se si usa un gruppo costituito dalla macchina a induzione e da una macchina sincrona: regolando l'eccitazione in derivazione della Scherbius si può portare la macchina asincrona a funzionare da generatore o da motore a seconda dei bisogni, e qualsiasi fluttuazione di frequenza non perturba il funzionamento del gruppo. Anche per azionare laminatoi, pompe, ventilatori, ecc. il sistema esposto risulta conveniente.

Nella figura 2 è anche indicato un trasformatore 24, col quale si può aggiungere ai capi dell'eccitazione in derivazione una tensione sfasata di 90° in ritardo rispetto a quella necessaria per la regolazione della velocità, e cioè rispetto alla corrente rotorica normale del motore a induzione: in questo modo, poichè la corrente magnetizzante del motore stesso è fissa e sempre uguale alla somma vettoriale della corrente statorica e rotorica, si capisce come agendo sulla fase di quest'ultima si riesca a correggere la fase della corrente assorbita o fornita dalla rete. L'anticipo che si può dare a questa corrente è limitato dall'aumento che ne consegue nel valore della corrente rotorica. Entro un largo margine la regolazione della fase è indipendente dalla velocità, quindi per ciò che riguarda le cadute induttive serve bene il trasformatore 24 la cui tensione cresce collo scorrimento: per le cadute ohmiche si provvede con un reostato supplementare (22) inserito sul circuito del convertitore. Il commutatore 26 deve invertire la corrente allorché il motore passa il sincronismo. Per scorrimenti notevoli, la componente a 90° in ritardo è molto piccola rispetto all'altra e la compensazione può farsi semplicemente aumentando la corrente nel convertitore di frequenza, rispetto al valore che dovrebbe avere per la regolazione della velocità.

G. Pa.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

R. A. HEISING — Produzione di una sola banda laterale per la radiotelegrafia transatlantica. (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. XIII, N. 3, giugno 1925, pagina 291).

Per quanto siano noti ⁽¹⁾ gli esperimenti di radiotelegrafia che l'«American Telephone and Telegraph Co» in collaborazione con la «Western Electric Co», eseguì attraverso l'Atlantico fino dal 1923, pure l'A. riprende l'argomento con maggiori particolari, soffermandosi soprattutto ad illustrare il modo di produzione di una sola banda laterale nelle oscillazioni usate per la radiotelegrafia a grandi distanze.

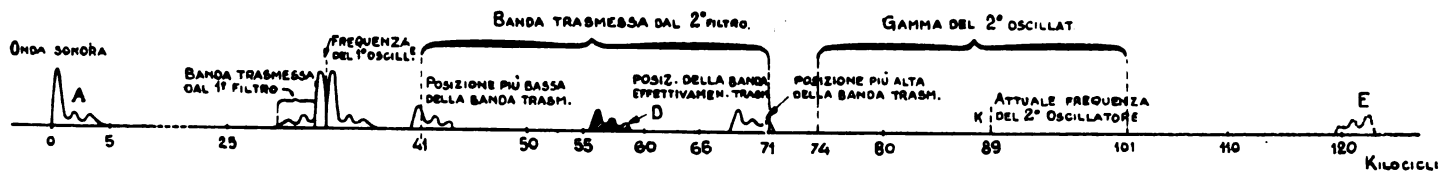


Fig. 3.

E' noto che, quando più persone parlano contemporaneamente, le frequenze con cui possono analizzarsi le loro voci sono tutte comprese entro una stessa gamma di estensione e di limiti ben conosciuti. Ne risulta, che il problema della trasmissione simultanea di diverse conversazioni attraverso uno stesso «mezzo», senza che l'una

interferisca con l'altra, si può ridurre ad un problema di trasformazione di frequenza. Orbene, fra le varie soluzioni proposte allo scopo, quella della radiotrasmissione senza «onda portante» e con una sola «banda laterale» permetterebbe, secondo l'A., di giungere a risultati praticamente perfetti.

Riferiamoci infatti alle seguenti considerazioni: E' noto ⁽²⁾ che «modulare» un'onda continua di pulsazione ω , secondo una bassa frequenza la cui variazione nel tempo non sia semplicemente seno-oidale, significa modificarla secondo una legge del tipo

$$A \sin \omega t (1 + \sum k \cos \Phi t)$$

la quale rappresenta la sovrapposizione dell'onda portante (o vettore) ω , di due bande laterali le cui frequenze sono rispettivamente del tipo, $\frac{1}{2\pi}(\omega - \Phi)$ ed $\frac{1}{2\pi}(\omega + \Phi)$. Se cioè, una conversazione A (figura 1) modula un'onda portante C, quale risultato della modulazione

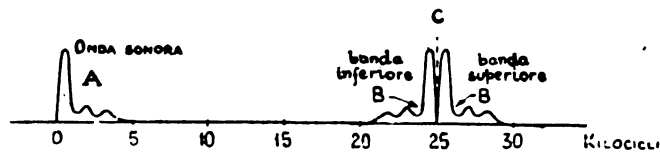


Fig. 1.

si può pensare all'esistenza di due «bande» B laterali a C, le cui variazioni in ampiezza seguono nel tempo una legge simile a quella seguita da A, e le cui gamme sono estese quanto è esteso l'intervallo di frequenze, che caratterizza A.

Ora, poichè l'onda vettrice non coopera evidentemente al trasporto dell'onda modulante, non è necessario trasmetterla non solo, ma è pur noto come ai fini della riproduzione del suono all'arrivo, si ottenga grande vantaggio sopprimendo addirittura dall'onda modulata una delle due bande laterali. Basta pertanto generare localmente all'arrivo (ricezione in omodina) la frequenza supporto la quale per «battimenti multipli» con la banda trasmessa permetterà il riprodursi della voce. In ultima analisi il meccanismo di questa modulazione si riduce ad una trasformazione di frequenza: si è infatti «traslato» A in B, ossia verso una zona di frequenze più elevate, e si intuisce come, se più conversazioni sono portate ad occupare successive zone, si possa senz'altro trasmetterle senza che si rendano palesi interferenze dannose.

La soppressione dell'onda portante può essere ottenuta seguendo diversi dispositivi sperimentali che l'A. ricorda brevemente. Fra essi, il più interessante è quello del «modulatore bilanciato» schematizza-

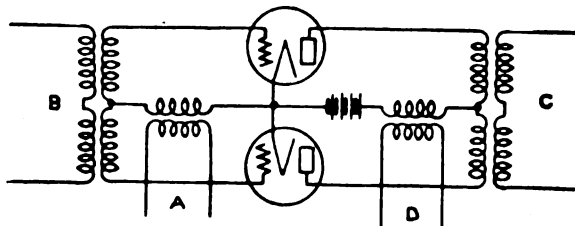


Fig. 2.

to in fig. 2 e costituito da due triodi in opposizione. Mentre l'onda vettrice agisce attraverso il trasformatore A sulle due griglie in parallelo, quella modulante determina la sua azione attraverso il trasformatore B, cioè agisce sulle stesse due griglie, ma risultanti fra loro in opposizione. Ne risulta, che nel primario del trasformatore C di uscita, le variazioni di corrente anodica dovute all'azione dell'onda portante danno un risultato nullo; per contro, quelle dovute all'azione dell'onda modulante si sommano in esso, determinando quindi nel secondario di C stesso, la presenza delle due bande laterali.

Orbene, per maggiore generalità pensiamo aggiunto nel modulatore bilanciato, un quarto trasformatore D. E' intuitivo che nulla impone

a priori che il circuito di azione dell'onda modulante debba essere necessariamente B piuttosto che A; anzi, nulla vieta di pensare di utilizzare uno dei due trasformatori A o B per farvi agire contemporaneamente le onde portante e modulante.

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, 1923, vol. X, pag. 561 e Boll. R. T., vol. II, n. 24, pag. 382.

⁽²⁾ P. BORGATTI: *Telegrafia e Telefonia ad alta frequenza su fili*. L'Elettrotecnica, vol. X, 15-25 agosto 1923, n. 23-24, pag. 531 e Pubbl. n. 22 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

Le combinazioni possibili ed i seguenti risultati ai trasformatori di uscita sono riassunti nello specchio seguente:

	Onda modulante in	Onda di rapporto in	alla sortita di C	Alla sortita di D
1	A	A	0	$\Phi, \omega, 2\Phi, 2\omega, \omega - \Phi, \omega + \Phi$
2	A	B	$\omega, \omega + \Phi, \omega - \Phi$	$\omega, 2\Phi, 2\omega$
3	B	A	$\Phi, \omega + \Phi, \omega - \Phi$	$\omega, 2\Phi, 2\omega$
4	B	B	Φ, ω	$2\Phi, 2\omega, \omega - \Phi, \omega + \Phi$

L'A. nei suoi esperimenti ha sempre seguito la combinazione 3.

Una volta eliminata l'onda portante resta da esaminare, per giungere definitivamente alla soluzione della trasmissione con una sola banda, il problema della «filtrazione» di una fra esse. L'A. osserva che tale problema presenta praticamente gravi difficoltà, ove la frequenza dell'onda portante è elevata, per es. dell'ordine di 6×10^4 periodi. Infatti, poichè in questo caso le bande laterali hanno uno scarto relativo di frequenza troppo piccolo, la costruzione di un filtro capace di eliminare completamente una di esse senza influire sull'altra richiederebbe una spesa troppo notevole per essere affrontata senz'altro. Egli propone allora di ricorrere al processo della «doppia modulazione». E cioè: prima assicuriamo una sola banda in corrispondenza di una frequenza vettrice relativamente bassa (in tal caso il filtro risulta di facile costruzione) indi con essa, moduliamo una seconda onda portante di frequenza più elevata della prima.

Le bande laterali che ora si producono, presentano uno scarto relativo di frequenza ben più ampio che non quello che si produrrebbe modulando direttamente nell'intorno di 6×10^4 periodi, e perciò, la costruzione di un filtro capace di discernere l'una dall'altra appare relativamente facile.

Il processo in parola è schematizzato in fig. 3. L'onda modulante A modula anzitutto un'onda portante di 33.700 cicli; delle due bande laterali che si producono l'A. elimina la superiore ed utilizza la inferiore per modulare una seconda onda portante di circa 89.200 periodi. Corrispondentemente si producono allora altre due bande, la D compresa fra 56.000 e 58.000 periodi e la E compresa fra 119.700 e 122.400 periodi. Lo scarto fra D ed E risultando ora assai ampio, la costruzione di un filtro che elimini l'una rispetto all'altra è praticamente priva di difficoltà.

Naturalmente alla ricezione è necessario generare localmente l'onda portante: tuttavia non occorre che la frequenza di essa corrisponda all'una o all'altra delle due usate alla stazione trasmittente: 33.700 e 89.200, ma basta coincida con la frequenza dell'onda vettrice risultante, ossia corrisponda a 55.500 periodi.

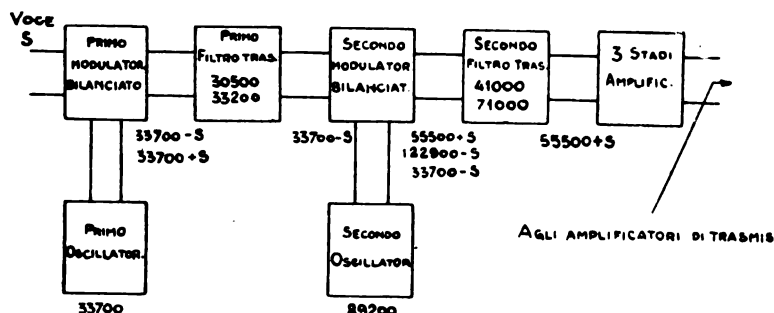


Fig. 4.

Negli esperimenti condotti a Rocky Point la disposizione dei circuiti è quella schematizzata in fig. 4: disposizione con la quale il processo della doppia modulazione si svolge nel modo ora descritto.

L'A. dopo aver dato alcuni particolari sul comportamento dei filtri nei riguardi della banda «privilegiata» e riportate alcune fotografie di apparati utilizzati, conclude che i risultati ottenuti negli esperimenti transatlantici possono ritenersi ampiamente soddisfacenti. La buona qualità dei suoni riprodotti troverebbe brillante conferma nel fatto che durante le recenti esperienze da Rocky Point attraverso l'Atlantico, fu possibile riconoscere il timbro della voce della persona che parlava davanti al microfono.

V. Go.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

R. E. DOHERTY e H. H. DEWEY — **Considerazioni fondamentali sui limiti di potenza dei sistemi di trasmissione.** (J. A. I. E. E., ottobre 1925, pag. 1045).

Gli AA. mettono in rilievo come il problema del limite di potenza e di stabilità dei sistemi di trasmissione, non si presenti soltanto, come spesso si crede, nelle grandi linee, ma può sorgere, come in parecchi casi è avvenuto, anche in linee comuni quando l'impedenza fra il punto di generazione e quello di utilizzazione sia relativamente elevata. Con una data installazione di macchine sincrone, la potenza trasmissibile nel circuito che le collega, generalmente parlando, diminuisce al crescere della impedenza. Coll'uso che si diffonde dell'installazione di

reattanze limitatrici, il problema della stabilità va tenuto nel massimo conto.

Nelle grandi linee, oltre all'impedenza, vi è anche da considerare la corrente di capacità della linea, che può nuocere alla stabilità in quanto, migliorando il fattore di potenza, diminuisce l'eccitazione delle macchine sincrone. E' opportuno tenere presente che un carico con fattore di potenza elevato costituisce un pericolo maggiore per quanto riguarda la stabilità.

Gli AA. hanno riconosciuto che in certi casi può essere trasmissibile su grandi linee una potenza maggiore con due sole terne che con tre, data una stessa potenza generatrice installata; e ciò appunto in seguito alla diminuzione di eccitazione derivante dall'aumento della corrente di carica della linea. La fig. 1 è istruttiva a tale riguardo:

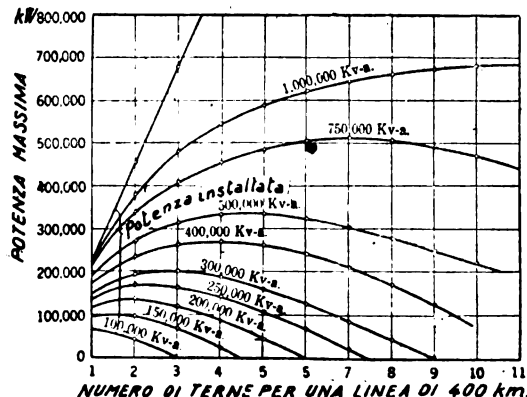


Fig. 1.

come si vede, ad esempio, su una linea a 220.000 volt, lunga 400 km, con 300.000 kVA di macchinario sincrono installato a ciascun estremo, si possono trasmettere 200.000 kW con tre circuiti in parallelo, mentre con cinque non si potrebbe trasmettere più di 160.000 kW e con nove circuiti non sarebbe possibile attuare alcuna trasmissione di potenza.

Merita considerazione la proposta che è stata avanzata di inserire delle bobine d'impedenza sulle sbarre alle estremità generatrice della linea, permettendo così a questa di funzionare con fattore di potenza elevato mentre sarebbe abbassato quello dei generatori e quindi aumentata la loro eccitazione e la stabilità.

Gli AA. insistono particolarmente sulla regolazione della eccitazione. Tenuto presente che a date condizioni di carica, di fattore di potenza, e di tensione, corrisponde una eccitazione definita, la fig. 2

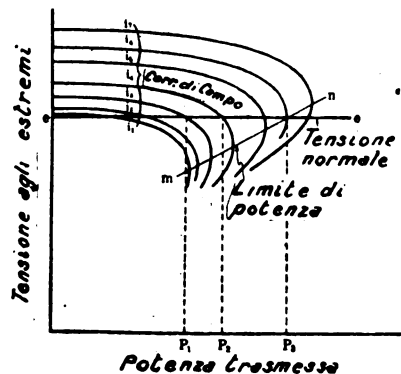


Fig. 2.

rappresenta chiaramente il complesso dei fenomeni. La retta m n è evidentemente il luogo dei punti di instabilità: si vede come dalla potenza p, non si possa andare oltre un aumento di carico di circa il 20 per cento senza aumentare l'eccitazione, mentre se questa può essere elevata da i₁ a i₂ la potenza può essere portata a p₂ che rappresenta il valore massimo trasmissibile alla tensione normale.

Si ritiene generalmente che i regolatori di eccitazione in uso, siano troppo lenti per seguire i fenomeni istantanei susseguenti a improvvise variazioni gravi di carico. Gli AA. osservano però che vi sono dei fenomeni che aiutano la regolazione. Carichi molto importanti non possono essere riportati istantaneamente sui generatori poichè l'angolo di sfasamento fra questi e le macchine ricevitrici deve aumentare, ciò che richiede un rallentamento del sistema ricevente e quindi esige un certo tempo. Inoltre all'atto che il generatore risente il nuovo carico, l'improvviso aumento della corrente d'armatura induce una corrente di campo, che tende a mantenere il sincronismo. Il regolatore ha quindi sempre un certo tempo per intervenire. Gli AA. ritengono quindi, nelle grandi linee, utilissimo sempre l'impiego del regolatore di tensione mediante il quale il limite di potenza trasmissibile, senza perdere stabilità, può essere aumentato fino del 50%.

Sono stati fatti studi sull'impiego di condensatori statici sulla linea, proporzionati in modo da compensare, almeno in parte, la reattanza della linea e dei trasformatori. Gli AA. ritengono che questo

sistema possa in futuro presentare grandi possibilità, sebbene presentemente non sia praticamente adottabile.

Per ora la questione della stabilità delle trasmissioni può essere risolta soltanto rendendo più stabili le macchine sincrone stesse. Ciò può essere fatto per due vie: coi regolatori o progettando le macchine in modo che abbiano piccola reattanza.

Come si vede in figura 2, vi è una certa eccitazione i_e alla quale corrisponde la massima potenza trasmissibile alla tensione normale. In generale qualunque mezzo che aumenti l'eccitazione, a una data tensione di esercizio, serve come è noto ad aumentare la stabilità: così agiscono l'aumento dell'intraferro o della saturazione magnetica e la diminuzione del fattore di potenza del carico mediante inserzione di induttanze.

Gli AA. studiano sommariamente i diversi fenomeni di perturbazione che possono accadere su una grande linea (scatto di interruttori, messa fuori servizio di un generatore, corti circuiti) e dimostrano che in ogni caso il fenomeno avviene in modo che il periodo di oscillazione del sistema è dell'ordine di un secondo e che quindi il primo massimo di potenza è raggiunto all'incirca in mezzo secondo.

Per rendere l'eccitatrice più rapida a rispondere alle esigenze derivanti dalle perturbazioni si può ricorrere a diminuirne la costante di tempo $L:R$. Riesce più efficace il metodo di inserire nel circuito di eccitazione una eccitatrice del tipo in serie la quale viene a funzionare come una resistenza negativa neutralizzando l'effetto della resistenza ohmica del circuito di eccitazione.

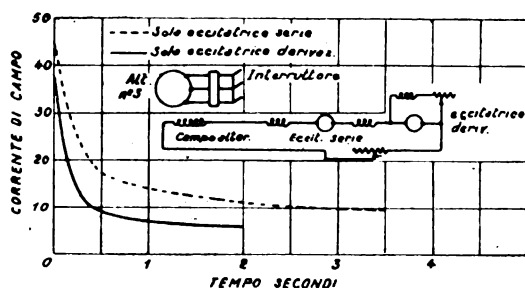


Fig. 3.

La figura 3 fa vedere come in questo modo si ottenga un allungamento nella durata del fenomeno transitorio e si renda quindi migliore la condizione di stabilità.

Si ricorre generalmente a comandare l'eccitazione dell'alternatore con un regolatore del tipo a vibrazione agente sul campo della eccitatrice. Riferendosi alla figura 2 è chiaro che ciò che importa è l'inclinazione della curva nel punto corrispondente alle condizioni del generatore nel momento considerato; ossia la stabilità è determinata dal valore della derivata $\frac{dE}{dP}$. Se si potesse avere $\frac{dE}{dP} = 0$ si avrebbe

«un generatore infinito» secondo l'espressione degli AA.; tale cioè che la tensione varierebbe col carico; con tali macchine si potrebbe sempre raggiungere il limite massimo di potenza dipendente dalla sola linea.

Per raggiungere tale scopo occorre ridurre quanto più è possibile la reazione d'armatura. Gli AA. sono riusciti a raggiungere risultati notevolissimi in questo senso impiegando un raddrizzatore a vapori di mercurio inserito nel circuito di eccitazione. Esso ha la funzione di fornire corrente di eccitazione in esatta proporzione colla corrente di armatura.

Le esperienze vennero condotte su una linea artificiale di 400 km con un generatore da 225 kVA alimentante un motore sincrono di eguale potenza. In un primo esperimento, compiuto con un regolatore vibrante, sul campo di ognuna delle due macchine, la potenza fu improvvisamente portata a 120 kW a 2000 volt agli estremi della linea, 7 A, nel campo del motore e 7,5 in quello del generatore; ulteriore aumento di potenza produceva la perdita del sincronismo. La stessa esperienza, ripetuta coll'inserzione del raddrizzatore a mercurio, dimostrò che si poteva arrivare, colla stessa tensione, fino a 154 kW; si ottenne cioè un aumento del 28 per cento.

Si ritiene talvolta che inserendo sulla linea dei condensatori sincroni con regolazione automatica, si possa considerare ogni tronco di linea a sè, e trasmettere sul sistema intero; la stessa potenza che si può trasmettere su un tronco. Ciò sarebbe possibile soltanto quando si avesse a che fare con macchine « infinite » ossia con $\frac{dE}{dP} = 0$, ciò che in pratica non avviene.

Ad esempio in una linea di 400 km a 220.000 volt, la potenza massima trasmissibile è di circa 225.000 kW; e sarebbe di 130.000 kW per una linea di 800 km. Un condensatore sincrono alla metà della linea, dovrebbe permettere di trasmettere 225.000 kW su tutti gli 800 km; invece un condensatore, per esempio da 70.00 kVA, nel punto di mezzo, eleverebbe la potenza massima trasmissibile soltanto da 130.000 a 156.000 kW.

Gli AA. mettono in evidenza la grande importanza dello studio dei metodi per migliorare la regolazione, osservando che ormai la questione del limite massimo di potenza rende discutibile la convenienza economica di linee maggiori di 500 km, mentre d'altra parte tali linee si presentano ormai necessarie per lo sviluppo delle grandi reti.

R. S. N.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

Una delle maggiori installazioni di cucine elettriche è senza dubbio quella eseguita in un nuovo grande Hôtel nella città di Jowa (Stati Uniti). L'edificio comprende 260 appartamenti, 20 magazzini e 40 negozi. Ogni appartamento è stato provveduto di cucina elettrica allo scopo di ottenere una maggiore eleganza e pulizia. Le batterie installate sono generalmente da 5000 W. Complessivamente le cucine rappresentano una potenza richiesta di 1100 kW.

APPLICAZIONI VARIE.

Sull'impiego terapeutico delle radiazioni ultraviolette, pubblica un sintetico riassunto la General Electric Review del novembre 1925. L'utilità di questo metodo di cura è ormai indiscussa per il tetano e il rachitismo; ma esso venne applicato largamente anche in altri campi, come viene ricordato nell'articolo citato. La più comoda ed efficace sorgente di raggi ultravioletti si è dimostrata in pratica la lampada ad arco in vapori di mercurio.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Una disposizione particolare di forni elettrici è impiegata nelle officine della Burnside Steel Co. a Chicago allo scopo di rendere quasi eguale ad uno il fattore di carico della installazione elettrica eliminando le perdite di tempo per le colate, le cariche, ecc. Due forni da tre tonnellate sono montati su di una medesima piattaforma girevole. Uno dei forni è in funzione mentre l'altro sta compiendo le operazioni di colata e di carico. Quando la fusione è completa, i tre elettrodi vengono sollevati, e facendo ruotare la piattaforma si porta sotto di essi l'altro forno, che è stato nel frattempo caricato; si abbassano gli elettrodi e la fusione ricomincia. Si diminuiscono in tal modo anche le perdite perchè gli elettrodi non hanno il tempo di raffreddarsi fra una operazione e l'altra. I due forni assorbono 1650 kW e producono complessivamente circa 20 tonnellate in dieci ore di lavoro giornaliero.

FISICA E CHIMICA.

Il processo Bergius di produzione di combustibile liquido per idrogenazione di combustibili solidi fossili è entrato nello stadio di applicazione industriale, in Germania. Secondo dati pubblicati dalla E. T. Z. del 10 settembre 1925, lavorando a 450° e 160 atmosfere di pressione con carbone della Ruhr col 6 % di ceneri, da una tonnellata di carbone, con 50 kg di idrogeno e 50 kg di ossido di ferro, si ottengono 525 kg di prodotto liquido di cui 150 kg di idrocarburi leggeri per motori a scoppio, 200 kg di olio per motori Diesel, 60 kg di olio lubrificante di qualità superiore, 80 kg di olio da bruciare; 33 kg rappresentano perdite di distillazione.

Viene prospettata come molto opportuna la combinazione di una centrale elettrica con un impianto Bergius. Questo, oltre a produrre l'olio necessario per trasformatori, interruttori, ecc., rappresenterebbe un carico continuo di 7.500.000 kWh ogni 20.000 tonnellate di carbone, fornirebbe il combustibile liquido per Diesel di riserva per superare le punte e produrrebbe dei combustibili liquidi che troverebbe molto proficuo esito sul mercato.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

Una notevole installazione di convertitori a vapori di mercurio a servizio di un impianto industriale è descritto nella E. T. Z. del 20 agosto 1925. Una acciaieria tedesca ha installato otto convertitori di questo tipo per una potenza complessiva di 1500 kW per ricavare corrente continua a 500 V per forza motrice e a 250 V per illuminazione. L'impianto ha presentato qualche difficoltà iniziale, ma, dopo che furono corretti alcuni particolari costruttivi ha funzionato sempre regolarmente anche in condizioni molto difficili, lavorando in parallelo con un gruppo di generatori serviti da motori a gas d'alto forno.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Alcune notizie sulla trazione con accumulatori. — E' noto che non ostante i numerosi ed appassionati studi fatti per la realizzazione dell'accumulatore leggero, nulla è stato finora realizzato di veramente pratico ed in pari tempo essenzialmente diverso dal noto principio dei vecchi accumulatori Planté. Ma la tecnica costruttiva ha fatto passi notevoli, ed in questi ultimi tempi l'attenzione degli interessati è stata nuovamente richiamata sull'uso dell'accumulatore, a causa di alcune interessanti applicazioni, che ne sono state fatte con crescente successo nel campo della trazione.

Gli Annali dei LL PP. (Luglio 1925, pag. 647) pubblicano il sunto di una conferenza tenuta recentemente alla « Société des Ingénieurs Civils de France » sulla trazione elettrica ad accumulatori. In Francia furono fatti i primi tentativi di tale applicazione fino dal 1893, quando la Campagna del Nord, utilizzando una locomotiva fuori uso, costruì un locomotore ad accumulatore equipaggiato con 4 motori da

30 HP. ciascuno. Poi venne sviluppandosi la trazione elettrica a linee di contatto e l'applicazione degli accumulatori non ebbe seguito. Solamente oggi essa ricomincia a tornare in onore, dato che il costo delle elettrificazioni raggiunge ed oltrepassa 500.000 franchi al chilometro.

In base ad esperienze tedesche, fatte prima del 1914, pare che per le linee di interesse generale convenga l'adozione di automotrici doppie costituite da due motrici semplicemente accoppiate o con una vettura intercalata fra di esse. Questi tipi di automotrici possono raggiungere la velocità di 60 km/ora ed essere ricaricate solamente dopo un percorso di 140 km. Il loro rendimento non sarebbe, secondo il Milhond, differente da quello dei locomotori elettrici, verificandosi un consumo di 50 wattora per tonn./km.

L'uso della locomotiva ad accumulatori sembrerebbe vantaggioso anche sulle reti elettrificate, giacché per superare le punte occorre avere funzionante una potenza assai maggiore della media, in modo che la ricarica degli accumulatori potrebbe essere fatta senza aumento di potenza, e con miglioramento del coefficiente di utilizzazione degli impianti di generazione. E' in base a questo concetto che la P.L.M. ha progettato l'elettrificazione delle linee della Costa Azzurra.

*

Sulle linee di interesse locale sembra che la trazione ad accumulatori sia invece il sistema assolutamente da preferirsi, risultando il più economico come impianto e come esercizio. Anche nel servizio di piccolo trasporto in stazioni, miniere, officine, la locomotiva ad accumulatori risulta di grande utilità.

Come dati di costo di esercizio sono riportati i seguenti:

Trasporto viaggiatori.

Interessi e ammortamenti	27 %
Corrente di carica	25 %
Riscaldamento	2 %
Personale	20 %
Manutenzione della parte meccanica	3,5 %
Manutenzione delle batterie	18,5 %
Manutenzione dei veicoli	4 %

Trasporto merci.

Interessi e ammortamenti capitali	29 %	32 %
Manutenzione parte meccanica	3 %	3 %
Manutenzione batteria	18 %	5 %
Energia elettrica	25 %	35 %
Paghe guidatori	25 %	25 %

Questi dati si riferiscono a locomotive di manovra del peso di 10 tonnellate capaci di rimorchiare 60 tonn. alla velocità di 5 km/ora. I dati della prima colonna si riferiscono ad elementi a piombo, quelli della seconda ad elementi a ferro-nichel.

A queste brevi note ci permettiamo di aggiungere che in Italia si va diffondendo l'uso dell'automobile e dell'autocarro elettrico con risultati soddisfacenti. Vengono costruite vetture ed autocarri di tipi diversi aventi autonomie di 80-100 km. con motori a 90-110 volt e velocità fino a 30 km./ora.

Come dati di confronto con gli autocarri normali vengono forniti i dati seguenti:

Veicoli a benzina.

1. Percorso annuo	km.	12.000	
2. Portata	kg.	2.500	
3. Consumo benzina	kg.	3.000	a L. 40 L. 12.000
4. Manutenzione veicolo			" 2.250
5. Lubrificanti	kg.	600	a L. 65 L. 3.900
6. Gomme (un ricambio)			" 1.750
7. Salario conducente			" 7.500
8. Ammortamento veicolo (in 10 anni)			" 4.000
9. Tassa di circolazione			" 500

Totale L. 31.900

Costo al km. su di un percorso annuo di 12.000 km. L. 2.60.

Veicolo elettrico.

1. Percorso annuo	km.	12.000	
2. Portata	kg.	2.500	
3. Cariche elettriche	kWh	7.800 a L. 0.20	L. 1.566
4. Manutenzione e rinnovamento batterie			" 6150
5. Manutenzione veicolo			" 600
6. Lubrificanti			" 250
7. Gomme			" 1750
8. Salario conducente			" 6000
9. Ammortamento del veicolo in 15 anni			" 2240
10. Tasse (esente)			

Totale per 12.000 km. L. 18.550

Costo per km. 1.54.

Dato che la ricarica degli accumulatori potrebbe essere fatta la notte, ci pare che le Società esercenti imprese elettriche avrebbero molta convenienza a favorire lo sviluppo di questo tipo di autoveicolo, la cui diffusione migliorerebbe il coefficiente di utilizzazione degli impianti e nello stesso tempo ridurrebbe l'onere della importazione delle essenze combustibili.

E. Sa.

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

- Soc. An. Impianti Elettrici Riuniti* — Milano.
Eleva il capitale da L. 600.000 a L. 2.000.000 emettendo 30.000 azioni da L. 10 e 11.000 azioni da L. 100.
- Soc. An. Radion* — Milano.
Venne deliberato l'aumento di capitale da L. 10.000 a L. 180.000. «La Centrale» Società Finanziamento Imprese Elettriche — Livorno.
Aumenta il capitale da L. 1.000.000 a L. 50.000.000 emettendo 98.000 azioni da L. 500.
- Soc. An. Ferrovie Elettriche Novaresi* — Milano.
Venne deliberato di aumentare il capitale da L. 50.000 a L. 8.500.000 emettendo 84.500 azioni da L. 100.
- Soc. An. Metallurgica Elettrolitica* — Milano.
Aumenta il capitale sociale da L. 4.150.000 a L. 7.255.000 colla emissione di 21.000 azioni da L. 5 e di 6.000 azioni da L. 500.
- Soc. Elettrica Romagnola* — Bologna.
Venne deciso di elevare il capitale sociale da L. 12.000.000 a L. 16.000.000 colla emissione di 8.000 azioni da L. 500.
- Soc. An. Electro Lux* — Milano.
Aumenta il capitale da L. 150.000 a L. 1.000.000.
- Siemens - Soc. An.* — Milano.
Eleva il capitale da L. 2.500.000 a L. 3.500.000 emettendo 1000 azioni da L. 1000.
- Soc. Elettrica Bruzia* — Cosenza.
Venne deliberato l'aumento del capitale da L. 1.500.000 a L. 2.000.000 mediante emissione di 5.000 azioni da L. 100.
- Soc. An. Elettrotermofonica Italiana* — Torino.
Aumenta il capitale da L. 250.000 a L. 2.280.000.
- Soc. Generale Radio* — Bologna.
Eleva il capitale da L. 70.000 a L. 250.000.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

- Società Anonima «Idroelettrica Sile»* — Treviso.
Si è costituita con capitale di L. 100.000 in 1000 azioni da L. 100.
- Soc. An. Industrie e Applicazioni Elettriche* — Milano.
Si è costituita con capitale di L. 10.000 in 100 azioni da L. 100.
- Soc. Idroelettrica Dolomiti* — Roma.
Venne costituita con capitale di L. 1.000.000.
- Soc. Astese Filovie Elettriche* — Asti.
Si è costituita con capitale di Lire 10.000 aumentabile a Lire 1.000.000.
- Società in Accom. Radio-Elettro-Meccanica Bruno Bamoli e C.* — Bologna.
Venne costituita con capitale di L. 300.000 in 1200 azioni da Lire 250.
- Soc. An. Industrie Elettriche* — Carolei (Cosenza).
Venne costituita con capitale di L. 600.000 in 1200 azioni da Lire 500.
- Soc. An. Radio Ital.-Films* — Bologna.
Venne deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.
- Soc. Industriale Elettrica del Mugello* — Firenze.
Venne deliberata la fusione col Sindacato Finanziario Italiano S. A., il quale venne incorporato. Il capitale è stabilito in L. 2.540.000.

* *

Lo spirito di Locarno continua a dominare beneficamente i rapporti internazionali europei. Sebbene la Francia e l'Inghilterra non siano sempre disposte ad accogliere tutte le agevolazioni che la Germania va chiedendo insistentemente, in base appunto allo spirito che ha guidato gli accordi di Locarno, pure è certo che i rapporti franco-tedeschi sono entrati in una nuova fase.

(Prova cospicua dei nuovi tempi fu lo sgombero di Colonia e della zona annessa, da parte delle truppe alleate che ancora la occupavano. Lo sgombero, compiutosi entro il mese di gennaio, senza incidenti, ha dato luogo naturalmente in Germania a grandi manifestazioni di compiacimento.

A questo proposito riescono interessanti alcune cifre che vengono ufficialmente comunicate e che mettono in evidenza il bilancio finanziario della occupazione interalleata della Ruhr dall'11 gennaio 1923 all'entrata in vigore del piano Dawes, il 1 settembre 1924. La Commissione delle Riparazioni ha fissato in 894.250.569 marchi oro la somma dei versamenti netti di ogni specie effettuati dalla Germania in tale periodo di 20 mesi. Tale cifra risulta da 470 milioni di prestazioni in natura e 424 milioni di versamenti in valuta.

Aggiungendo questa somma, coi versamenti fatti dalla Germania nei precedenti tre anni, e con quelli dei proventi del Piano Dawes, si ottengono i versamenti complessivi effettuati dalla Germania; essi ammontano, al 30 novembre 1925, a 7.518.414.000 marchi oro ai quali

va aggiunto il valore dei beni ceduti corrispondenti a 2.553.905.000 marchi oro. Le entrate complessive della Commissione delle Riparazioni ammontano così a oltre 10 miliardi di marchi oro.

La situazione politica interna della Germania che era rimasta incerta e sospesa dopo Locarno, si è risolta con un nuovo Gabinetto Luther il quale si presenta come l'esponente di una combinazione dei partiti medi, compromesso fra i popolari bavaresi e i democratici. Le prime prove del nuovo Ministero non furono molto brillanti e la maggioranza che esso poté raccogliere fu così meschina da lasciar intravedere come molto probabile una nuova crisi a breve scadenza.

La situazione economica ed industriale della Germania è sempre grave, sebbene si annunci ora che, grazie alla campagna per la riduzione delle importazioni, la bilancia commerciale del mese di dicembre si sia chiusa con un attivo di 34 milioni di marchi, per la prima volta dopo lo scoppio della guerra.

In Francia è stato, per tutto il mese, un gran battagliare fra il Ministro delle Finanze e la Commissione parlamentare, intorno ai progetti finanziari. La posizione è più arruffata che mai fra proposte, modifiche e controposte, e il risultato finale ne è che i progetti non arrivano in porto. Le preoccupazioni finanziarie e monetarie non fanno quindi che aumentare. Infatti mentre da un lato aumentano le entrate del bilancio, che nel 1925 superarono di ben 2523 milioni di franchi quelle del 1924, d'altra parte l'inflazione aumenta continuamente. Ai primi di gennaio i biglietti in circolazione erano 5.982.762.165, mentre il Ministero delle Finanze ha rimborsato il 31 dicembre un miliardo alla Banca di Francia portando il massimo delle anticipazioni autorizzate a 38.500 milioni di franchi.

Mentre perdurano queste preoccupazioni interne, la Francia ha ripreso le trattative economiche colla Germania e si parla anche di approcci compiuti in America per una nuova presa in considerazione del problema dei debiti.

Connesso alla crisi del franco francese è il colossale scandalo dei falsari ungheresi i quali avevano architettato un grandioso piano di manovra contro il franco. Fortunatamente la cosa poté essere scoperta al suo inizio, ma l'impressione fu così profonda da minacciare gravi conseguenze politiche ed internazionali a carico dell'Ungheria. Lo scandalo è rientrato nei limiti di una questione interna di quello Stato, ma la sua intera portata non può essere ancora valutata.

Una certa detente si è andata stabilendo fra Turchia ed Inghilterra a proposito della questione di Mossul. L'Inghilterra ha rinnovato il trattato coll'Irak e sembra che discussioni siano in corso colla Turchia per una sistemazione amichevole dei confini.

Ciò non impedisce però alla Turchia di andare cercando amicizia e alleanze. Si è fatto molto parlare dell'accordo Russo-Turco che ad Angora si vuole valorizzare come una risposta alla sopraffazione europea per Mossul.

La Conferenza per il disarmo che era indetta per il 15 febbraio, è stata rimandata dopo un colloquio Briand-Chamberlain. Si nota con compiacenza che ad essa hanno aderito anche l'America e la Russia. Quest'ultima ha aderito anche alla prossima Conferenza economica mondiale. La Russia rientra così sempre più nel ciclo della vita economica e politica europea.

Nei Balcani si annunciano notizie interessanti. Ha fatto alquanto scalpore la rinuncia al trono di Rumania del principe ereditario Carol, la cui motivazione non è apparsa ben chiara. Un movimento verso una specie di confederazione economica della Piccola Intesa si va delineando nella Jugoslavia, mentre la Grecia di adopera in vario modo per la stipulazione di un trattato balcanico sul tipo di quello di Locarno. Un ennesimo colpo di Stato ha portato a capo della Grecia il generale Pangalos proclamatosi dittatore con un programma antiparlamentare di ricostruzione nazionale. Uno dei suoi primi atti fu quello di emettere un prestito forzoso per risanamento della valuta.

*

Dopo il debito americano, anche quello coll'Inghilterra è stato sistemato! L'accordo di Londra costituisce un nuovo successo per il Ministro Volpi il quale colla sua abilità di negoziatore ha saputo difendere efficacemente gli interessi del nostro Paese. Contrariamente a quanto avrebbe potuto immaginarsi qualche tempo fa, le trattative con l'Inghilterra si dovevano svolgere in una atmosfera più ostile e in condizioni più difficili di quelle colla America.

Mentre infatti l'opinione pubblica americana era andata gradatamente evolvendosi verso una maggiore comprensione delle limitate possibilità finanziarie dei debitori europei e della necessità di contenere entro ristrette proporzioni i pagamenti effettivi, in Inghilterra l'opinione pubblica era andata esasperandosi sotto l'influsso delle aggravate condizioni economiche. La crisi industriale, il peggioramento della bilancia degli scambi, e l'aggravamento della disoccupazione avevano concorso a rendere più pesante l'onere fiscale al contribuente inglese il quale si era abituato ad attribuire agli ex alleati la causa principale di tale stato di cose, obliando completamente le ragioni per le quali i debiti di guerra erano stati contratti e il contributo che gli alleati avevano portato alla vittoria, per tante ragioni così fruttifera alla Inghilterra.

D'altra parte, le migliorate condizioni del bilancio statale italiano, la condizione di relativa floridezza delle nostre industrie, la stessa benevola sistemazione del debito verso l'America avevano fatto nascere speranze assurde circa la potenzialità di pagamento da parte dell'Italia. La stampa periodica inglese rispecchiava assai bene questo stato d'animo e nei giorni precedenti alle discussioni di Londra essa

era piena di articoli esaltanti la floridezza economica dell'Italia e deploranti le penose condizioni inglesi.

Il compito della Missione Volpi si annunciava perciò particolarmente difficile e tale fu effettivamente nelle prime giornate. Fortunatamente la ricchezza e l'attendibilità del materiale illustrativo e documentario di cui la Missione disponeva, si imposero alla lucida mentalità dei negoziatori ufficiali inglesi. Ad essi va data lode per avere serenamente giudicato sulla base dei fatti, senza preoccupazioni demagogiche. Forse influirono su di essi i moniti indiretti che giungevano d'oltre oceano, dove durante le discussioni al Senato americano sull'accordo coll'Italia, il Delegato del Tesoro, Mellon, ribadiva il concetto che era necessario non oltrepassare le possibilità finanziarie del debitore se si voleva ottenere un accordo efficiente.

Le discussioni di Londra ebbero momenti delicati e difficili e in qualche istante le offerte italiane sembrarono così lontane dalle richieste inglesi che parve non si dovesse più sorpassare il punto morto al quale si era arrivati. Tuttavia l'accordo fu raggiunto e ad esso noi possiamo guardare con sincera soddisfazione.

La prima caratteristica dell'accordo di Londra è quella di essere una liquidazione definitiva e completa; l'accordo congloba cioè tutte le pendenze economiche fra l'Italia e l'Inghilterra e consolida ogni nostro debito non solo in relazione a quelli di guerra ma anche per le partite minori, come quella dei noli del naviglio ex nemico, ecc.

Il debito complessivo dell'Italia verso l'Inghilterra venne riconosciuto in 610 milioni di sterline, rappresentati da altrettanti Buoni del Tesoro Italiano in possesso dell'Inghilterra. Per il pagamento di tale debito si è convenuto che l'Italia versi una annualità di due milioni di sterline nel primo anno, di quattro milioni nei due anni successivi, di quattro milioni e 250.000 sterline per altri quattro anni e successivamente una annualità costante di quattro milioni e 500.000 sterline fino a raggiungere un totale di 62 annualità. Il valore attuale di queste 62 annualità corrisponde a 86 milioni di sterline; l'accordo di Londra costituisce quindi una transazione sulla base del 14 per cento del nostro debito.

Abbiamo accennato altra volta alla importanza che assumeva per noi la questione dei 22 milioni e 200.000 sterline in oro depositati dall'Italia alla Banca di Inghilterra nel 1915 come garanzia. Tale somma che rappresentava una buona parte della copertura aurea della nostra lira sembrava ci venisse senz'altro contestata dall'Inghilterra. Nell'accordo di Londra anche tale questione ha trovato soddisfacente soluzione. La somma suddetta è riconosciuta di proprietà del nostro Governo e si è stabilito che essa venga gradatamente restituita all'Italia, in proporzione dei pagamenti che questa effettuerà all'Inghilterra, a partire dal terzo anno. In questo modo la massa d'oro corrispondente può continuare a figurare a giusto titolo come copertura della nostra valuta.

Analogamente a quanto venne stabilito coll'America, anche il Patto di Londra contiene una clausola che autorizza l'Italia a sospendere i pagamenti per due anni consecutivi quando lo giudichi opportuno o necessario.

Particolare interesse riveste l'articolo 6 del Patto. In esso viene stabilito che, qualora in un certo momento gli incassi effettuati complessivamente dall'Inghilterra per conto riparazioni e crediti di guerra avessero a superare le annualità che essa deve pagare all'America, la quota dei pagamenti dell'Italia verrà proporzionalmente ridotta.

Mentre l'accordo di Londra è stato universalmente accolto come favorevole in Italia, non altrettanto avvenne in Inghilterra. Pochi sono i giornali inglesi i quali apprezzino nel loro giusto valore l'accordo, considerandone anche gli aspetti storici e politici ad esso indissolubilmente connessi. Per la maggior parte la stampa periodica del Regno Unito si dimostra alquanto irritata dalle condizioni fatteci e giudicate troppo larghe, e ripete la storia del povero contribuente britannico.

Con l'accordo ora concluso, tutti i nostri debiti all'estero sono sistemati; l'Italia è la prima Nazione, dopo l'Inghilterra, che abbia consolidato tutti i suoi impegni di guerra.

Certamente il gravame che a noi ne deriva è relevantissimo. Per l'anno in corso dovremo pagare al 15 marzo due milioni di sterline all'Inghilterra e, il 15 aprile, 5 milioni di dollari all'America. Si tratta cioè al cambio attuale di circa 365 milioni di lire. Per gli anni successivi il carico va naturalmente crescendo fino a superare sensibilmente i 500 milioni di lire, supponendo il cambio al livello attuale.

Di fronte a questi pagamenti noi dobbiamo fare conto sulla contropartita delle riparazioni germaniche. Nell'esercizio in corso si può ritenere con fiducia che l'Italia abbia ad introitare complessivamente circa 60 milioni di marchi oro, corrispondenti a circa 400 milioni di lire. Per questo primo anno le riparazioni coprono dunque largamente i pagamenti che noi dobbiamo fare all'estero. Anche per gli anni successivi si può ritenere che il compenso si effettui abbastanza bene.

Tutto dipende naturalmente dal modo come funzionerà il Piano Dawes. Fino ad ora può dirsi che i risultati sono stati soddisfacenti. La seconda annualità di applicazione del Piano è cominciata al 1° settembre 1925. Nei primi quattro mesi ora scorsi le prestazioni complessive della Germania furono di 448 milioni di marchi. Al primo gennaio 1926 l'Agente generale delle riparazioni disponeva di 88 milioni di marchi in contanti; i pagamenti effettuati ammontavano a 17,5 milioni di marchi per la Francia, a 69 milioni per l'Inghilterra, a 34 milioni per il Belgio e a 21.564.000 marchi per l'Italia. La somma da noi ricevuta risultava da 14.295.000 marchi per carbone, 4 milioni di marchi per trasporti, 1.295.000 marchi per prodotti chimici e 1.935.000 per forniture diverse. Se i pagamenti continueranno con la stessa regolarità noi possiamo affrontare con fiducia l'onere dei nostri impegni coll'estero.

L'accordo di Londra ha influito favorevolmente sulle discussioni che si svolgevano al Senato americano sull'accordo stipulato con l'Italia. La notizia del nuovo Patto ha fatto cadere le ultime opposizioni e l'accordo è stato sanzionato dal Senato; nelle sfere ufficiali non si nutre ulteriore preoccupazione per quanto riguarda l'approvazione da parte del Parlamento americano.

L'assenteismo post bellico degli Stati Uniti dalle cose europee va sempre più dilagando di fronte alle necessità economiche. E infatti si sono ormai intrecciati fra i due continenti tali vincoli di interessi finanziari che nessun agnosticismo è più possibile né in materia economica né nel campo politico.

Una recente statistica sui prestiti effettuati dagli Stati Uniti in Europa nel corso dell'ultimo anno è assai eloquente al riguardo.

Durante il 1925 gli Stati Uniti hanno collocato all'estero sotto forma di prestiti ben 1.347 milioni di dollari, pari a oltre 33 miliardi di lire. Di essi, 610 milioni di dollari sono stati collocati fuori d'Europa, specialmente nell'America latina (203 milioni). Gli altri 737 milioni di dollari furono concessi in prestiti europei, così ripartiti: 280 milioni ai Governi, 132 milioni a Province o a Comuni e 325 milioni a imprese industriali e d'utilità pubblica.

Nei prestiti ai Governi il più importante fu quello di 100 milioni di dollari concessi all'Italia: seguono il Belgio con 50 milioni, la Polonia con 35 milioni, la Norvegia e la Danimarca con 30 milioni ciascuna, la Ceco Slovacchia con 25 milioni e la Finlandia con 10 milioni di dollari.

Queste poche cifre bastano a dare una idea del grande interesse che gli Stati Uniti necessariamente sono indotti a prendere alle vicende economiche e politiche europee e costituisce un coefficiente non piccolo a favore della sistemazione e della pacificazione definitiva d'Europa.

Nei nostri rapporti economici-politici coll'estero vanno ancora ricordati alcuni atti di minore importanza avvenuti nel mese di gennaio. Entrano in questo campo i Decreti pubblicati dalla Gazzetta Ufficiale relativi alla conversione in legge di precedenti accordi doganali coll'Egitto, degli accordi internazionali di Washington sulla parità di favore di tutte le Nazioni in Cina per l'industria e il commercio, e degli accordi relativi alla revisione delle tariffe doganali cinesi. Di qualche importanza per la nostra industria agricola è l'accordo concluso colla Polonia; in virtù di esso i nostri agrumi potranno entrare in quello Stato godendo di una riduzione del 60 per cento sugli attuali dazi recentemente aggravati dal Governo polacco in relazione alla politica adottata per la restrizione generale delle importazioni.

Nelle Colonie può ormai dirsi completata l'occupazione dei nuovi territori al nord della Somalia sulla costa dell'Oceano indiano; gli episodi di sporadica resistenza sono completamente cessati. Nelle altre Colonie regna la calma e la tranquillità operosa.

*

E' stato pubblicato il Conto del Tesoro al 31 dicembre 1925 coi dati riassuntivi del primo semestre dell'esercizio in corso.

Si rileva da esso che nel periodo dal luglio al dicembre 1925 le entrate effettive ordinarie e straordinarie diedero complessivamente negli incassi una eccedenza di 2417 milioni, la quale depurata da alcune partite di giro e simili si riduce a un miliardo. Il fondo di cassa al 31 dicembre 1925 era di 4429 milioni presentando un aumento di 1183 milioni sul 30 novembre 1925.

La situazione di bilancio presenta, al 31 dicembre, un avanzo effettivo di 228 milioni; alla stessa data si aveva avuto, nell'esercizio precedente, un deficit di 184 milioni; il miglioramento di bilancio realizzato in questi sei mesi è quindi di 412 milioni. L'avanzo di 228 milioni segna un miglioramento di 138 milioni sulle previsioni che segnavano un avanzo di 15 milioni mensili; esso fu conseguito sebbene siano stati iscritti a bilancio 1581 milioni di maggiori spese.

La situazione dei debiti pubblici presenta un aumento di 29 milioni durante il mese di dicembre. La circolazione totale bancaria e di Stato segna pure un aumento di 147 milioni durante il dicembre; essa era complessivamente di 21.448 milioni al 31 dicembre.

Nello stesso mese si ebbe un aumento netto di investimenti nelle Società per azioni di 719 milioni; nel secondo semestre del 1925 gli investimenti netti sono così saliti a 3540 milioni mentre nello stesso periodo dell'anno precedente erano stati di 2617 milioni.

La floridezza delle nostre industrie è comprovata da molteplici fatti.

Il movimento nei porti è sempre attivissimo. Nel mese di novembre 1925, approdarono nei nostri porti 10.014 navi, sbarcando 1.951.960 tonnellate di merci e 145.147 passeggeri; ne partirono 10.090 navi con 553.245 tonnellate di merci e 152.223 passeggeri. Su tale movimento la bandiera nazionale figura per il 92% del numero delle navi, per il 72% della stazza netta e per il 56% del quantitativo di merci.

La bilancia commerciale se considerata su tutto il periodo, 1° gennaio-31 dicembre 1925 non si presta a considerazioni opportune perchè è viziata dall'enorme gravame dovuto alle importazioni eccezionalmente forti di grano nel primo semestre. Il confronto col secondo semestre dell'anno è a tale riguardo istruttivo. Infatti nei primi sei mesi la media mensile delle importazioni era stata di 2400 milioni di lire contro una esportazione media di 1420 milioni e si era quindi avuto uno sbilancio mensile medio di 970 milioni di lire; nei successivi cinque mesi le importazioni sono discese ad una media di 1860 milioni mentre le esportazioni salivano a 1585 milioni al mese. Si è avuto quindi

un aumento mensile di 155 milioni nelle esportazioni ed una diminuzione di 540 milioni nelle importazioni; conseguentemente lo sbilancio medio mensile è diminuito di 695 milioni passando da 970 milioni a 275 milioni.

Particolarmente interessante, come indice dell'attività industriale della Nazione, è l'andamento della importazione dei combustibili fossili, la quale ha segnato un aumento di quasi un milione di tonnellate nei primi dieci mesi del 1925 in confronto al corrispondente periodo dell'anno precedente.

Anche le importazioni siderurgiche hanno assunto un grande sviluppo nel 1925 giungendo a rappresentare un valore di oltre un miliardo, di cui la metà circa rappresentata dalle materie prime (rottami, ghise, ecc.). Il grande incremento nella importazione del rottame (circa 850.000 tonnellate complessivamente nel 1925) è dovuto in gran parte all'accresciuto ritmo di lavorazione delle nostre acciaierie, ma in parte anche all'allarme lanciato nel mercato siderurgico dal noto provvedimento restrittivo del Governo francese, al quale abbiamo altra volta accennato. Le importazioni del rottame furono infatti particolarmente attive e febbrili nel primo semestre toccando una media di 60.000 tonnellate al mese, mentre nei mesi successivi per effetto delle misure restrittive entrate in vigore, tali importazioni discesero a 37.000 tonnellate nel luglio, a 35.000 nell'agosto, a 15.000 nel settembre e mesi seguenti.

Non ancora definitivamente sistemati sono i rapporti commerciali colla Germania. Sono frequenti infatti i malumori e le lamentele dei nostri industriali i quali si lagnano che la Germania trovi modo di rendere praticamente illusorie alcune clausole del recente Trattato di commercio. Ci si lamenta specialmente di un inasprimento nella tassa sui cerini che ne rende impossibile l'importazione in Germania; si parla di boicottaggio organizzato contro le merci italiane ed in particolare contro le automobili, ecc.

Con tutto ciò, le esportazioni italiane in Germania seguono un ritmo ascendente. Gli ultimi dati che si riferiscono ai primi nove mesi del 1925 dicono che abbiamo esportato nei territori della Repubblica merci per il valore di un miliardo e mezzo; nel corrispondente periodo del 1924 le nostre esportazioni in Germania erano state di circa un miliardo, e nei primi nove mesi del 1923 si erano limitate a circa mezzo miliardo. Si è avuto così un aumento costante di 500 milioni in nove mesi. La bilancia commerciale colla Germania può così mantenersi quasi equilibrata anche nel 1925, anno per noi così gravoso.

Si deve poi osservare che le condizioni del Trattato di Commercio diverranno sempre più favorevoli a noi mentre la Germania andrà stipulando nuove convenzioni con altri Stati. Già vantaggi non trascurabili si sono verificati in conseguenza dei Trattati di Commercio che la Germania ha concluso negli ultimi tempi colla Spagna, coll'Olanda e colla Svizzera.

Si hanno anche i dati riassuntivi sul commercio italo-russo nell'esercizio 1924-1925. Risulta così dai dati ufficiali che la Russia ha esportato in Italia merci per un valore di 15.400.000 rubli, così distribuiti: prodotti agricoli 2.300.000 rubli, nafta e derivati 7.300.000 rubli, bozzoli 2 milioni di rubli, manganese 1.600.000 rubli, merci varie 600.000 rubli. Nello stesso periodo l'Italia ha mandato in Russia tante merci per 5.200.000 rubli e precisamente: stoffe di cotone 1.600.000 rubli, agrumi per un milione di rubli, automobili per 800 mila rubli e altre merci varie per 1.800.000.

Il risanamento della bilancia commerciale dipende sempre nella più alta misura dell'aumento della produzione granaria nazionale. I dati recentemente raccolti dalla Commissione Tecnica di Agricoltura segnalano, allo stato di previsione, i primi risultati della battaglia del grano. Risulta che in tutte le regioni si può far conto su un incremento nella produzione granaria. La misura di tale incremento è naturalmente diversa da regione a regione; i migliori risultati sono ottenuti nell'Italia settentrionale dove si prevedono aumenti di produzione da 4 ad 8 quintali per ettaro nell'Emilia, da 4 a 9 in Lombardia, da 2 a 10 in Piemonte, da 3 a 14 nel Veneto. Anche nell'Italia meridionale e nelle Isole, l'aumento di produzione è sensibile. La Commissione confida che già nell'anno in corso si possano raggiungere risultati tangibili dalla fervida opera di propaganda e di persuasione spiegata dal Governo e da tanti Enti pubblici e privati.

La campagna per la produzione granaria è tanto più necessaria in quanto l'aumento della nostra popolazione è continuo. Una recente indagine statistica ha infatti dimostrato che la popolazione del Regno era salita, al 31 dicembre 1925, a ben 42.115.606 abitanti.

Per un corretto apprezzamento delle cifre riportate a proposito della bilancia commerciale occorre però tenere presente che lo squilibrio dei pagamenti all'estero si stabilisce attraverso altre voci. Fra queste vanno messe le così dette esportazioni invisibili costituite dalle somme spese in Italia da viaggiatori provenienti dall'estero. Questa voce è sempre notevole per il nostro Paese ed ha raggiunto nello scorso anno, secondo apprezzamenti ufficiosi attendibili, la somma di circa tre miliardi. Il forte incremento è certamente dovuto in gran parte alle eccezionali circostanze connesse alla celebrazione dell'anno santo; tuttavia sta il fatto che esso ha costituito una contropartita ai pagamenti, pure eccezionalmente forti, che noi abbiamo dovuto fare all'estero per gli acquisti di grano.

Anche il risparmio degli italiani all'estero concorre al saldo della bilancia dei pagamenti. Nello scorso anno i depositi di questo genere furono complessivamente di 787 milioni di lire, mentre erano stati di 555 milioni nel 1924; nello stesso periodo i rimborsi furono 570 milioni, dei quali 324 rappresentano somme investite in Italia da rimpatriati, 230 milioni furono pagati in Italia per conto degli emigrati e soltanto 20 milioni furono rimborsati all'estero. L'aumento del credito

degli italiani all'estero fu dunque di oltre 217 milioni del 1925 mentre era stato di 66 milioni nell'anno precedente.

Fra i provvedimenti legislativi presi nello scorso mese di gennaio ve ne sono alcuni a riflesso economico. Ricordiamo fra essi la disposizione che fa obbligo alle Amministrazioni Civili e Militari dello Stato ed agli Enti tutti soggetti alla tutela dello Stato, di dare la preferenza ai prodotti nazionali negli acquisti di materiali o di macchinario. Merita pure di essere ricordata l'approvazione dei nuovi progetti militari che dà ai nostri Corpi armati quella sistemazione definitiva che mancava da tempo con danno non lieve.

Una certa impressione ha suscitato il Decreto che ristabilisce la libera contrattazione nel regime degli affitti. Sebbene il Governo abbia fatto sentire un monito severo perchè d'ambo le parti si faccia uso di moderazione e di equità, non poteva sfuggire l'importanza delle conseguenze che potevano derivare specialmente alle classi meno abbienti. Il Governo ha provveduto quindi a stanziare la somma di 100 milioni per l'incremento della costruzione di case popolari. Se tale somma sarà oculatamente impiegata essa potrà giovare a stimolare la industria privata che troppo ha trascurato tale tipo di costruzioni, e potrà giovare efficacemente a lenire la forte crisi perdurante tuttora.

Sono state nuovamente ritoccate le tariffe dei tabacchi, in seguito alle quali sembra lecito attendere un aumento di circa 250 milioni negli introiti dell'esercizio in corso.

Sono stati distribuiti gli Stati di previsione dei bilanci dei diversi Dicasteri per il prossimo esercizio 1926-27.

Lo stato di previsione del Ministero dei Lavori Pubblici, contempla per la prima volta, in base al Decreto 10 maggio 1925, fra le spese effettive anche quelle per la costruzione di ferrovie. Le previsioni per bilancio 1926-27 segnano una spesa di 1430 milioni circa con un aumento di oltre 67 milioni rispetto all'esercizio in corso. L'aumento è dovuto principalmente agli stanziamenti per la manutenzione delle strade di prima e seconda categoria, per sovvenzioni alle ferrovie private, e per gli impianti ed il funzionamento dei nuovi Provveditorati alle Opere Pubbliche nell'Italia meridionale e nelle Isole.

Il Ministero delle Comunicazioni prevede una spesa di 12.882 milioni circa per le Ferrovie dello Stato, con un aumento di circa 1616 milioni sull'esercizio precedente; è prevista una spesa di 173 milioni per la Marina mercantile, e di 864 milioni per le Poste ed i Telegrafi. Per l'Azienda di Stato dei servizi telefonici si prevede un avanzo di 6 milioni risultante da 200 milioni di entrate contro 194 milioni di spese.

Nelle previsioni di spese del Ministero della Marina si avverte un aumento di 60 milioni rispetto all'esercizio in corso, ammontando complessivamente le spese previste a 1040 milioni. Il Ministero della Guerra prevede un aumento di 400 milioni di spese; è autorizzata l'assegnazione straordinaria di 200 milioni per la provvista e il rifornimento di materiale tecnico e per lavori inerenti alla difesa del territorio dello Stato. Il Ministero dell'Aeronautica prevede a sua volta una spesa di 629 milioni, con un aumento di 180 milioni.

Pure in aumento sono le previsioni per gli altri Ministeri. Per quello degli Interni l'aumento è di 210 milioni; per quello degli Esteri, di 7 milioni; per la Grazia e Giustizia, di 49 milioni.

*

Le nostre Borse sono evidentemente in un periodo di malumore. L'accenno di graduale per quanto lento movimento verso migliori disposizioni che si era andato delineando negli ultimi mesi dello scorso anno, si è nettamente arrestato e il mercato è ricaduto in una situazione di abbandono e di pesantezza sulla quale grava una certa corrente di realizza che falcidia progressivamente le quotazioni.

Il fenomeno appare veramente strano, poichè non se ne possono riconoscere le cause efficienti. La crisi di sfiducia che sembra abbia invaso il pubblico non è infatti giustificata dall'andamento generale della economia nazionale la quale anzi dovrebbe dare argomento di fiducia e di ottimismo. L'andamento delle industrie è prospero, le finanze statali migliorano gradatamente, gli scambi commerciali vanno avvicinandosi se non all'equilibrio certo a meno esagerati sbilanci, i cambi sono pressochè stabilizzati.

Pure tutte queste considerazioni non giovano ad imprimere vivacità e resistenza al mercato. Anche gli accordi di New York e di Londra non hanno avuto una sensibile ripercussione sull'andamento generale delle borse. L'annata non si è certo iniziata sotto favorevoli auspici nel mercato dei titoli; specialmente nelle prime settimane le quotazioni si sono tutte appesantite in misura sensibilissima.

Si sono avuti bensì dei momenti di ripresa e di risveglio, ma si è trattato di movimenti effimeri che non trovarono seguito. Una di queste riprese si ebbe a notare nella fine del mese il quale chiude perciò a quotazioni generalmente alquanto superiori a quelle minime toccate durante il corso del mese. L'esperienza precedente ammonisce tuttavia a non dare soverchia fiducia a questo risveglio tardivo.

Nei titoli di Stato il Consolidato si è dimostrato in generale abbastanza resistente e molto sensibile a tutte le buone disposizioni del mercato. Meno sostenuta la Rendita che reagisce con minore facilità.

Fra i bancari ebbero maggiormente a soffrire la Banca d'Italia che chiudono a 1740 dopo aver segnato anche 1725; pure molto deboli le Credito, mentre le Commerciali si sostengono meglio.

L'attenzione del mercato si è specialmente concentrata intorno al reparto tessili il quale risente duramente delle cattive disposizioni del mercato. Violenti sbalzi hanno segnato parecchi valori, mentre altri si appesantiscono rapidamente. Le Cantoni di settimana in settimana registrano cadute di 200 punti, rialzi di 150, nuove cadute di 170. Le

Cascami e le Tessuti Stampati lamentano forti falcidie: le prime cadono rapidamente da 1720 a 1645, a 1480 per riprendersi in chiusura intorno a 1520; le seconde da 1670 regrediscono a 1535, e a 1410 per riprendere leggermente a 1430. Tutti gli altri titoli del comparto sono in generale movimento, regresso, attraverso oscillazioni spesso notevoli.

Minori spostamenti si osservano fra i titoli minerari e metallurgici; fra essi si notano le Montecatini le quali, resistentissime, di poco indulgono al diagramma decrescente generale.

Alquanto mosso invece è stato il reparto dei titoli dei trasporti, alcuni dei quali registrano scarti rilevanti. Non manca però l'esempio di qualche vivace ripresa parziale. I titoli alimentari e quelli di esportazione seguono da presso l'andamento generale del mercato.

I titoli elettrici hanno in generale meno sofferto della pesantezza delle contrattazioni; il loro andamento si può rilevare dal solito specchietto che facciamo seguire.

Nel mercato dei cambi l'importanza degli affari è stata molto limitata. Il dollaro e la sterlina sono rimasti pressochè stazionari. L'interesse degli speculatori si è concentrato sul franco il quale si è dimostrato sensibilissimo a tutte le vicende della politica interna. Nel complesso però le oscillazioni, furono bensì numerose, ma sempre di limitata importanza cosicchè i corsi di chiusura differiscono assai poco dalle quotazioni segnate nei primi giorni dell'anno.

RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli elettrici nel gennaio 1926.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	690	656	676
Conti	250	463	444	460
Vizzola	500	1608	1600	1610
Bresciana	100	237	227	235
Adamello	200	243	239	235
Unione Esercizi Elettrici	50	104	99	97
Elettrica Alta Italia	250	300	300	320
Officine Elettr. Genovesi	250	334	321	330
Adriatica	100	215	210	212
Negri	100	305	305	310
Ligure Toscana	200	288	286	290
Generale Elettr. della Sicilia	100	132	130	132
Elettrica Brioschi	250	350	370	375
Emiliana Esercizi Elettrici	35	44	43	44
Idroelettrica Trezzo	250	380	390	390
Elettrica Valdarno	100	130	135	134
Tirso	250	250	248	250
Terni	400	490	480	496
Elettriche Meridionali	250	325	300	300
Idroelettrica Piemontese	125	200	196	201

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani. (*)

- N. 187491 — GASTON E. L.: Mode de fabrication de godets en zinc destinés aux piles sèches pour lampes de poche et autres usages. — 25-6-1920.
- N. 228371 — GEFCKEN R. H. H., RICHTER R. H., WETZEL M. H., WETZEL M. R.: Dispositivo per accertare la presenza di corpi conduttori. — 3-3-1924.
- N. 201593 — GUARNIERI T.: Apparecchio indicatore di carico elettrico a induzione. — 8-8-1921.
- N. 165576 — HAMMOND J. H. J.: Perfectionnements dans les procédés employés pour la transmission d'énergie rayonnante. — 16-3-1918.
- N. 201866 — HAUSER E.: Fermeture pour récipient d'huile d'appareils électriques. — 16-8-1921.
- N. 227533 — IMPORTAZIONE FORNITURE INDUSTRIALI (Soc.): Anello di protezione per catene di isolatori a sospensione. — 24-1-1924.
- N. 152809 — LANDIS & GYR S. A.: Compteurs ampèreheures avec compensation de frottement. — 15-2-1916.
- N. 201231 — LAVATO L.: Relais di comando di circuiti trifasi funzionanti al mancare di una fase. — 20-7-1921.
- N. 228272 — MASOTTI U. & SENSI A.: Perfezionamenti nelle staffe per salire sui pali a superficie levigata. — 1-3-1924.
- N. 201560 — MELLANO A.: Manometro regolatore elettrico. — 2-8-1921.
- N. 227381 — MEYER F.: Dispositivo di sicurezza per evitare l'asportazione della lampadina elettrica dal suo porta-lampade. — 15-1-1924.
- N. 201506 — MICHETTI L.: Valvola fusibile a bassa tensione. — 26-8-1921.
- N. 228240 — MULLOR A.: Presa di corrente elettrica portatile destinata più particolarmente ai fili flessibili. — 20-2-1924.
- N. 201462 — NATIONAL RADIO Cy: Appareil pour produire des oscillations intermittentes ou continues de haute fréquence. — 22-8-1921.

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20 % di sconto sulle tariffe normali, sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio nella parte pubblicità.

- N. 228428 — NEDERLANDSCHE TECHNISCHE HANDEL-MAATSCHAP-
PY « GIRO » (Soc.): Materiale per resistenze elettriche. — 25-2-1924.
- N. 201244 — NEULAND PATENTS Ltd.: Appareil de transmission de puis-
sance. — 20-7-1921.
- N. 201053 — NOUVEL P.: Têlêrupteur de courants électricques. — 5-7-1921.
- N. 201476 — PAUL M.: Interruttore per correnti di grande intensità. —
23-8-1921.
- N. 228303 — PECORINI E.: Apparecchio luminoso d'iscrizione o di comu-
tazione di corrente elettrica per illuminazione o altro. — 19-2-1924
- N. 225792 — PHILIPP R. & Cie.: Diaframma per processi elettrolitici. —
9-11-1923.
- N. 142246 — PINTER A. I.: Commutatore automatico a tempo determi-
nato per impianti di illuminazione. — 11-4-1914.
- N. 201582 — POLI G.: Perfezionamenti nei contatori elettrici a mercurio. —
4-8-1921.
- N. 228243 — POLANI R. DI RIFREDI: Nuovo tipo di interruttore e comu-
tatore elettrico senza molle. — 21-2-1924.
- N. 201603 — PUCCI E.: Giunto smontabile per il collegamento di fili metal-
lici. — 10-8-1921.
- N. 227633 — REGAN F. B.: Soccorritore elettrico. — 23-1-1924.
- N. 227644 — Lo stesso: Soccorritore elettrico. — 23-1-1924.
- N. 199411 — REINIGER GEBBERT & SCHALL AKTIENGESSELLSCH.:
Dispositivo per la compensazione di temperatura nei misuratori di
velocità tachimetri delle correnti parassiti o di Foucault. — 10-6-1921.
- N. 201665 — RELAY AUTOMATIC TELEPHONE Co. Ltd.: Dispositivo
commutatore per condutture elettriche di due ordini. — 25-8-1921.
- N. 228413 — RICCOBONO M. fu A.: Morsetto per conduttori elettrici. —
4-3-1924.
- N. 227964 — RICHARD GINORI Soc. Ceramica: Isolatore incatenato alla
armatura di sostegno per linee elettriche di contatto. — 9-2-1924.
- N. 228087 — La stessa: Isolatore passante ad alto potenziale. — 14-2-1924.
- N. 228372 — RICHTER R. H., WETZEL M. H., WETZEL M. C.: Dispo-
sitivo per accertare la presenza di corpi conduttori. — 3-3-1924.
- N. 201604 — ROBINOT DE LA RICHARDAIS D. M. G.: Procédé d'assem-
blage et d'isolement simultané des organes d'appareillage électrique. —
10-8-1921.
- N. 181678 — SCHWANK E.: Support isolateur pour canalisation électriques
à haute tension. — 13-1-1920.
- N. 226740 — SCOTT J. P.: Perfezionamenti negli apparecchi elettrolitici.
— 18-12-1923.
- N. 201526 — SIGNAL G. m. b. H.: Perfectionnements aux appareils acousti-
ques pour les applications téléphoniques. — 30-8-1921.
- N. 199753 — SIEMENS SCHUCKERT WERKE GESELLSCHAFT mit
BESCHRAENKTER HAFTUNG: Dispositivo comandato elettrica-
mente per estrarre l'aria nei raddrizzatori di corrente a vapori di mer-
curio od apparecchi analoghi destinati a funzionare costantemente a
vuoto spinto. — 11-6-1921.
- N. 201561 — La stessa: Disposizione per condensare i vapori di mercurio
nei raddrizzatori a vapori metallici con anodi collocati nello spazio
per i vapori. — 2-8-1921.
- N. 201562 — La stessa: Disposizione per la commutazione in macchine elet-
triche munite di collettore. — 2-8-1924.
- N. 201563 — La stessa: Scaricatore di sopratensione per impianti ad alta
tensione. — 2-8-1921.
- N. 201619 — La stessa: Installazione elettrica per la precipitazione della
polvere, munita di dispositivo per la pulitura. — 12-8-1921.
- N. 227541 — SOCIEDAD ELECTROQUIMICA DE FLIX: Processo per
ottenere archi elettrici per fondere e polverizzare metalli. — 24-1-1924.
- N. 198249 — THOMA H.: Régulateur électrique instantané avec servomoteur
à huile sous pression. — 14-4-1921.
- N. 197249 — TOSI F.: Innovazione nei motori elettrici a corrente alternata. —
30-3-1921.
- N. 291457 — TRABACCHI G. C.: Dispositivo automatico per la regolazione
delle ampole per raggi X autoindurenti e munite di osmoregolatore di
Villard. — 20-8-1912.
- N. 201963 — TRAVERSARI G.: Motore a corrente alternata monofase. —
30-8-1921.
- N. 228176 — WESTERN ELECTRIC ITALIANA: Perfezionamenti nei si-
stemi elettrici di trasmissione di onde di segnalazione a correnti por-
tanti. — 26-2-1924.
- N. 228267 — La stessa: Perfezionamenti nei commutatori selettori automa-
tici utilizzati negli uffici centrali telefonici. — 1-3-1924.
- N. 228473 — La stessa: Perfezionamenti nei commutatori selettori per uf-
fici centrali telefonici del tipo automatico. — 7-3-1924.
- N. 227950 — La stessa: Perfezionamenti nei sistemi elettrici di segnalazione
multipli. — 16-2-1924.
- N. 228424 — ZANABONI & FONTANA (Ditta): Collare per l'attacco dei
conduttori di linea agli isolatori. — 25-2-1924.
- N. 227556 — ARCIONI V.: Innovazioni negli strumenti elettrici registra-
tori. — 28-1-1924.
- N. 201700 — SCHWEIZERISCHE MAGNETA A. G.: Installation de com-
mande électrique d'horloges secondaires ou appareils de signaux. —
30-8-1921.
- N. 227750 — SELLERIO A. & DE LUCA U.: Processo per tarare simulta-
neamente quanti si vogliono contatori elettrici. — 29-1-1924.
- N. 181203 — BERNARD P. e BARBE M.: Appareil pour l'allumage et l'ex-
tinction des becs de gas des lanternes publiques. — 10-1-1920.
- N. 28067 — CROCI & FARINELLI (Ditta): Perfezionamenti nelle sospen-
sioni a saliscendi, per lampade e simili. — 12-2-1924.
- N. 227167 — DUHANOT E.: Sistema e dispositivo per l'immersione nella
pasta dei fiammiferi fabbricati meccanicamente. — 9-1-1924.
- N. 201573 — GIRARDI M.: Filamento per lampade elettriche ad incande-
scenza. — 3-8-1921.
- N. 201574 — La stessa: Filamento per lampade elettriche ad incandescenza. —
3-8-1921.
- N. 201575 — La stessa: Filamento per lampade elettriche ad incandescenza. —
3-8-1921.
- N. 201153 — ISTITUTO ITALIANO PROIEZIONI LUMINOSE: Lan-
terna da proiezione diascopica. — 11-7-1921.
- N. 202052 — JACOPI R. & VICIANI P.: Modo di riempimento di bottiglie,
cellule refrattarie o qualsiasi recipiente a mezzo di apparecchio com-
pressore, per gas acetilene sciolto nell'acetone. — 11-8-1921.
- N. 201596 — KIKEI N.: Processo di fabbricazione dei filamenti di carbone
per le lampade elettriche ad incandescenza. — 9-8-1921.
- N. 822123 (?) — MICHETTI A.: Proiettore da sala cinematografica. —
22-2-1924.
- N. 227042 — NENCIONI F.: Macchina azionata a pedale ed a mano per
applicare automaticamente il lucignolo nei lumini da notte con speciale
grappetta senza punte, ma a due, tre o più fori, o grappetta a forma di M.
— 2-1-1924.
- N. 228211 — OLIVATI M., ALIVERTA E., ZOLDAN TOSELLI B.: Cine-
stereografia. — 13-2-1924.
- N. 227892 — « OSA » PARTICIPATIONS INDUSTRIELLES S. A.: Pro-
cesso per la fabbricazione di filamenti di volframio a forma di spirale
ed a cristalli allungati, per lampade elettriche ad incandescenza.
— 2-2-1924.
- N. 228435 — OVTCINNIKOW A.: Scatolatura speciale dei fiammiferi sve-
desi di sicurezza, fosforici e senza fosforo che costituisce l'ordinaria
scatola. — 26-2-1924.
- N. 201965 — PALAZZO G. B.: Lampada a candelaggio variabile con fila-
mento di sostituzione. — 31-8-1921.
- N. 228414 — PORTIGLIOTTI A.: Procedimento per l'estrazione dell'aria
e relativo riempimento di gas, dei recipienti metallici o di vetro, atti
a contenere un determinato gas chimicamente puro senza l'impiego di
pompe pneumatiche per il vuoto. — 28-2-1924.
- N. 201436 — PRESTON L. G. B. & MULLARD S. R.: Perfectionnements
dans le support des filaments dans les lampes ou valves thermo-ioniques
ou autres tubes. — 19-8-1921.
- N. 200966 — RAGIONIERI A. & MADRIGALI O.: Sistema per applicare
meccanicamente il lucignolo nei cosiddetti lumini da notte e nuovo mezzo
di fermatura del lucignolo stesso. — 25-7-1921.
- N. 200301 — RITTER & UHLMANN (Soc.): Lampe de projection. — 13-6-21.
- N. 214269 — SANCHEZ VELLO L.: Récipient pour lampes électriques à
incandescence et pour appareils similaires. — 23-10-1922.
- N. 214270 — Lo stesso: Procédé de fabrication pour monter à la presse le
verre des couvercles employés dans les nouveaux récipients pour le
montage des lampes électriques à incandescence et appareils similaires. —
23-10-1922.
- N. 214271 — Lo stesso: Procédé pour la réfection à neuf des lampes électri-
ques à incandescence et autres appareils similaires. — 23-10-1922.
- N. 214297 — Lo stesso: Moule pour fabriquer, par compression du verre les
couvercles employés dans les nouveaux récipients pour le montage des
lampes électriques à incandescence et d'appareils similaires. — 23-10-22.
- N. 201903 — SANGUINETI G.: Apparecchio con lampadina portatile a
zoccolo magnetico. — 22-8-1921.
- N. 173041 — SCHALLER O. & SCHROETER F.: Lampe électrique à rem-
plissage de gas à décharge « lumineuse ». — 5-3-1915.
- N. 201756 — VALENTINI E.: Interruttore deviatore per lampadine elet-
triche. — 3-8-1921.
- N. 201620 — VIRIGLIO G.: Rifrattore prismatico per illuminazione stra-
dale. — 12-8-1921.
- N. 171473 — WILSON J. G. (The) CORPORATION: Disposition de réflec-
teur lumineux pour l'éclairage de locaux obscurs. — 10-1-1919.
- N. 202037 — FILIPPONI A. & ZAMBELLI E.: Perfezionamento nei for-
nelli elettrici. — 24-8-1921.
- N. 201696 — GARAVOGLIA E.: Riscaldatore elettrico per liquidi. — 3-8-21.
- N. 201414 — HAMERS, H. J. W., MENNO B. W. J. S.: Apparecchio di ri-
scaldamento elettrico mediante il rocchetto secondario di un trasforma-
tore. — 12-8-1921.
- N. 198256 — KARLAUD & WOLFF Ltd. (Soc.): Perfezionamenti negli ac-
cenditori elettrici. — 18-4-1921.
- N. 201356 — LAMBERT A. D. A.: Four continu électrique pour la graphi-
tation. — 1-8-1921.
- N. 201677 — MAURO P.: Apparecchio comprendente un ferro da stirare
elettrico utilizzabile come fornello ed un involucro utilizzabile come
recipiente di cottura. — 27-8-1921.
- N. 202935 — AKTIENGESSELLSCHAFT BROWN BOVERI & Cie.: Di-
spositivo per l'esercizio di caldaie a vapore riscaldate elettricamente. —
29-9-1921.
- N. 199703 — ALLGEMEINE WERKESBAU: Sistema di regolazione del-
l'emissione dell'aria nei motori ad olio. — 1-6-1921.
- N. 199717 — ALMERIGI F.: Dispositivo automatico di alimentazione del
combustibile liquido al carburatore d'un motore a combustione interna.
— 4-6-1921.
- N. 202803 — BARBIERI D.: Vaporizzatore per motori a scoppio. — 19-9-21.
- N. 203058 — BERTOLI R.: Macchina termica a combustione interna sotto
pressione costante per l'azionamento di turbine (turbine a combustione
interna). — 9-9-1921.
- N. 203059 — Lo stesso: Macchina termica a combustione interna sotto pres-
sione costante per l'azionamento di turbine (turbina a combustione
interna). — 10-9-1921.
- N. 203061 — BERTOLI R.: Macchina motrice termica a combustione in-
terna (turbina a scoppio). — 20-9-1921.
- N. 202263 — BIRKIGT M.: Perfectionnements apportés aux systèmes pour
lancer à la main les moteurs à explosion et permettant notamment
d'utiliser les systèmes de ce genre compor: par les automobiles pour
commander un gonfleur de pneumatiques. — 16-9-1921.
- N. 204197 — BOLSEZIAN G.: Motore a combustione interna coi cilindri
a croce, a biella quadrangolare a due o a quattro tempi, o in ciclo misto. —
13-10-1921.
- N. 414068 — BORRACCI P., SOLADINI P. & FABBRI M.: Motore a scoppio
a quattro tempi ad alimentazione forzata eseguita dallo stesso stantuffo
motore. — 5-9-1922.
- N. 203280 — BOTTA F.: Sistema e disposizione per la formazione della
miscela esplosiva nei motori a scoppio. — 20-12-1921.
- N. 203575 — BREDA E. (Soc. It.): Innovazione nei diaframmi per turbine
a combustione interna. — 14-11-1921.
- N. 227567 — BUTTURINI A.: Gasificatore di nafta (olio pesante) appli-
cato a motori a scoppio. — 30-1-1924.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

La sera del 2 febbraio numerosi soci si sono riuniti presso la sede sociale per una comunicazione del Prof. Ing. Gino Reborà sulle « Condizioni elettriche di funzionamento dei forni a resistenza ».

Alle ore 21,15 il Presidente, Ing. Emanuelli, apre la seduta e dà la parola all'Ing. Reborà.

L'oratore ricorda come la tecnica dei forni elettrici a resistenza, in particolare di quelli destinati a processi elettrochimici (carburo di calcio, leghe di ferro, ecc.) sia progredita un poco appartata, e come sia stato in genere alquanto deficiente lo studio della parte elettrica.

Analizzando come nella potenza del forno entrino in gioco i vari elementi, tensione, reattanza e resistenza, ha mostrato che la potenza massima corrisponde a un determinato valore della corrente, e che questa condizione di massimo non è sempre stata tenuta presente dai tecnici.

Ha quindi illustrato le sue considerazioni con diagrammi dimostranti il funzionamento elettrico di vari forni al variare dell'intensità di corrente.

Alla fine della comunicazione, ascoltata col massimo interesse, è vivamente applaudita, il Presidente ha ringraziato l'oratore ricordando ai soci come le comunicazioni dell'Ing. Reborà riescano veramente preziose ai tecnici perchè sempre ricche di dati numerici e di esatte e pratiche notizie più che di astratte considerazioni e di generiche formule.

* *

SEZIONE DI BOLOGNA.

La sera del 2 Luglio p. p. nell'Aula Magna dell'Istituto di Fisica, gentilmente concessa, il Dott. *Orazio Specchia* tenne l'annunciata comunicazione su « La tecnica del vuoto ».

Il conferenziere, definite le caratteristiche essenziali che occorre considerare per una classificazione delle pompe, passò a descriverne vari tipi, in particolare la pompa rotativa ad olio e quella rotativa a mercurio del Gaede. Passando poi all'esame delle moderne pompe molecolari, che hanno oggi così largo impiego nei laboratori scientifici, e in certe speciali fabbricazioni industriali come quella delle lampade a tre elettrodi e dei tubi a raggi X del tipo Coolidge, egli fece alcuni cenni intorno ai classici lavori dello Knudsen relativi all'afflusso dei gas attraverso tubi sotto pressioni molto basse, e agli scambi di quantità di movimento che hanno luogo tra le molecole d'un gas sufficientemente rarefatto e una parte mobile in seno a questo gas.

Illustrati i vari tipi di pompe, il Conferenziere accennò al problema della misura delle rarefazioni e descrisse vari tipi di manometri tra i quali, in particolare, i radiometrici e quelli fondati sulla viscosità dei gas.

La comunicazione fu illustrata da interessanti e ben riuscite esperienze. I numerosi Soci presenti, fra i quali notavansi le più spiccate personalità dell'ambiente scientifico del nostro Ateneo, hanno assai favorevolmente commentato la comunicazione che ha offerto all'uditorio la possibilità di raccogliere, in modo razionalmente conciso, le nozioni teoriche e pratiche riguardanti la tecnica del vuoto.

*

La mattina del 6 Dicembre il Chiar.mo Prof. Ing. Giuseppe Sartori, dietro invito del Presidente della Sezione Ing. Dott. Rimini, ha intrattenuto i Soci sui lavori della XXX Riunione Annuale dell'A.E.I., da Lui presieduti, come è noto, nell'ottobre scorso a Napoli, e separatamente sulla prima parte dei lavori stessi, avente per oggetto la conversione di forma dell'energia elettrica.

Cominciando dalla « Conversione delle frequenze » il Prof. Sartori dopo avere lucidamente richiamati i principi scientifici e tecnici cui si informano le risoluzioni pratiche dell'importantissimo problema, per via sincrona, asincrona e mista, fece una rapida e chiara sintesi delle discussioni svoltesi a Napoli in argomento, illustrando particolarmente le questioni riguardanti la interconnessione delle grandi reti a frequenze diverse, in rapporto alle peculiari caratteristiche delle regioni interessate, e quelle concernenti gli impianti a frequenza ferroviaria, sui quali al Congresso di Napoli gli Ingegneri delle Ferrovie dello Stato hanno portato copiosi elementi tecnici e statistici.

Passando al secondo capitolo del tema cioè alla conversione di corrente alternata in continua, il Conferenziere ha intrattenuto l'uditorio sullo stato attuale della tecnica dei raddrizzatori a vapori di mercurio, dedicando poi l'ultima parte della seduta ai principi della teoria

del Transverter, che il Prof. Sartori ha saputo rendere facilmente accessibili all'uditorio, mediante la sua dotta parola, che nella esposizione sempre chiara e piana, mai rinuncia al più perfetto rigore scientifico.

Un lungo applauso ha espresso al Conferenziere la soddisfazione ed il ringraziamento dei numerosi Soci intervenuti, i quali prossimamente saranno chiamati ad udire la relazione sugli altri temi trattati alla XXX Riunione dell'A.E.I.

*

La mattina del 20 Dicembre p. p. si è riunito il Consiglio della Sezione, per trattare dell'aumento delle quote Sociali, in conseguenza della deliberazione dell'Assemblea Generale tenuta a Napoli nell'ottobre scorso.

Fu deliberato di elevare le quote come segue:

Soci individuali L. 60,— (per l'Esterio: L. 100,—

» Collettivi » 250,— (per gli Enti culturali L. 125).

e la prossima Assemblea sarà chiamata a ratificare tale deliberazione del Consiglio.

Subito dopo, alla presenza di numerosi Soci, raccolti nell'aula di Fisica Tecnica della R. Scuola d'Applicazione, il Presidente Dott. Ing. Cesare Rimini, iniziò la annunciata sua comunicazione sulle « Applicazioni della geometria alla tecnica delle correnti alternative » che ebbe poi termine nella successiva riunione del 27 dicembre p. p.

Fra i presenti si notavano; il nostro Presidente Generale Ing. Prof. Giuseppe Sartori, il Chiar.mo Prof. Francesco Piola Vice Presidente della Sezione, ed i Proff. Donati, Emerito della nostra Scuola d'Applicazione, Majorana, Preside della Facoltà di Scienze della nostra Università, Pincherle, Presidente dell'Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, ed inoltre numerosi professori, tecnici e professionisti.

Il Rimini premessa una serie di lucidi richiami e di eleganti dimostrazioni riferentisi alla geometria analitica e proiettiva e ricordati con concisa chiarezza i fondamenti del metodo simbolico di rappresentazione delle grandezze alternative, entra in merito al tema della sua comunicazione, trattando delle applicazioni dei metodi geometrici alla risoluzione di vari problemi che si presentano nella tecnica delle correnti alternative e mostrando come l'interpretazione e la costruzione dei diagrammi di funzionamento delle macchine elettriche risulta semplice ed immediata quando ci si ponga da un punto di vista più generale di quel che non si faccia di consueto, e come i diagrammi stessi si prestino ad interpretazioni più larghe e dettagliate, specialmente in ordine alle considerazioni di carattere energetico concernenti le potenze ed i rendimenti, quando, anzichè dedurli volta per volta con ragionamenti parziali talora complicati ed alquanto artificiosi, si facciano discendere tutti da certi principi geometrici generali atti a comprenderli e sintetizzarli.

Guidato da queste idee, il Conferenziere espone con metodo rigoroso e con brillante concisa chiarezza i risultati, in parte del tutto originali, cui si perviene per questa via e ne fa alcune interessanti applicazioni al caso del trasformatore, della macchina asincrona e della macchina sincrona.

Vivissimi e generali applausi accolgono la fine della interessante comunicazione, il cui testo originale sarà pubblicato per intero negli Atti dell'Associazione.

Prende poi la parola il Prof. Donati, cui l'Ing. Rimini ha dichiarato di voler dedicare il suo lavoro, per pronunciare commosse parole di compiacimento e di gratitudine.

Poi il Presidente Generale Prof. Sartori, chiede la parola per compiacersi vivamente col Conferenziere e fa notare all'uditorio come i risultati da lui conseguiti ed in special modo il metodo indicato costituiscano strumento di così grande importanza teorica e pratica da interessare una ben più vasta cerchia di persone che non quella dei presenti alla comunicazione ed in generale dei Soci dell'A.E.I. ed esprime il desiderio che la monografia che il Rimini pubblicherà debba essere tradotta in varie lingue giacchè essa interesserà anche gli Elettrotecnici stranieri. Il Prof. Pincherle osserva con piacere che certe teorie, ritenute dominio della sola scienza speculativa, possono trovare applicazioni così interessanti nelle questioni tecniche e pratiche.

Infine segue una discussione su qualcuno degli argomenti e dei teoremi esposti dal Rimini, cui prendono parte i Proff. Pincherle, Majorana, Sartori e Piola.

* *

Personale

Il Sig. Comm. Ing. *Guido Leone Fano*, già Direttore della Società Elettricità e Gas di Roma, dal 1° Gennaio 1926 ha assunto la carica di Consigliere Delegato della Società stessa.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Problemi di illuminazione.

Siamo in generale tutti così abituati al sistema di distribuzione in derivazione, a tensione costante — *teoricamente* costante, è oggi più che mai il caso di dire — che, quando vien fatto di considerare qualche caso relativo alla distribuzione in serie, ci si trova sulle prime quasi sorpresi delle strane conseguenze di una semplice inversione di parti fra i due fattori della potenza. Così tutti sanno che il deperimento delle lampade ad incandescenza è dovuto essenzialmente al fatto che, assottigliandosi il filamento, la potenza assorbita diminuisce più rapidamente che non la superficie irradiante, cosicché il filamento viene progressivamente a lavorare ad un regime termico sempre più basso. Ciò è verissimo per una lampada alimentata a tensione costante; ma per quelle alimentate in serie, a corrente costante, accade esattamente il contrario: assottigliandosi il filamento la potenza assorbita aumenta ed il regime termico della lampada sale. Se non intervenissero fenomeni secondari, come l'annerimento del vetro e il corrugamento della superficie del filamento, il consumo specifico delle lampade in serie dovrebbe andare diminuendo coll'uso. E, di conseguenza, la lampada invecchia più rapidamente che non una lampada alimentata in derivazione.

Queste ed altre interessanti considerazioni sono sviluppate in questo numero dall'Ing. PERI il quale particolarmente insiste sull'utilità di definire una *vita utile* convenzionale per le lampade, in contrapposto alla tendenza americana di considerare solo la vita reale (fino ad esaurimento). Dobbiamo in proposito rilevare che lo scritto del Peri ci giunse prima che fossero pubblicate le recenti norme del Comitato Italiano dell'Illuminazione ⁽¹⁾ nelle quali il concetto di vita utile non è stato adottato, ma si è però abbinata la considerazione della *vita reale* (considerando esaurita una lampada ridotta al 60 % della sua intensità iniziale) a quella del *coefficiente di costanza* del flusso luminoso durante tale vita e con l'*efficienza media* delle lampade, in modo da caratterizzare completamente quegli elementi che, insieme coi costi relativi delle lampade e dell'energia, consentono di scegliere il regime di lavoro e quindi la durata utile più economica.

Il lavoro del Peri rimane ugualmente un prezioso contributo ai problemi dell'illuminazione, per tutti i dati statistici di cui è corredato. In pochi rami dell'elettrotecnica, come in questo, sono necessarie le statistiche su vasta scala, e dobbiamo essere grati all'Azienda diretta dall'Ing. Peri per aver permesso di rendere pubblici dati statistici la cui raccolta deve senza dubbio aver richiesto un'ingente somma di lavoro.

La forza centrifuga nelle macchine elettriche.

I problemi meccanici inerenti alla costruzione delle macchine elettriche sono in generale un po' trascurati dalla stampa elettrotecnica: siamo perciò lieti di poter fare oggi una eccezione colla nota dell'Ing. EPICOCO, che se anche concettualmente non presenta (né lo potrebbe) carattere di novità, si completa assai utilmente con un esempio numerico relativo ad un caso concreto.

LA REDAZIONE.

⁽¹⁾ Vedasi il numero del 25 dicembre 1925 a pag. 893.

NOTE SULLA DURATA DI COMBUSTIONE DELLE LAMPAD E A TUNGSTENO □ □

G. PERI

Cosa intesi per durata delle lampade?

Bisogna anzitutto precisare ciò che si intende per *durata delle lampade*: se, come stabiliscono le attuali Norme americane di collaudo, si intende la durata totale sino a bruciatura; o se, secondo l'ammissione valida tuttora da noi e testè riconvalidata in Francia nelle recenti Norme, si intende la durata limitata al punto in cui l'emissione luminosa è caduta all'80 per cento della originaria.

Esiste a questo rispetto ancora molta confusione. Nel preventivo di esercizio di un importante impianto di illuminazione pubblica, ora da costruire, avendo io consigliato di considerare tre ricambi all'anno (4000 ore di accensione) per lampada (durata media delle lampade ammessa in 1333 ore), c'è chi ha affermato che le lampade altrove duravano molto di più ed indubbiamente (che temerità!) a Torino (poiché presupponeva ch'io mi fossi basato sui risultati di questa città) la minore durata delle lampade non poteva dipendere che da minor perfezione dell'impianto.

E' quindi opportuno fissare subito un concetto: che le lampade, almeno al regime del filo per cui sono presentemente costruite in Europa, non debbono essere conservate in servizio fino a bruciatura, ma tolte e sostituite quando la loro intensità luminosa è discesa al disotto di tale livello, che il contrasto del loro deficiente splendore rispetto a quello delle altre lampade della strada o della sala, è manifesto a prima vista, e quindi antiestetico, non decoroso e da eliminare.

Uno dei punti delicati e fondamentali dell'illuminazione mi sembra appunto questo, che non solo concerne il livello di illuminazione bisognevole per un dato effetto, su cui più o meno potrà sempre discutersi, ma l'apparenza, l'estetica, il decoro della illuminazione, cose queste evidenti ed incontrovertibili. Eppure chi percorre di sera le strade cittadine avverte gli sgradevoli contrasti di luminosità tra lampade e lampade vicine, dipendenti dalle diverse loro condizioni di invecchiamento, che rendono la illuminazione peggiore, sia dal lato estetico che fisiologico, di quale sarebbe se proveniente da lampade tutte manifestamente degradate, e che potrebbero di molto attenuarsi, se non sopprimersi, qualora cessasse la riluttanza a togliere dal servizio solo le lampade bruciate o quasi.

Se, osservando la pratica del ricambio tempestivo delle lampade stradali, la loro durata media potrà essere abbassata, se non alle 1300 ore di cui sopra, a 1600 ore, per esempio, invece delle 2000 o 3000 ore diversamente conseguibili, sarà questo un gran vantaggio dell'impianto, perchè potrà diminuirsi ⁽¹⁾ il costo del lumen-ora utilizzato (computato, ben inteso, in questo costo il maggior onere dipendente dal più frequente ricambio lampade) e saran fatte salve in ogni caso le premirenti ragioni di estetica e di decoro anzi accennate.

Gli americani, con le Norme di collaudo allestite in questi ultimi anni dal Bureau of Standards, abbandonano, come già detto, il concetto di durata utile, e prescrivono per le prove la durata totale sino a bruciatura. Correlatamente le fabbriche

⁽¹⁾ Un'indagine fondata non è possibile che caso per caso, in relazione alla potenza e tipo delle lampade, costo delle lampade e dell'energia elettrica.

tendono a forzare il regime del filo di tungsteno, ch'è stato finora costume da noi considerare normale, e le norme stesse consigliano l'adozione di tali rendimenti in lumen per watt che a noi non possono sembrare che esagerati. Ad es., per la lampada 20 ampere, 10.000 lumen, che fu messa in commercio la prima volta dalla G. E. Co. nel 1914 col rendimento di 22,4 lumen per watt, e per cui, sono pochi anni, fu fissata, onde aumentarne la durata, la resa di 19,33 lumen per watt, le tabelle illustranti la applicazione di quelle Norme consigliano ora un rendimento di 22,2 lumen per watt. I prospetti, ove il fabbricante specifica le caratteristiche delle sue lampade, portano come durata garantita (e la garanzia è da intendersi per durata fino a bruciatura) quella che per il passato era sempre stata ammessa come durata utile.

Cosa vuol dire ciò? Se il sistema di accorciare la durata delle lampade per ricavarne un maggior numero di lumen-ora prenderà piede colà, vorrà dire che gli americani, i quali sono gente spiccia, avranno conseguito senza sforzo che l'utente esegua per necessità quel più frequente ricambio di lampade, che finora, nè qui nè in America, egli s'è mai deciso ad effettuare di regola e liberamente nel suo proprio interesse.

Durata effettiva e durata utile.

E qui torna acconcio porre in evidenza un secondo lato della questione. Quello che può essere il regime più economico delle lampade, se queste sono utilizzate sino ad esaurimento, non è il regime più economico delle lampade quando fossero rimbamate con un certo anticipo sulla loro fine naturale.

Se gli americani si stupiscono che in Europa possa trovarsi economica una durata di 2000 ore e più, e sembra loro che dovrebbe bastare una durata di 500 ore ⁽²⁾, forse è perchè considerano tutte le durate sino ad esaurimento.

Una lampada alimentata a regime forzato emette tutta la quantità di luce (lumen-ora) di cui è capace a consumo specifico basso, tale che il guadagno sul costo energia può compensare in certe condizioni la maggior spesa del rinnovo lampade. Ma se il regime è leggermente allentato, con che, come si sa, la durata delle lampade aumenta enormemente, e della vita della lampada si utilizza solo una prima parte escludendo la residua, per cui il decadimento della resa in luce si fa nettamente avvertibile, può darsi che in questo caso il costo di esercizio della lampada, rispetto ai lumen-ora prodotti, risulti minore che nel primo.

Io stimo che il concetto di *durata utile* delle lampade possa ancora fra noi servire a qualcosa e che nelle Norme di collaudo, che il C. N. I. R. sta compilando, possa conservare utilmente il suo posto.

Stimo, in correlazione, vantaggiosa al consumatore non la disposizione della fabbricazione verso lampade di minor durata, bensì la convinzione e la regola praticata che le lampade vanno sostituite quando ne è manifesto il decadimento.

Il formare questa convinzione potrebbe anche essere uno degli obbiettivi, non meno importanti, del movimento già avviato fra noi per una buona illuminazione. Del rimanente il concetto di durata utile regola da tempo, se non di fatto almeno di norma, parecchie illuminazioni. Quasi tutti i Comuni, ad es., dando in concessione il servizio della illuminazione pubblica, prescrivono che la illuminazione non debba scendere al disotto di un determinato limite, oppure che la intensità sferica delle lampade non si abbassi sotto una certa percentuale della intensità originaria o dell'intensità di classifica.

Sotto un altro ordine di idee è opportuno senza fallo dare all'utente la sensazione che la durata delle sue lampade non è minore di quella cui finora è stato abituato e che tende quindi ad aspettarsi, o magari vedere aumentata, in dipendenza dei progressi ch'egli ammette, e realmente sono, in ogni branca della tecnica costruttiva. Il movimento per la buona illuminazione, l'importanza del cui successo sarà segno della nostra maturità al progresso ed all'elevazione civile ed industriale, troverà un terreno tanto più facile quanto maggiore sarà la persuasione circa la bontà dell'elemento « lampada », persuasione che parrebbe dover scapitare enormemente se la fabbricazione delle lampade si orientasse effettivamente verso un prodotto di minor durata.

Le fluttuazioni di tensione.

Una difficoltà ad approfondire praticamente il problema del regime più economico delle lampade in termini chiari, decisivi dipende dalla impossibilità, insita sovente nella natura stessa

degli impianti, di fornire alle lampade una tensione di alimentazione assolutamente costante. Cosicché un utente, il quale sia convinto che la durata delle sue lampade è troppo breve, può sempre sentirsi dire dal fabbricante, o magari certificarsi egli stesso, che il difetto non è nella lampada ma nella rete di distribuzione, con quale beneficio per la chiarezza della situazione e delle idee è facile immaginare. Ma questo può allontanare non frustrare le conclusioni.

Il problema della regolazione delle tensioni vive da quando vive l'elettrotecnica, e si può certo affermare che se variazioni e disposizioni vi sono in tale campo sono di miglioramento, intese cioè a ridurre ulteriormente quelle oscillazioni, la cui attenuazione è interesse concordante del produttore e del consumatore; mentre, d'altro canto, la fabbricazione delle lampade può valersi ormai di innumerevoli progressi, dalla formazione del filo alla preparazione della lampada; cosicché alle usuali variazioni di tensione che rientrano nel quadro di esercizio di qualsiasi impianto non dovrebbe assegnarsi importanza oltre il dovuto, o per lo meno solo in quanto è necessario perchè la fabbricazione delle lampade, nello stabilire la sollecitazione unitaria del filo, la diminuisca di quel tanto che valga ad assicurare alla lampada una durata sufficiente anche sotto tensione leggermente variabile.

I dati di esperienza circa la durata delle lampade, che saranno riportati in seguito, sono desunti dall'esercizio della illuminazione pubblica della città di Torino e si riferiscono a lampade inserite su circuiti in serie a corrente costante.

Il regime più economico delle lampade.

La durata media delle lampade 4 ampere, 1000-4000 lumen, dell'antico impianto di illuminazione della cinta daziaria di Torino entrato in funzione nella seconda metà dell'anno 1913, si ricava dal seguente prospetto riassuntivo dei corrispondenti dati d'esercizio:

TAV. I.

Durata media di lampade 4 amp., 1000, 2500 e 4000 lumen.

Anno	Num. medio ⁽¹⁾ di lampade in servizio — S	Numero di lampade cambiate — C	$\frac{S}{C}$	Durata media $\frac{S}{C} \times 4000$ ore
1914	590	402	1,47	5880 ore
1915	692	460	1,50	6000 »

Essendo la regione molto lontana dal centro abitato e lo scopo della illuminazione puramente quello di segnare la cinta, le lampade venivano sostituite solo a bruciatura.

La durata media delle lampade 4, 7,5, 9,6, 20 ampere, cioè delle lampade di cui sopra e di tutte le altre successivamente poste in servizio in Torino per effetto dei nuovi impianti in questi ultimi anni, si ricava, per gli anni 1923, 1924, 1925, dal prospetto che segue:

TAV. II.

Durata media di lampade serie da 4, 7,5, 9,6 e 20 ampere.

Anno	Numero medio di lampade in servizio — S	Numero di lampade cambiate — C	$\frac{S}{C}$	Durata media $\frac{S}{C} \times 4000$ ore
1923	7742	12151	0,64	2560 ore
1924	8806	13026	0,67	2680 »
1925	9359	14933	0,63	2520 »

Anche questa durata è quella sino ad esaurimento o poco inferiore, perchè la regola di cambiare le lampade appena visibilmente degradate non fu messa in atto che ad impianti completamente ultimati, e quindi solo nella seconda metà dell'anno 1925.

E' superfluo aggiungere che la regolazione della corrente negli impianti, tanto nel 1914 quanto negli anni successivi sino ad oggi, è stata affidata ad apparecchi della stessa bontà e finezza.

Nella Tabella III è riportata la media per i tre anni 1923, 1924, 1925 della durata delle lampade suddivise nelle categorie più importanti di intensità luminosa.

⁽²⁾ Il numero medio di lampade funzionanti nell'anno si ottiene come quoziente del totale di lampade-ora utilizzate alla durata annua del servizio (4000 ore).

⁽¹⁾ Tutte le lampade della illuminazione pubblica di Torino fanno servizio di *tutta notte*, cioè di 4000 ore annue.

⁽²⁾ L'Elettrotecnica 15-25 agosto 1924.

TAV. III.

Durata media per gli anni 1923, 1924 e 1925 di lampade serie da 4, 7,5, 9,6, 20 ampère.

Potenza luminosa delle lampade in lumen	Numero medio di lampade in servizio all'anno S	Numero medio di lampade cambiate all'anno C	$\frac{S}{C}$	Durata media $4000 \times \frac{S}{C}$
10000	390	813	0,48	1920 ore
6000	1573	2567	0,61	2440 "
2000	1187	1772	0,67	2680 "
1000	5379	7910	0,68	2720 "

Se in realtà, come il confronto può far dubitare, la durata attuale delle lampade fosse minore d'una volta, non se ne comprenderebbe, tecnicamente, la ragione. Perchè, ritenuto, e nulla induce a giudicare diversamente, che il regime di funzionamento che la fabbricazione aveva cercato di conseguire nell'avanti-guerra nel filo di tungsteno, si avvicinava effettivamente, il meglio possibile, all'esercizio più economico, o tendeva a realizzare questo esercizio più economico nel maggior numero dei casi, ora che l'aumento di costo dell'energia elettrica (incluse tasse e sopratasse) è fortunatamente assai minore dell'aumento del costo delle lampadine (inclusi diritti di monopolio, ecc.) il regime più economico della lampada a tungsteno deve spostarsi di necessità verso ciò che tende a diminuire la spesa del rinnovo lampade aumentando il consumo specifico di energia. Nulla, per lo meno, sembra giustificare l'orientamento della fabbricazione verso lampade di minor durata. ⁽⁵⁾

Lampade in serie e lampade in parallelo.

Nelle lampade alimentate a corrente costante il filamento invecchiando, cioè assottigliandosi, è soggetto a densità di corrente sempre più forti, il che tende, almeno fino a un certo punto, ad aumentarne l'intensità luminosa, ed a diminuire la durata; nelle lampade in parallelo il filamento via via che diventa più resistente assorbe minor corrente dalla linea, il che favorisce la durata della lampada e dà luogo (tolte le prime ore di funzionamento, in cui si forma una specie di assestamento molecolare del tungsteno) ad una diminuzione costante di intensità. Nelle lampade in gas inerte, il cui filamento è avvolto ad elica a spire strette, il filo incandescente, oltre ad assottigliarsi, tende a diminuire di lunghezza col tempo per il porsi delle spire in corto circuito a cagione delle sollecitazioni a cui i tratti vicini dello stesso filo sono soggetti per azione della corrente: per tale motivo la resistenza del filo tende a diminuire; contro tale effetto la lampada a corrente costante è protetta automaticamente dalla regolazione del circuito, mentre la lampada a tensione costante si trova sovraccaricata ed ha abbreviata la vita.

La diminuzione della sezione del filo e della sua lunghezza utile esercita dunque sui due tipi di lampade, serie e parallelo, effetti perfettamente opposti, ciò che tende ad attenuare la differenza la durata in servizio dei due tipi di lampade.

La durata delle lampade conseguibile nell'esercizio.

Per poter ricavare dagli impianti funzionanti i dati di cui alle Tabelle II e III bisognò istituire quello che si potrebbe chiamare un vero e proprio « stato civile » delle lampade. A partire dal febbraio 1922, ogni lampada prima di essere messa in servizio, sia per il ricambio di lampade guaste, sia per l'estendersi degli impianti, è stata regolarmente timbrata nella ghiera con la data di messa in servizio, facendo annotazione di riscontro su un registro a parte. Appena la lampada ritornava, guasta o bruciata, in magazzino, se ne segnava sul registro la data del ritiro dall'impianto, potendosi ricavare quindi le ore di durata.

Si misero su tante tabelle quante sono le marche di fabbrica delle lampade in esercizio, ad es., Osram, Edison, ecc., quante sono le intensità di regime in ampere, cioè 4, 7,5, 9,6, 20 ampere, quante sono le potenze luminose delle singole lampade, ad es., 10.000, 6.000 lumen, ecc. Si comprende pertanto come, trattandosi di oltre 9000 lampade installate, il lavoro sia potuto risultare di discreta mole.

Per le lampade da 10.000 e 6.000 lumen non si è riscontrata differenza pratica di durata fra i tipi a 20 e a 9,6 ampere,

come non v'è differenza di durata, per le lampade da 2.000 e 1.000 lumen, tra i tipi a 7,5 ed a 4 ampere.

Pare, d'altro lato, che la durata tenda ad aumentare con il diminuire della potenza luminosa, forse per la maggior capacità relativa di disperdimento del calore nelle lampade piccole.

Valendosi delle cifre ricavate col procedimento ora detto, si sono dedotti i diagrammi dell'andata fuori servizio delle lampade di cui alle figure 1, 2. Si sa ad esempio che nei tre anni sperimentati sono state ricambiate un certo numero di lampade da 6.000 lumen, 20 ampere della Casa X; di queste un numero a sono state ricambiate prima delle 100 ore, un numero b prima delle 200 ore e così di seguito, e può pertanto conoscersi il numero di lampade che successivamente sono rimaste in servizio in per cento del numero originario.

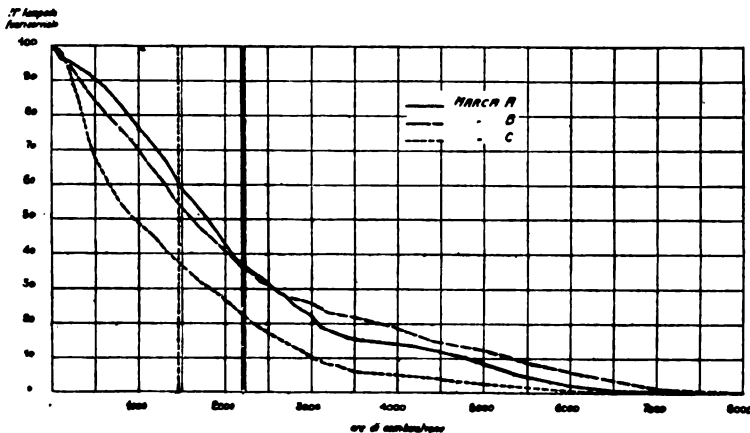


Fig. 1. — Diagrammi di mortalità di lampade 6.000 lumen 20 ampere.

I diagrammi mettono in evidenza che la rotazione completa di un certo gruppo di lampade si compie praticamente in due anni (8000 ore); ciò non vuol dire che 8000 ore sia la durata massima delle lampade, perchè si sono riscontrate durate di 12.000 ore e più, ma la percentuale di queste lampade sopravvissute è talmente esigua che nel tracciamento del diagramma non figura.

I diagrammi delle figure 1 e 2 si riferiscono a lampade di tre Case diverse, segnate marca A, marca B, marca C. L'area racchiusa tra la curva di « mortalità » di un certo gruppo di lampade e gli assi coordinati dà il numero totale di lampade ora realizzate durante la vita di quel gruppo; la verticale di compenso della curva di « mortalità » di un gruppo indica la durata media ⁽⁶⁾ delle lampade di quel gruppo. Ad es. secondo la figura 1 la durata media tanto delle lampade di marca A che di marca B è all'incirca 2300 ore.

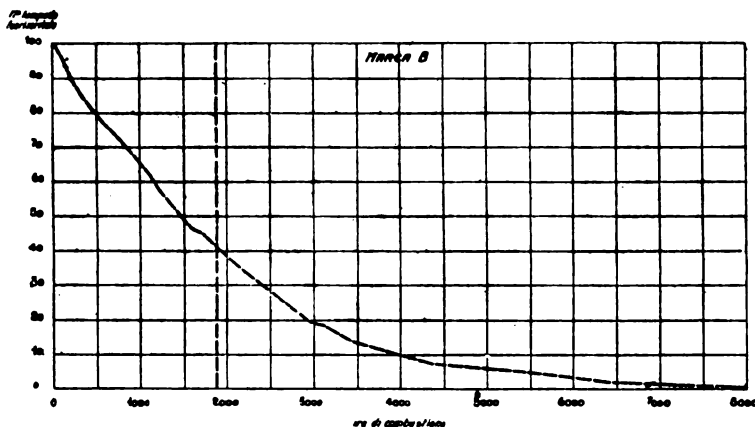


Fig. 2. — Diagrammi di mortalità di lampade 1.000 lumen 7,5 ampere.

I dati fin qui esposti si sono ricavati isolando, per così dire, dal corso normale e continuo dell'esercizio un determinato periodo di tempo e considerando il comportamento delle lampade in quel periodo; essi hanno tutta l'importanza che deriva dal riferirsi a grandi masse di lampade, ma la loro attendibilità è minore per quei lotti di lampade, il cui impiego durante il periodo sopradetto non fosse stato continuo ed uniforme.

⁽⁵⁾ « L'Industria », 31 dicembre 1923. — G. PERI: *Sul regime più economico delle lampade a incandescenza.*

⁽⁶⁾ Essa è la durata costante che tutte le lampade dovrebbero avere, tale che, moltiplicata per il numero di lampade, le lampade-ora risultanti siano eguali alle effettive.

E' sembrato bene, in conseguenza, ricavare le curve di « mortalità » delle lampade, e quindi la loro durata media, su lotti di lampade scelti appositamente per questo scopo; cioè, scelte 100 lampade a caso entro una partita di qualche migliaio, si sono contrassegnate, poste in servizio ed assoggettate al necessario controllo. Nella fig. 3 sono riportati tre fra i parecchi

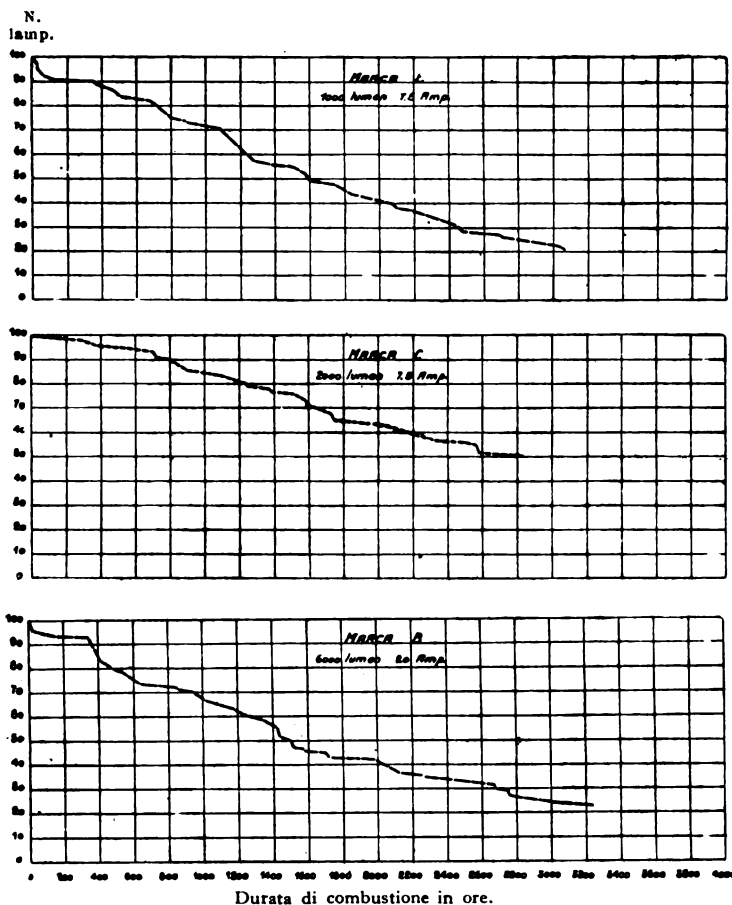


Fig. 3. — Diagrammi di mortalità di lampade di vario tipo.

diagrammi così ottenuti; essi sono limitati ad un periodo di circa 3000 ore di combustione, secondo il tempo decorso dall'origine dell'esperimento a tutt'oggi; ma gli andamenti delle curve sono ormai definiti con precisione, cosicchè completando ad occhio queste curve sino al raggiungimento dell'asse dell'ascisse e tracciando la verticale di compenso, si può indovinare con buona approssimazione la durata media, che è dell'ordine di grandezza di quelle dedotte in precedenza.

Variazione dell'intensità luminosa con la durata.

Non meno interessante di quanto una lampada vive, è conoscere come vari la sua intensità luminosa con la durata. A tale effetto fu istituita una rigorosa serie di misure della intensità luminosa sferica su lampade nuove ed in diversi periodi del loro funzionamento.

Tutte le lampade da assoggettare alla prova furono accuratamente contrassegnate ed i singoli lotti contraddistinti sia in rapporto agli ampere ed ai lumen di classifica, sia alla marca di fabbricazione.

Per ogni partita il numero delle lampade controllate variò dal 5 % al 10 %. In totale le lampade sottoposte a controllo furono circa un mezzo migliaio. Anche quest'ufficio di « sorveglianza » come prima quello di « stato civile » ha richiesto una comprensibile somma di attenzione e di lavoro.

Ogni lampada è stata provata nella sfera prima dell'uso; posta in regolare servizio è stata riprovata nella sfera dopo 500, 800 e 1400 ore di accensione.

I risultati, com'era prevedibile, non sono uniformi, cosicchè anche per le lampade rappresentanti una stessa partita, la intensità di alcune cresce, di altre diminuisce col tempo, ed una semplice media dei rispettivi valori può indurre in errore. Per giunta non mancano le lampade, o le partite di lampade, anormali, solitamente a densità di corrente troppo forte e quindi con decadimento rapido di luce, delle quali non dev'essere tenuto conto.

La illustrazione dei più interessanti fra i risultati conseguiti può essere compendiate nelle tavole seguenti:

TAV. IV.

Lampade da 20 ampere, 10.000 lumen.

Marca di fabbrica delle partite in prova	Origine del funzionamento		Dopo 500 ore di accensione			Dopo 800 ore di accensione			Dopo 1400 ore di accensione		
	lumen	watt	lumen	watt	lumen	lumen	watt	lumen	watt	lumen	watt
Marca B	10800	490	22	—	—	10025	495	20,3	—	—	—
»	9000	470	19,2	—	—	—	—	8800	475	18,5	—
»	10650	493	21,6	10000	485	20,6	—	8900	492,5	18,1	—
Marca C	10300	540	18,5	7225	515	14	—	8200	500	16,4	—
»	10700	525	20,4	—	—	—	—	6550	490	13,4	—
»	11500	550	20,7	11900	550	21,7	—	—	—	—	—

TAV. V.

Lampade da 20 ampere, 6.000 lumen.

Marca di fabbrica delle partite in prova	Origine del funzionamento		Dopo 500 ore di accensione			Dopo 800 ore di accensione			Dopo 1400 ore di accensione		
	lumen	watt	lumen	watt	lumen	lumen	watt	lumen	watt	lumen	watt
Marca A	5960	350	16,8	7000	377	18,6	—	—	—	—	—
»	5795	345	17,3	—	—	6350	352	18	5630	345	16,3
Marca B	6004	318	19	—	—	7197	322	22,4	—	—	—
»	5520	335	16,5	—	—	—	—	5020	350	14,3	—
»	5280	330	16	—	—	—	—	5650	345	16,3	—
Marca C	7600	372	20,4	—	—	—	—	3450	290	11,9	—
»	6650	390	17	—	—	—	—	4200	300	14	—
»	7250	365	19,8	4480	331	13,5	—	—	—	—	—

TAV. VI.

Lampade da 7,5 ampere, 2.000 lumen.

Marca di fabbrica delle partite in prova	Origine del funzionamento		Dopo 500 ore di accensione			Dopo 800 ore di accensione			Dopo 1400 ore di accensione		
	lumen	watt	lumen	watt	lumen	lumen	watt	lumen	watt	lumen	watt
Marca A	2780	140	19,8	—	—	3000	159	18,8	—	—	—
»	2170	135	16,1	—	—	2530	140	18,1	—	—	—
»	2120	133	16	—	—	2510	139	18	2360	141	16,8
Marca C	1960	136	14,4	—	—	—	—	—	1090	105	10,4
»	1960	135	14,5	—	—	—	—	—	2040	137	14,9
»	2140	138	15,5	1530	132	14,6	—	—	1405	112	12,5

TAV. VII.

Lampade da 7,5 ampere, 1.000 lumen.

Marca di fabbrica delle partite in prova	Origine del funzionamento		Dopo 500 ore di accensione			Dopo 800 ore di accensione			Dopo 1400 ore di accensione		
	lumen	watt	lumen	watt	lumen	lumen	watt	lumen	watt	lumen	watt
Marca A	920	67,1	13,7	—	—	1140	79,25	14,4	—	—	—
Marca B	780	69,2	11,2	630	65,6	9,6	—	—	500	58,5	8,6
»	870	72,5	12	1150	76	15,2	—	—	—	—	—
»	988	72,1	13,73	—	—	109	72,5	14,97	—	—	—
»	805	72	11,2	—	—	—	—	—	765	74	10,3

I risultati sono così vari, ed anche così discordanti, che non è facile trarne conclusioni singolarmente interessanti. Ciò che salta anzitutto alla vista è la differenza di potenza luminosa fra lampade nominalmente della stessa potenza. Ad esempio, per lampade da 6000 lumen si costruiscono lampade da 5280 e da 7600 lumen; la fabbricazione, per questo riguardo, ha dunque ancora da perfezionarsi. Colpisce pure la grande differenza nel rendimento luminoso iniziale di lampade dello stesso tipo e della stessa marca; una Casa ed esempio, dà lampade da 20 ampere 10.000 lumen col rendimento (iniziale) di 22 e di 19,2 lumen per watt; un'altra Casa dà lampade da 7,5 ampere 2.000 lumen col rendimento di 19,8 e 15,7 lumen per watt. Anche qui una maggiore uniformità sembra raggiungibile e dev'essere conseguita.

Le esperienze confermano quanto già si sapeva, che nelle lampade in serie la intensità luminosa può aumentare con l'uso; dimostrano anzi che fino a non oltre 800 ore di accensione, l'aumento della intensità luminosa è la regola. Evidentemente l'emissione del filo luminoso di tungsteno può continuare ad aumentare oltre tale limite di tempo, ma aumenta in proporzione assai più rapida l'effetto del deposito di particelle volatizzate e l'annerimento del bulbo, con che la luce diminuisce.

Vi sono però delle lampade che ancora dopo 1400 ore di accensione rivelano un maggior rendimento luminoso di quando erano nuove. Ad esempio, si vede dalla Tav. V che una lampada da 20 ampère 6000 lumen col rendimento iniziale di 16 lumen per watt ha il rendimento di 16,3 lumen per watt dopo 1400 ore. Com'è ovvio, sono le lampade col filamento meno forzato che tendono a conservare lungamente un buon rendimento luminoso, e ciò è messo in evidenza dalle cifre riportate nelle tabelle.

Ciò che può sembrare strano è che certi tipi di lampade, in cui nelle prime 500 ore si era riscontrato un decadimento della intensità luminosa, abbiano nel funzionamento successivo attenuato questo decadimento e riacquisito parte della intensità luminosa che avevano perduta. Esempi sono offerti da una lampada di marca C nelle Tav. IV e VI. Se fosse vera nelle lampade questa forma di vitalità, non avrei fatto male a parlare per esse di un ufficio di « stato civile » e di « sorveglianza ». Perchè il fatto fu rilevato su parecchi esemplari, l'operatore fotometrico era sempre lo stesso e la costante della sfera era rigorosamente riscontrata volta per volta, si può spiegare tale fatto come oscillazione accidentale in quella che sarebbe la curva regolare di comportamento della lampada, oppure come conseguenza eccezionale del maneggio e del trasporto della lampada effettuato tra una misura e l'altra.

*

Il presente lavoro, che ha richiesto il controllo di oltre 30.000 lampade e la esecuzione di più che un migliaio di letture alla sfera di Ulbricht, non poteva essere compiuto senza la diligente collaborazione del personale del Servizio Tecnologico della Città di Torino, cui mi è grato testimoniare il dovuto riconoscimento.

SOLLECITAZIONI TANGENZIALI E FORZAMENTI NELLE RUOTE POLARI DEI MODERNI ALTERNATORI

A. EPICOCO

E' manifesta la tendenza della tecnica moderna di creare macchine sempre più veloci; la loro introduzione richiede dal tecnico la conoscenza abbastanza esatta della sollecitazione dei materiali, per potere con piena sicurezza sfruttare il materiale economicamente.

Un caso che si presenta di frequente nella calcolazione dei moderni alternatori è quello della resistenza delle ruote polari a masse riportate; per lo più tali ruote sono costituite da piastroni fucinati montati a caldo su lanterne di acciaio fuso oppure direttamente su alberi di acciaio fucinato.

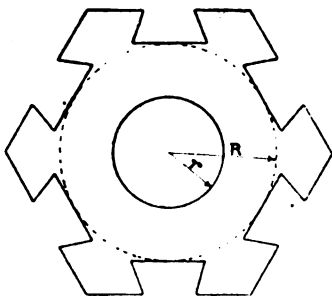


Fig. 1.

Il problema della resistenza di tali masse alla forza centrifuga si può ridurre a un problema piano considerando un elemento di spessore unitario. Schematicamente tale ruota sarà rappresentata dalla fig. 1. In esse sia R il raggio del cerchio tangente al fondo delle cave a coda di rondine.

r , il raggio interno dei piastroni

ω , la velocità angolare

γ , il peso specifico del materiale

p , lo sforzo di trazione uniformemente distribuito sulla superficie cilindrica di raggio R , dovuto alla forza centrifuga delle

masse polari. (Tale sollecitazione, per quanto sia in effetto concentrata, può essere ritenuta uniformemente ripartita, per la nota legge che gli effetti prodotti da sforzi concentrati, possono ad una certa distanza essere sostituiti da quelli prodotti da sforzi uniformemente distribuiti).

Sia infine f la pressione esercitata, a cagione del forzamento, dall'albero sulla periferia interna della ruota.

Il problema si riduce quindi a quello di un disco di spessore unitario alla cui periferia agisce una tensione unitaria p e all'interno una pressione f e ruotante intorno al proprio asse con velocità angolare ω .⁽¹⁾

Si prenda in considerazione un elemento di tale disco compreso fra due piani facenti tra loro un angolo elementare $d\varphi$ e fra due cilindri coassiali col disco e di raggio r e $r + dr$.

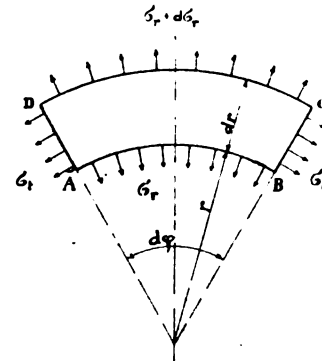


Fig. 2.

Per ragioni di simmetria le sollecitazioni saranno σ_t e σ_r normali alle superfici AD , CB e AB , BC rispettivamente.

Le sollecitazioni saranno considerate positive quando indicano uno sforzo di trazione e negative quando indicano uno sforzo di compressione. Le forze a cui è soggetto l'elemento sono:

la forza centrifuga $\frac{\gamma}{g} \cdot d\varphi \cdot dr \cdot r^2 \omega^2$ diretta verso la periferia;

la differenza tra la risultante delle tensioni σ_r sulla superficie DC e sulla superficie AB ; tale differenza vale $d(r \cdot d\varphi \cdot \sigma_r)$ ed è diretta verso la periferia.

Unica forza diretta verso il centro è la risultante assiale delle tensioni sulla faccia AB e sulla faccia CD , che vale $dr \cdot d\varphi \cdot \sigma_t$.

L'equazione di equilibrio fra queste forze dà:

$$\frac{\gamma}{g} \omega^2 r^2 d\varphi \cdot dr + d\varphi \cdot d(r \cdot \sigma_r) = d\varphi \cdot dr \cdot \sigma_t$$

che semplificata diviene:

$$r^2 \frac{\gamma}{g} \omega^2 + r \frac{d\sigma_r}{dr} + \sigma_r = \sigma_t$$

e ponendo brevemente

$$8C = \frac{\gamma}{g} \omega^2$$

si ottiene:

$$8C r^2 + r \frac{d\sigma_r}{dr} + \sigma_r = \sigma_t \quad (1)$$

Inoltre le equazioni della continuità o di Beltrami si riducono ad una sola che si può esprimere, traducendo in equazione un concetto fisico molto semplice: il segmento AD di lunghezza dr , subisce un allungamento per effetto della σ_r e una contrazione per effetto della σ_t e cioè un allungamento risultante

$$\left(\frac{\sigma_r}{E} - \frac{1}{m} \frac{\sigma_t}{E} \right) dr$$

L'allungamento unitario lungo la circonferenza è valutabile in

$$\left(\frac{\sigma_t}{E} - \frac{\sigma_r}{Em} \right)$$

(1) L'Industria 31 dicembre 1923 - G. PERI: Sul regime più economico delle lampade ad incandescenza.

dove E è il modulo di elasticità e m il coefficiente di contrazione e quindi l'aumento del raggio sarà:

$$r \left(\frac{\sigma_t}{E} - \frac{\sigma_r}{E m} \right)$$

Passando quindi da A a D l'allungamento del raggio subirà l'incremento

$$d \left[r \left(\frac{\sigma_t}{E} - \frac{\sigma_r}{E m} \right) \right]$$

E' evidente che i due allungamenti dovranno essere uguali se si vuole mantenere la continuità del sistema; si avrà così la seconda equazione differenziale che potremo quindi scrivere:

$$r \frac{d \sigma_t}{d r} - \frac{r}{m} \frac{d \sigma_r}{d r} + \sigma_t - \frac{\sigma_r}{m} = \sigma_r - \frac{\sigma_t}{m} \quad (2)$$

Tale equazione combinata con la (1) dà un'equazione differenziale contenente solo la funzione incognita σ_t :

$$m r \left(16 c r^2 + r \frac{d^2 \sigma_r}{d r^2} + \frac{d \sigma_r}{d r} + \frac{d \sigma_r}{d r} \right) - r \frac{d \sigma_r}{d r} + (m+1) \left(\sigma_r + r \frac{d \sigma_r}{d r} + 8 c r^2 \right) - \sigma_r (m+1) = 0$$

che semplificata fornisce:

$$(24 m + 8) c r^2 + m r^2 \frac{d^2 \sigma_r}{d r^2} + 3 m r \frac{d \sigma_r}{d r} = 0$$

L'integrale generale di questa equazione è:

$$\sigma_r = K_1 r^2 + \frac{K_2}{r^2} + K_3$$

dove

$$K_1 = - \frac{3 m + 1}{m} c$$

e K_2 e K_3 sono costanti arbitrarie che si possono determinare riferendosi ai valori noti della σ_r , cioè:

$$\begin{cases} \sigma_r|_{r=r_0} = -f \\ \sigma_r|_{r=R} = p \end{cases}$$

Risolvendo il sistema rispetto a K_2 e K_3 si ottiene:

$$\begin{aligned} K_2 &= - \frac{R^2 r_0^2}{R^2 - r_0^2} (f + p) - \frac{3 m + 1}{m} c R^2 r_0^2 \\ K_3 &= \frac{p R^2 + f r_0^2}{R^2 - r_0^2} + \frac{3 m + 1}{m} c (R^2 + r_0^2) \end{aligned}$$

Dalla (1) si ottiene poi:

$$\sigma_t = K_1 r^2 + \frac{K_2}{r^2} + K_3 + 2 K_1 r^2 - \frac{2 K_2}{r^2} + 8 c r^2$$

cioè:

$$\sigma_t = 3 K_1 r^2 + 8 c r^2 + K_3 - \frac{K_2}{r^2}$$

che dopo le opportune sostituzioni diviene:

$$\begin{aligned} \sigma_t = c \left\{ \frac{3 m + 1}{m} \left(r_0^2 + R^2 + \frac{R^2 r_0^2}{r^2} \right) - \frac{m + 3}{m} r^2 \right\} + \\ + \frac{p}{R^2 - r_0^2} \left(R^2 + \frac{R^2 r_0^2}{r^2} \right) + \frac{f}{R^2 r_0^2} \left(r_0^2 + \frac{R^2 r_0^2}{r^2} \right) \end{aligned}$$

Dall'esame di questa espressione si vede che σ_t decresce al crescere di r , talchè il massimo si avrà per $r = r_0$ e precisamente pel valore

$$\sigma_t^* = 2 c \left(\frac{3 m + 1}{m} R^2 - \frac{m - 1}{m} r_0^2 \right) + \frac{2 p}{R^2 - r_0^2} R^2 + \frac{f}{R^2 - r_0^2} (R^2 + r_0^2)$$

E' interessante esaminare i tre termini di cui è costituita l'espressione di σ_t . Il primo

$$2 c \left(\frac{3 m + 1}{m} R^2 - \frac{m - 1}{m} r_0^2 \right)$$

dipende solo della forza centrifuga propria del piastrone; il secondo:

$$\frac{2 p R^2}{R^2 - r_0^2}$$

dipende dalla forza centrifuga dei poli attaccati; il terzo infine:

$$\frac{f (R^2 + r_0^2)}{R^2 - r_0^2}$$

dipende dal forzamento dell'albero.

Quindi il σ_t massimo cresce col crescere del forzamento. D'altra parte, com'è intuitivo, il forzamento tende ad allascarsi al crescere della sollecitazione σ_t^* del piastrone.

E' assai interessante calcolare come variano queste quantità per stabilire un forzamento che, mentre assicuri di non oltrepassare il limite di elasticità nel materiale del piastrone, mantenga ancora una tensione tale da garantire il collegamento coll'albero. Il calcolo è sviluppato sotto ma si può limitarsi a considerare che, se la velocità massima è la velocità di fuga dell'alternatore, essa, oltre a presentarsi in casi del tutto anormali, è concomitante ad un momento torcente relativamente minimo (dovuto all'effetto ventilante) ed è quindi tollerabile che in tal caso estremo il collegamento sia affidato alle sole chavette.

Si può quindi nel calcolo della massima sollecitazione tangenziale ritenere $f = 0$, nell'ipotesi che il forzamento fra albero e piastroni non superi la dilatazione del diametro interno $2 r_0$ e che sia nulla la dilatazione dell'albero per effetto della forza centrifuga; la dilatazione è calcolabile partendo dalla sollecitazione σ_t^* ed è:

$$\frac{\sigma_t^*}{E} 2 r_0$$

Gli eventuali errori nel forzamento di calettamento dovuti ad eventuali errori d'officina (tolleranza di lavorazione) si potranno valutare con la formula ricavata in seguito. Se tale errore è e , il forzamento supplementare è:

$$\frac{e}{2 r_0}$$

e il $\Delta \sigma_t$ da esso derivante è

$$\Delta \sigma_t = \frac{e}{2 r_0} E \frac{R^2 + r_0^2}{2 R^2}$$

da aggiungere al σ_t^* calcolato nell'ipotesi semplificativa di cui sopra.

Nei casi invece dove si voglia conoscere esattamente tutte le sollecitazioni, si potrà rendersi conto esatto del fenomeno nel modo seguente: L'albero è soggetto ad una forza esterna $-f$. Con ragionamenti analoghi a quelli seguiti per la ruota, si arriverà ad un'equazione differenziale le cui soluzioni saranno

$$\sigma_r = L_1 r^2 + \frac{L_2}{r^2} + L_3$$

dove L_1 , L_2 , L_3 sono costanti che si determinano in modo analogo a K , K_2 e K_3 , quando si ponga r_0 al posto di R , o al posto di r_0 e f al posto di p . Risulta

$$\begin{aligned} L_1 &= - \frac{3 m + 1}{m} c \\ L_2 &= 0 \\ L_3 &= -f + \frac{3 m + 1}{m} c r_0^2 \end{aligned}$$

Si è ammesso implicitamente che la sollecitazione σ_r per $r = 0$ sia finita non avendosi nessun elemento per sopporla infinita.

Inoltre la somma dell'allargamento del diametro primitivo del foro della ruota e della contrazione dell'albero dovrà dare il forzamento, cioè la differenza iniziale dei due diametri. Se tale differenza è $2 \Delta r$, il coefficiente di forzamento è:

$$x = \frac{\Delta r}{r_0}$$

La sollecitazione tangenziale periferica dell'albero sarà:

$$\sigma_t = -f + \frac{2 m - 2}{m} c r_0^2$$

che, in concomitanza con la f , darà luogo alla contrazione del raggio dell'albero

$$v_a = \frac{r_0}{E} \left(\sigma_t - \frac{1}{m} \sigma_r \right) = \frac{r_0}{E} \left(f - \frac{2m-2}{m} c r_0 - \frac{1}{m} f \right)$$

$$v_a = \frac{r_0}{E} \left(\frac{m-1}{m} f - 2 \frac{m-1}{m} c r_0^2 \right)$$

Il foro della ruota, a sua volta, subirà un aumento di raggio

$$v_o = \frac{r_0}{E} \left(\sigma_t - \frac{1}{m} \sigma_r \right) = \frac{r_0}{E} \left[\frac{2pR^2}{R^2 - r_0^2} + f \frac{R^2 + r_0^2}{R^2 - r_0^2} + 2c \left(\frac{1+3m}{m} R^2 - \frac{m-1}{m} r_0^2 \right) + \frac{1}{m} f \right]$$

Quindi sarà

$$\Delta r = v_o + v_a = \frac{r_0}{E} \left[\frac{2pR^2}{R^2 - r_0^2} + f \frac{R^2 + r_0^2}{R^2 - r_0^2} + \frac{1}{m} f + 2c \left(\frac{1+3m}{m} R^2 - \frac{m-1}{m} r_0^2 \right) + \frac{m-1}{m} f - 2 \frac{m-1}{m} c r_0^2 \right]$$

Risolvendo rispetto ad f , si ottiene:

$$f = E \cdot \frac{R^2 - r_0^2}{2R^2} - p - c \left[\frac{1+3m}{m} - \frac{m-1}{m} \left(\frac{r_0}{R} \right)^2 \right] (R^2 - r_0^2)$$

Anche questo valore può scindersi in tre parti: la prima

$$E \cdot \frac{R^2 - r_0^2}{2R^2}$$

dovuta direttamente al forzamento e che rappresenta la pressione f quando il sistema è in quiete;

la seconda p , diminuzione dovuta alla tensione esterna; la terza

$$-c \left[\frac{1+3m}{m} - \frac{m-1}{m} \left(\frac{r_0}{R} \right)^2 \right] (R^2 - r_0^2)$$

dovuta alla forza centrifuga propria della ruota e dell'albero. S'intende che tale formula ha senso fintanto che $f > 0$, perchè quando risultasse $f < 0$, vorrebbe dire che l'albero, per mantenere il contatto con la ruota, dovrebbe esercitare uno sforzo di tensione; significa in altri termini che in tale caso la ruota non sarebbe più in contatto con l'albero. Il valore minimo del forzamento, affinchè non avvenga allascamento si otterrà ponendo $f = 0$, cioè:

$$E \cdot \frac{R^2 - r_0^2}{2R^2} = p + c \left[\frac{1+3m}{m} - \frac{m-1}{m} \left(\frac{r_0}{R} \right)^2 \right] (R^2 - r_0^2)$$

e quindi

$$x_0 = \frac{1}{E} p \frac{2R^2}{R^2 - r_0^2} + \frac{c}{E} \left[\frac{1+3m}{m} - \frac{m-1}{m} \left(\frac{r_0}{R} \right)^2 \right] 2R^2$$

Per un forzamento generico $\alpha > x_0$, si avrà in corrispondenza del foro, oltre la x_0 , un incremento di sollecitazione

$$\Delta \sigma_t^* = f \frac{R^2 + r_0^2}{R^2 - r_0^2} = E \cdot \frac{R^2 + r_0^2}{2R^2} - p \frac{R^2 + r_0^2}{R^2 - r_0^2} - c \left[\frac{1+3m}{m} - \frac{m-1}{m} \left(\frac{r_0}{R} \right)^2 \right] (R^2 + r_0^2)$$

e se si pone

$$\Delta x = x - x_0$$

si ottiene

$$\Delta \sigma_t^* = E \Delta x \frac{R^2 + r_0^2}{2R^2}$$

esprimendo con sufficiente semplicità l'aumento di sollecitazione dovuto ad un ulteriore forzamento della ruota sull'albero, quando si sia oltrepassato il forzamento minimo x_0 .

Esempio numerico. — I risultati ottenuti nel calcolo supposto sono stati utilizzati per la verifica delle sollecitazioni che intervengono nella ruota polare di un alternatore costruito presso la S. A. Ind. S. Giorgio di Sestri Ponente e per la determinazione del forzamento minimo da dare alla stessa affinchè sussista costantemente il contatto tra le pareti del foro e la superficie dell'albero portante. Il caso in esame si presenta in condizioni particolarmente sfavorevoli, perchè la ruota, anzichè essere calettata direttamente sull'albero, è infilata su un'oppor-

tuna lanterna, dando luogo quindi ad un valore elevato di r_0 e quindi della sollecitazione.

La verifica è stata eseguita, com'era prescritto, per la velocità di fuga. I dati del problema sono i seguenti:

Raggio periferico della ruota	$R = c/m$	63.5
Raggio periferico della lanterna	$r_0 =$	» 38.5
Lunghezza assiale della ruota	$L =$	» 90
Numero dei giri al minuto (vel. di fuga)	$n =$	» 875
Peso specifico del materiale (acciaio)	$\gamma =$	» 7.85 gr/cm ³
Peso di un polo	$P =$	kg. 1180
Numero dei poli		12
Distanza del centro di gravità del polo dell'asse di rotazione	$r_c =$	94 cm.

La velocità angolare è

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi \times 875}{30} = 91,5 \text{ rad. sec.}$$

e quindi la forza centrifuga prodotta da ciascun polo risulta

$$C = \frac{P}{g} r_c \omega^2 = \frac{1180}{931} \times 94 \times 91,5^2 = 936\,000 \text{ kg.}$$

Supponendo tale forza uniformemente distribuita sia rispetto alla lunghezza assiale, che secondo la circonferenza periferica, il carico unitario di tensione sarà:

$$p = \frac{C}{L \frac{1}{12} 2\pi R} = \frac{936\,000}{90 \times \frac{1}{12} 2\pi 63,5} = 330 \text{ kg/cm}^2$$

Il coefficiente della forza centrifuga propria della ruota sarà:

$$c = \frac{\gamma}{8g} \omega^2 = \frac{0,00785}{8 \times 931} \times 91,5^2 = \frac{8,35}{1000}$$

Se si indica σ_0 la tensione tangenziale in corrispondenza di r_0 , quando l'effetto del forzamento è nullo, si ha, applicando la formula trovata:

$$\sigma_0 = 2p \frac{R^2}{R^2 - r_0^2} + 2c \left(\frac{3m+1}{m} R^2 - \frac{m-1}{m} r_0^2 \right)$$

e ponendo $m = 3$

$$\sigma_0 = 2 \times 330 \times \frac{63,5^2}{63,5^2 - 38,5^2} + \frac{16,7}{1000} \left(\frac{10}{3} 63,5^2 - \frac{2}{3} 38,5^2 \right) = 1044 + 203 = 1252 \text{ kg/cm}^2$$

Il forzamento minimo risulterà:

$$x_0 = \frac{1}{E} p \frac{2R^2}{R^2 - r_0^2} + \frac{c}{E} \left[\frac{1+3m}{m} - \frac{m-1}{m} \left(\frac{r_0}{R} \right)^2 \right] 2R^2$$

e ponendo $E = 2.200.000 \text{ kg/cm}^2$ si otterrà:

$$x_0 = \frac{330 \times 2 \times 63,5^2}{2.200.000 \times (63,5^2 - 38,5^2)} + \frac{8,35}{1000} \frac{63,5^2 - 38,5^2}{2.200.000} \left[\frac{10}{3} - \frac{2}{3} \left(\frac{38,5}{63,5} \right)^2 \right] = \frac{4,95}{10}$$

e quindi:

$$\Delta d_0 = x_0 d_0 = \frac{4,95}{10} \times 770 = 38\,100 \text{ mm}$$

Tale è il forzamento che è stato realmente adottato, allo scopo appunto di non aumentare ulteriormente la sollecitazione σ_t in corrispondenza di r_0 ; assicuratisi infatti che non nasce giuoco tra albero e ruota un ulteriore forzamento sarebbe superfluo, perchè le condizioni da cui si è partiti si realizzano solo in casi eccezionali, per i quali la piccolissima coppia resistente è sostenuta abbastanza bene dalle chiavette. L'incremento di forzamento dovuto alle tolleranze di lavorazione potrà raggiungere il valore massimo, nel caso particolarmente sfavorevole in cui il minimo della ruota s'incontri col massimo della lanterna, di 0,12 mm.

L'aumentato forzamento darà quindi un aumento di tensione:

$$\Delta \sigma_t = E \Delta x \frac{R^2 + r_0^2}{2R^2} = 2,200 \frac{0,12}{770} \frac{63,5^2 + 38,5^2}{2 \times 63,5^2} = 2,30 \text{ kg/mm}^2$$

e la sollecitazione totale sarà:

$$\sigma_t = 14,82 \text{ kg/mm}^2$$

valore assai elevato ma perfettamente compatibile con la qualità del materiale (limite elastico 30 kg/mm²) e col genere di sollecitazione del tutto accidentale.

:: Sunti e Sommari ::

IMPIANTI.

I più recenti progressi negli impianti di produzione di energia. Relazione del Committee on Power Generation. (J. A. I. E. E., novembre 1925, pag. 1179).

La relazione riassume gli esempi più notevoli dei progressi realizzati negli impianti costruiti nell'anno scorso.

Nella centrale di Philo (Ohio S. U.) entrarono in funzione i due gruppi da 40.000 kW con turbine a un sol cilindro. Vapore d'alimentazione a 38,5 kg/cm² e 384°; estratto dalla turbina a 11 kg/cm² per surriscaldarlo nuovamente a 384°. Consumo di vapore: 3,65 kg per kWh. Consumo di calorie (media di una settimana): 6857 calorie per kWh sulla linea. Riscaldamento dell'acqua di alimentazione col processo di rigenerazione del vapore, a due stadi.

Entrarono in servizio due gruppi da 50.000 kW ed uno da 60.000 kW nella centrale della Crawford Avenue (Chicago).

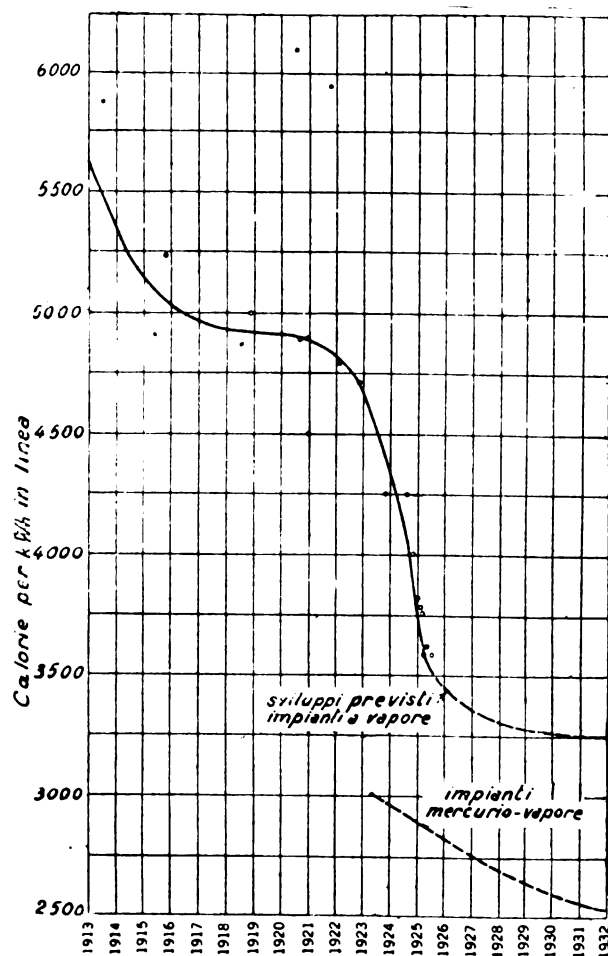


Fig. 1. — Consumo medio di calorie per kWh immesso in linea nelle centrali termiche americane dal 1913 ad oggi.

Venne costruita (G. E. Co.) una turbina a contropressione da 3000 kW, a 3600 giri alimentata con vapore a 84 kg/cm² e 370°, scaricante a 22,5 kg/cm². Il vapore di scarico, nuovamente surriscaldato a 370° è immesso nella tubazione principale di vapore della centrale di Weymouth.

Entrarono in servizio nella centrale di Colfax (Pittsburgh S. U.) due gruppi da 35.000 kW con quattro prese di vapore per preriscaldamento dell'acqua fino a 182° col processo a rigenerazione a quattro stadi.

Vennero messe in attività quattro caldaie Stirling da 2850 m² di superficie riscaldata e 2100 m² di economizzatori, nella centrale di Lake Shore (Cleveland S. U.). Bruciano carbone in polvere, con un rendimento medio di 90,4 per cento (media mensile), di 92,9 per cento a un carico 140 per cento del normale, e di 89,8 per cento con carico 270 per cento del normale.

Risultati appena inferiori furono ottenuti nella centrale di Cahokia (St. Louis S. U.) con caldaie Babcock Wilcox da 1680 m², a carbone in polvere, dove si toccarono rendimenti di 81,2 per cento in media a carico normale (85,9 per cento con carico 148 per cento) con carbone di qualità scadente e senza economizzatori né preriscaldatori d'aria.

Nella centrale di Chester (Philadelphia S. U.) una caldaia da 1400 m² a griglia automatica funzionò regolarmente con aria soffiata preriscaldata a oltre 290°; il consumo della griglia non parve aumentare notevolmente.

Si estese l'impiego del raffreddamento a circolazione d'acqua per le pareti dei focolai delle caldaie. Nella centrale di Lake Shore, lo strato interno delle pareti del focolare, in refrattario da 25 mm è mantenuto a una temperatura inferiore a 1100°, senza tuttavia che la combustione rallenti in vicinanza alle pareti.

Coll'uso dei precipitatori Cottrel, nella centrale di Trenton Channel (Detroit S. U.) si riuscì a separare il 75 per cento delle particelle solide in sospensione nel fumo.

Nella centrale di Cahokia, un mulino Fuller a separazione a vento, ha polverizzato 28 tonnellate di carbone all'ora con un consumo complessivo di 294 kWh. La finezza della polvere è del 65 per cento attraverso staccio da 200 maglie.

Notevoli installazioni di regolazione automatica della combustione diedero soddisfacenti risultati. Prove eseguite alla centrale di Lake Shore dimostrarono che i risultati medi mensili corrispondono completamente con quelli che si ottengono durante le più accurate esperienze.

In alcune centrali importanti funzionarono con piena soddisfazione condensatori di nuovo tipo proporzionati per 1 m² ogni 9 kW installati.

Vennero messe in servizio cinque turbine da 30.000 kW e nove

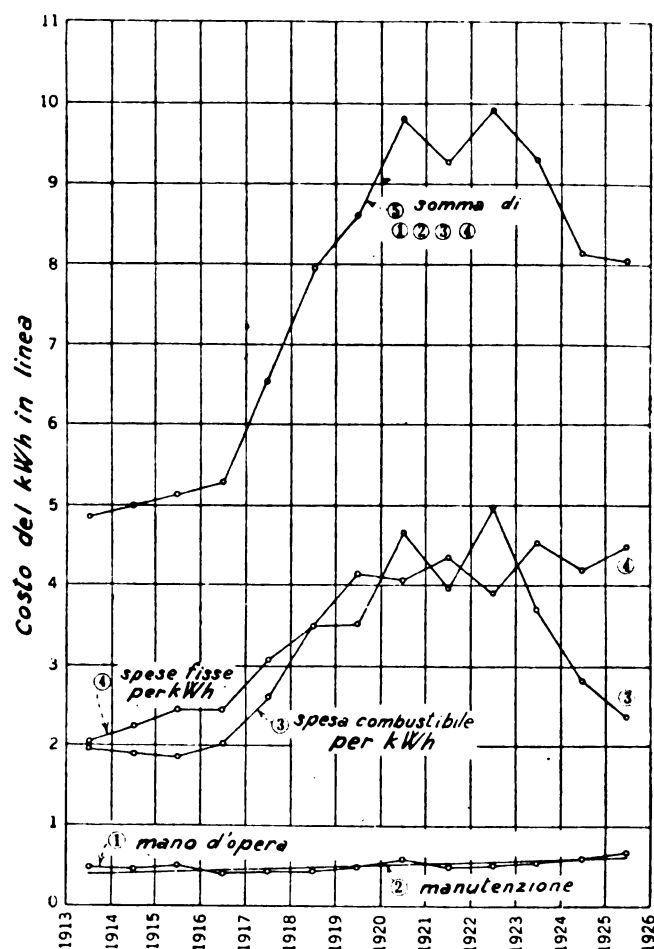


Fig. 2. — Andamento dei costi del kWh nelle centrali americane dal 1913 in poi.

da 20.000 kW del nuovo tipo Baumann a scarichi multipli della Westinghouse.

Vennero costruiti (G. E. Co.) due turbogeneratori (tandem compound) da 50.000 kW a 1800 giri per la centrale di Richmond (Philadelphia S. U.) e due da 60.000 kW a 1500 giri a cilindro unico per la centrale della 15^a Street a New York.

Tre nuovi metodi furono usati per ottenere l'energia per servizi ausiliari. In dieci nuove centrali si installò uno speciale generatore coassiale col gruppo principale. Nella centrale di Trenton si installarono speciali turbogeneratori a ricupero. Nella centrale della Crawford Avenue (Chicago) e in quella di Richmond (Philadelphia S. U.) si installarono appositi trasformatori sui montanti degli alternatori.

Si installarono in alcune centrali dispositivi per l'essiccamento del carbone prima della polverizzazione mediante vapore proveniente dalle fughe.

Quanto è stato fino ad ora esposto si riferisce strettamente all'anno 1924. La figura 1 riassume invece i progressi compiuti negli impianti termoelettrici negli ultimi dodici anni. La curva è tracciata come media dei valori corrispondenti a 22 centrali (oltre i 60.000 kW). Si nota l'effetto evidente di arresto dovuto al periodo di guerra e lo

sviluppo rapidissimo dei mezzi di massima utilizzazione durante gli anni 1921 al 1924 in cui il prezzo del carbone fu elevatissimo. Nella fig. 1 sono anche indicati i valori presumibili degli impianti a due fluidi prendendo la mossa dal primo impianto esistente alla centrale di Dutch Point (Hartford S. U.).

La relazione indica tre vie che attualmente si presentano per aumentare ulteriormente i rendimenti degli impianti termoelettrici: sviluppo su base industriale del ciclo doppio mercurio-vapore; adattamento dei surriscaldatori cogli organi annessi per l'impiego di temperature di vapore di 400° e oltre; l'impiego del raffreddamento dei turbogeneratori con circolazione in ciclo chiuso di idrogeno e studio di generatori capaci di sfruttare al massimo tale sistemazione.

La relazione richiama tuttavia l'attenzione sulla parte sempre maggiore che vanno assumendo, nel costo del kWh prodotto, gli oneri di mano d'opera, manutenzione, ammortamento e spese fisse (interessi, tasse, ecc.), in confronto alla spesa per combustibile.

La fig. 2 è istruttiva al riguardo dimostrando l'aumento del prezzo del kWh specialmente in relazione all'aumento degli oneri fissi e dell'aumento nel costo dei materiali e del denaro per i nuovi impianti. Per tracciare questa curva si è dovuto tener conto naturalmente del fattore di carico medio delle unità installate e a questo proposito la Relazione richiama l'attenzione sul fatto che il fattore di carico generalmente in pratica diminuisce in modo costante coll'età del gruppo installato il quale raggiunge generalmente la massima utilizzazione nel secondo o terzo anno di suo funzionamento; le curve di figura 3,

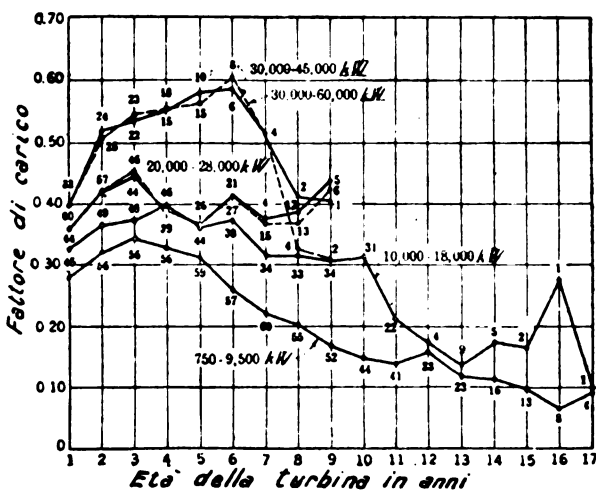


Fig. 3. — Variazioni del fattore di carico dei turbogeneratori nelle centrali americane, dall'installazione in avanti.

tracciate come media dei valori di 268 turbine, è significativa al riguardo.

Ogni nuovo perfezionamento o modificazione degli impianti termici il quale produca un aumento nelle spese fisse, deve ben essere studiato sotto l'aspetto economico prima che ne sia assicurata la convenienza.

Nel campo degli impianti idroelettrici i progressi furono meno grandiosi negli ultimi anni. La tendenza attuale è di costruire le unità di potenza più grande possibile, non tanto per raggiungere un miglior rendimento quanto per diminuire il costo unitario. Si raggiunsero potenze unitarie di 65.000 kVA, sebbene siano questi esempi eccezionali e solo raramente si siano superati i 35.000 kVA. Nei prossimi anni questa tendenza non può che accentuarsi divenendo sempre più importante negli impianti idroelettrici di ridurre il costo del kW installato, per reggere alla nuova concorrenza degli impianti termici. La costruzione di centrali contenenti una sola unità, collegate con estese reti e con comando automatico o a distanza, sembra presentarsi come lo schema di massima convenienza.

Il comando completamente automatico sembra per ora limitato alle centrali di potenza non rilevantissima, specialmente in causa della difficoltà di produrre il forte momento di torsione necessario per l'avviamento: i metodi basati sulla caduta di tensione o sulle variazioni di frequenza non si sono dimostrati del tutto soddisfacenti.

Più ampie applicazioni si presentano possibili per le centrali con comando a distanza. Sono in funzione centrali di questo tipo con tre gruppi da 10.000 kVA e ne sono in progetto altre con gruppi da 25.000 kVA. Si realizza in questo modo una notevole economia di mano d'opera.

Si accentua sempre più la tendenza a costruire i quadri delle centrali e delle cabine all'aperto. Si sono anche fatte centrali generatrici completamente all'aperto con coperture parziali e movibili per proteggere i gruppi quando occorra procedere a riparazioni o smontaggi.

Per i servizi, la Relazione accenna alla tendenza di eliminare le eccitatrici direttamente accoppiate e di far uso di dinamo azionabili direttamente per mezzo di turbine apposite o per mezzo di un motore a corrente alternata in modo da assicurare in ogni evenienza il funzionamento.

Gli studi sui condotti di scarico non hanno ancora condotto a una forma universalmente riconosciuta di massima convenienza. In altri

argomenti, come la convenienza di omettere il regolatore nei gruppi idraulici, la forma delle camere delle giranti, lo sfruttamento dei salti molto variabili, fervono ancora le discussioni e gli studi.

R. S. N.

L'utilizzazione del basso Liri da parte della Società Meridionale di Elettricità. (L'Energia Elettrica, novembre 1925, pag. 1079).

Il Liri nasce dal massiccio carsico dell'Abruzzo occidentale, ed è alimentato da importanti sorgenti perenni; raccoglie le acque dell'emissario del lago Fucino prosciugato; i suoi affluenti gli portano contributi copiosi e costanti. Il fiume mantiene notevole pendenza anche nel tronco inferiore; allo sbocco nella pianura di Ceprano la portata oscilla fra 15 e 30 m³ per secondo e all'ingresso nell'ex reame di Napoli, presso Isoletta, la portata si mantiene fra 20 e 40 m³ per secondo.

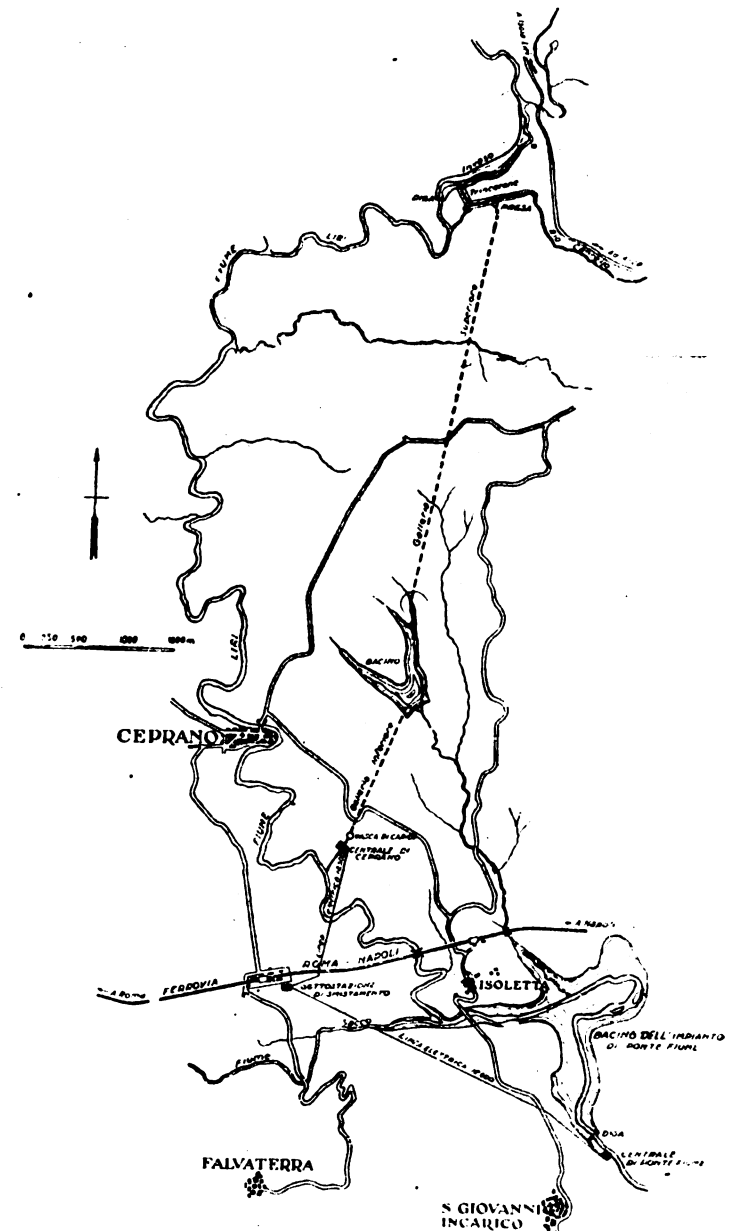


Fig. 1.

La Società Mediterranea di Elettricità che ha ottenuto diverse concessioni per l'utilizzazione delle acque del Liri, ha già eseguito due impianti sul basso Liri.

L'impianto inferiore è noto col nome di centrale di Ponte Fiume ed è appena entrato in servizio con un salto di 16 metri con portata di 35 m³ per secondo.

Una diga in calcestruzzo, in alcuni punti armata, alta 12 metri a profilo trapezoidale con unghia di accompagnamento della vena liquida a valle, fondata su arenarie e conglomerati compatti, sbarrava una stretta del fiume. A monte e a valle la diga possiede due taglioni, eseguiti mediante cassoni pneumatici, profondi rispettivamente 8 e 11 metri. Sulla diga si ergono dei pilastri sostenenti cinque paratoie di 7 x 5,50 che portano l'invaso a cinque metri sopra la base in muratura; le paratoie sono comandate mediante motore ad olio in pressione ottenuto con pompe a ingranaggi mosse da una piccola turbina e da un motore elettrico.

Il serbatoio così creato, può, con uno svaso di soli m. 0,50, fornire oltre un milione di m³, e con svaso maggiore può fuoriuscirne fino a tre milioni. L'edificio di presa ha cinque paratoie pure azionate ad olio. Il canale di derivazione è lungo 150 metri.

La centrale contiene tre gruppi con turbine (di cui due doppie) in vasca di carico a pelo libero, capaci di utilizzare complessivamente una portata di circa 80 m³/s. Due alternatori Siemens da 4500 kVA e uno da 2250 kVA, 12.650 V, $\cos \varphi = 0,7$, frequenza 42 a 50 periodi, con eccitatrici coassiali a 220 V.

La centrale è comandata dalla sottostazione di Ceprano; in essa si trovano quindi soltanto gli apparecchi strettamente necessari alle prove e alla messa in parallelo. L'energia erogabile è di 20 a 25 milioni di kWh annui.

L'impianto superiore colla centrale di Ceprano è ancora in costruzione.

Una diga analoga alla precedente crea un piccolo invaso nel fiume; una galleria di quattro metri di diametro e lunga 3950 metri conduce a un secondo serbatoio da crearsi nell'alveo del fiume; una seconda galleria lunga circa un chilometro conduce alla vasca di carico della centrale.

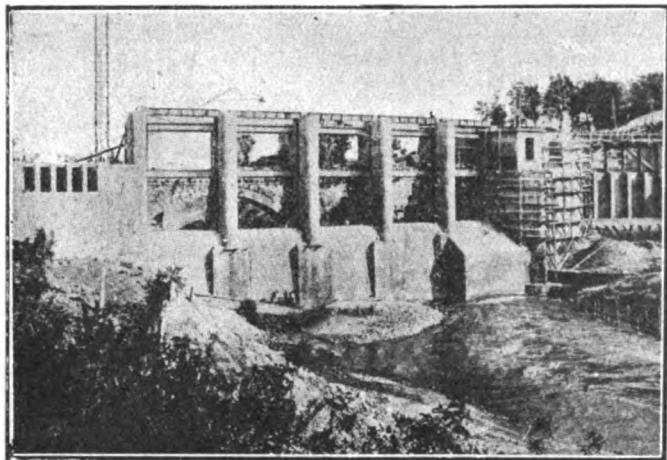


Fig. 2.

Questa conterrà tre gruppi da 4200 kW, con salto di 52 metri e portata utile media annuale di 23 m³/s. La centrale potrà generare, al completo, circa 12.000 kW con $\cos \varphi = 0,7$, producendo circa 50 milioni di kWh annui.

Il comando delle due centrali è fatto a distanza da una sottostazione speciale presso Ceprano, alla quale fanno capo le linee partenti da ciascun alternatore delle due centrali (e in seguito anche da una terza) e dove si trovano gli ordinari apparecchi, come interruttori, riduttori di corrente e di tensione, sbarre collettrici, ecc.

Dovendo questi impianti servire di integrazione ad altri e dovendo alimentare reti non in parallelo o anche a frequenza diversa, si dovettero installare quattro ordini di sbarre.

In tal modo un solo gruppo di trasformatori alla sottostazione, serve per tutti gli alternatori, pur restando possibile combinare comunque le macchine sulle varie utenze. Sono installati due trasformatori da 2000 kVA, due da 10.000 kVA e due da 3000 kVA, alle tensioni di 30.000 V, 65.000 V, e 20.000 V.

I comandi sono fatti da comuni quadri a tavolo, coll'ausilio di uno schema plastico a lampade di segnalazione che indicano in ogni momento lo stato delle connessioni. La trasmissione dei comandi alle centrali si fa mediante cavetti sotterranei. I comandi consistono in relais polarizzati, alimentati a corrente continua da una batteria, e che comandano un motorino elettrico azionante il regolatore di tensione, e un sistema di due magneti che comanda il variagiri.

Questi impianti saranno in seguito completati con quelli dell'alto Liri e del Melfa. Il complesso dei nuovi impianti potrà produrre circa 300.000.000 di kWh annui.

R. S. N.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

P. O. PEDERSEN — Su un nuovo metodo di misura della resistenza di un conduttore, per correnti ad alta frequenza. (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. XIII, N. 2, pag. 215, aprile 1925).

Mentre, allo stato attuale della tecnica delle misure elettriche, la determinazione della resistenza offerta da un conduttore alla corrente continua può essere eseguita col più alto grado di precisione, non altrettanto può dirsi per la valutazione della resistenza stessa nel caso di correnti ad alta frequenza. I metodi più recenti e più generalmente seguiti in quest'ultimo caso si riconducono all'impiego di una forza elettromotrice oscillatoria ben costante, ed alla misura dell'intensità di corrente che essa determina nel circuito di cui si vuol valutare la resistenza nell'istante in cui questo è portato alla risonanza. Nella

quasi totalità dei casi pratici, le oscillazioni inducenti sono continue ed i metodi di misura sono:

- a) metodo di sostituzione (fig. 1);
- b) » della resistenza addizionale.

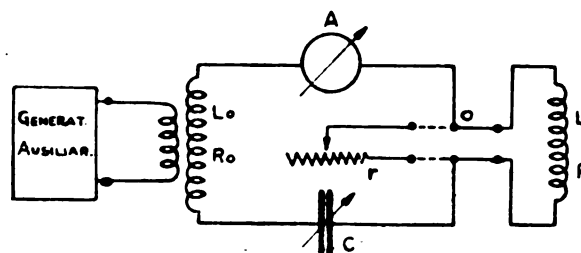


Fig. 1.

Ora, è noto che non sempre è possibile stabilire a priori quale dei due conduca a risultati più sicuramente accettabili; sia l'uno, sia l'altro debbono soddisfare a ben conosciute esigenze sperimentali le quali, qualche volta, esorbitano dal controllo dello sperimentatore. E cioè:

1) La f. e. m. inducente non deve variare in benchè minima misura durante l'esperienza. Se si pensa che il grado di reazione del circuito di misura sul generatore locale varia con i differenti valori di resistenza in esso inseriti, appare evidente che i risultati forniti dal metodo b) non possono non essere sottoposti a qualche riserva.

2) L'accoppiamento fra il circuito di misura e quello inducente deve essere lentissimo e non deve variare durante lo svolgersi dell'esperienza. Ciò è assai difficile ad ottenersi specialmente col metodo a) dove la mutua dipendenza fra i due circuiti è dovuta in parte ad accoppiamento di natura elettrostatica: accoppiamento che può quindi variare in modo incontrollabile quando si passa dalla bobina di misura (L, R in fig. 1) alla resistenza r di sostituzione.

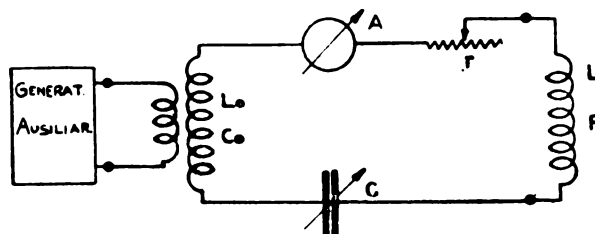


Fig. 2.

L'A. ricorda che vi è un altro procedimento di misura, seguendo il quale gli inconvenienti predetti sono in gran parte eliminati. Esso si riassume in quanto segue:

Dato un circuito oscillatorio, le cui costanti: induttanza, resistenza e capacità, siano rispettivamente L, R, C, è noto che se lo si pensa in oscillazione « libera » la corrente i da cui è percorso può porsi sotto la forma generale:

$$i = \frac{V_0}{\sqrt{\frac{L}{C} - \frac{R^2}{4}}} \cdot \sin \left(t \sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}} \right) \cdot e^{-\frac{R}{2L}t} \quad (1)$$

dove V_0 è la differenza di potenziale ai capi del condensatore all'inizio del fenomeno oscillatorio (ossia al tempo $(t=0)$ ed e la base dei logaritmi neperiani. Nell'ipotesi poi che le oscillazioni siano poco smorzate, la precedente espressione si semplifica nella:

$$i = V_0 \sqrt{\frac{C}{L}} \cdot \sin \frac{t}{\sqrt{LC}} \cdot e^{-\frac{R}{2L}t} \quad (2)$$

Indicando inoltre con $\frac{a_1}{a_2}$ il rapporto fra due massimi consecutivi della funzione (2), si ha facilmente:

$$\frac{a_1}{a_2} = e^{-\frac{\pi}{2} R \sqrt{\frac{C}{L}}}$$

da cui:

$$R = \frac{2}{\pi} \sqrt{\frac{L}{C}} \log_0 \frac{a_1}{a_2}$$

espressione che suggerisce un metodo di misura per il quale non occorre (a differenza di quanto accade per a) e b) la presenza di alcun circuito ausiliario. Tale metodo fu usato dal Rutherford ⁽¹⁾ e dallo (Zenneck ⁽²⁾), ma l'A. osserva che per quanto i procedimenti sperimentati indicati per determinare il rapporto $\frac{a_1}{a_2}$ siano ingegnosi, pure

⁽¹⁾ E. RUTHERFORD: A magnetic detector of electrical waves and some of its applications. « Phil. Trans. », A, vol. 189, pag. 1, 1897.

⁽²⁾ J. ZENNECK: Verfahren um die Dämpfung elektrischer Schwingungen sichtbar zu machen. - Ann. d. Phys., vol. 7, pag. 801, 1902.

è dubbio se la loro applicazione pratica possa facilmente entrare nel dominio corrente delle misure elettriche. Egli indica quindi un altro metodo di misura, seguendo il quale dovrebbero ottenersi notevoli vantaggi.

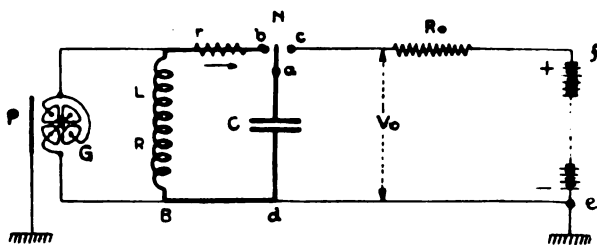


Fig. 3.

Riferiamoci alla fig. 3 e supponiamo che il condensatore C possa (almeno in prima approssimazione) ritenersi « perfetto ». Indicando con V_0 la differenza di potenziale fra le armature di esso, quando la chiave N è nella posizione ac , è chiaro che il valore istantaneo della corrente di scarica attraverso il circuito contenente L , può analiticamente rappresentarsi con una espressione del tipo (1).

D'altra parte, se pensiamo posto fra A e B un elettrometro a quadranti collegato al circuito nel modo indicato in figura, la deviazione cui è sottoposta la parte mobile di esso, è molto prossimamente proporzionale alla grandezza:

$$D_0 = \int_0^\infty \left(L \frac{di}{dt} \right)^2 dt$$

$L \frac{di}{dt}$ essendo la differenza di potenziale ai capi dell'induttanza L .

Ora, può dimostrarsi che:

$$D_0 = V_0^2 \frac{L}{2R}$$

quindi, se indichiamo con β la costante balistica dell'elettrometro e con P_0 lo spostamento ricavato, si ha in definitiva:

$$R = \frac{L}{2\beta P_0} V_0^2 \quad (3)$$

Se poi supponiamo di inserire nel circuito di scarica una resistenza addizionale r e riteniamo legittimo ammettere che V_0 ed L si mantengano costanti, si ottiene analogamente a (3):

$$R + r = \frac{L}{2\beta P_r} V_0^2 \quad (4)$$

dove P_r è il nuovo spostamento osservato.

Combinando la (3) e la (4) si ha ovviamente:

$$R = r \frac{P_r}{P_0 - P_r} \quad (4')$$

relazione che permette di calcolare R mediante due semplici letture.

Naturalmente quanto precede presuppone la mancanza di perdite nel condensatore C . L'A. fa allora osservare che ove ciò non si verifichi, una parte della carica CV_0 si disperderà attraverso C , durante l'intervallo di tempo necessario a passare, con la chiave N , dalla posizione ac alla posizione ab . Egli ritiene pertanto che tale lato debole può essere eliminato, ricorrendo alla disposizione sperimentale rappresentata in fig. 4.

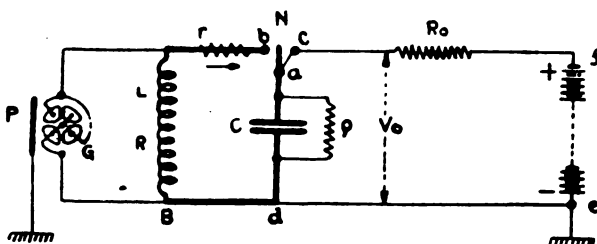


Fig. 4.

insieme cosicchè le armature del condensatore, avente una resistenza di dispersione di ρ ohm, si trovano costantemente riuniti agli estremi ef della batteria di carica. Indicando con R_0 una resistenza aggiunta nel tratto cf , è facile (2) vedere che il descritto metodo di misura fornisce la resistenza totale:

$$R^0 = R + \frac{1}{\rho} \frac{L}{C} + \frac{1}{\rho} \frac{L}{C} \quad (5)$$

(2) La relazione (5) è immediatamente deducibile se si pensa alla condizione analitica cui deve soddisfare una generica resistenza r perchè, posta in serie con un condensatore perfetto, sia equivalente, per una data frequenza, ad un'altra resistenza r' posta invece in parallelo e rappresentante le perdite nel dielettrico ($n. d. r.$).

la quale differisce dall'attuale resistenza del circuito oscillatorio, della quantità:

$$r^0 = \frac{1}{R_0} \frac{L}{C}$$

quindi, volendo rendere r^0 il più possibilmente piccola, è necessario che R_0 abbia un valore elevato. Tuttavia deve però sempre verificarsi: $R_0 \ll \rho$, altrimenti la differenza di potenziale fra le armature del condensatore non potrebbe ritenersi (con sufficiente approssimazione) eguale a V_0 . L'A. osserva anche che l'addizionale corrente che passa attraverso L quando, utilizzando la disposizione della fig. 4, si chiude il contatto ab , è ordinariamente così piccola da potersi ritenere trascurabile a priori. Piuttosto, una causa di errore non facilmente controllabile, può essere determinata dai contatti (incerti nei riguardi delle perdite determinate) della chiave di scarica N . Sotto questo punto di vista, il problema è stato studiato dall'A. con particolare cura. La conclusione cui egli è giunto dopo numerose esperienze, si riassume in ciò che il contatto ab deve essere fatto fra volumi di mercurio contenuti in un tubo nel quale sia stato prodotto un certo grado di vuoto. Fra i vari tipi di chiave sperimentati, uno è quello riprodotto in fig. 5 dove le indicazioni a, b, c , hanno riferimento alle stesse lettere delle figure 3 e 4.

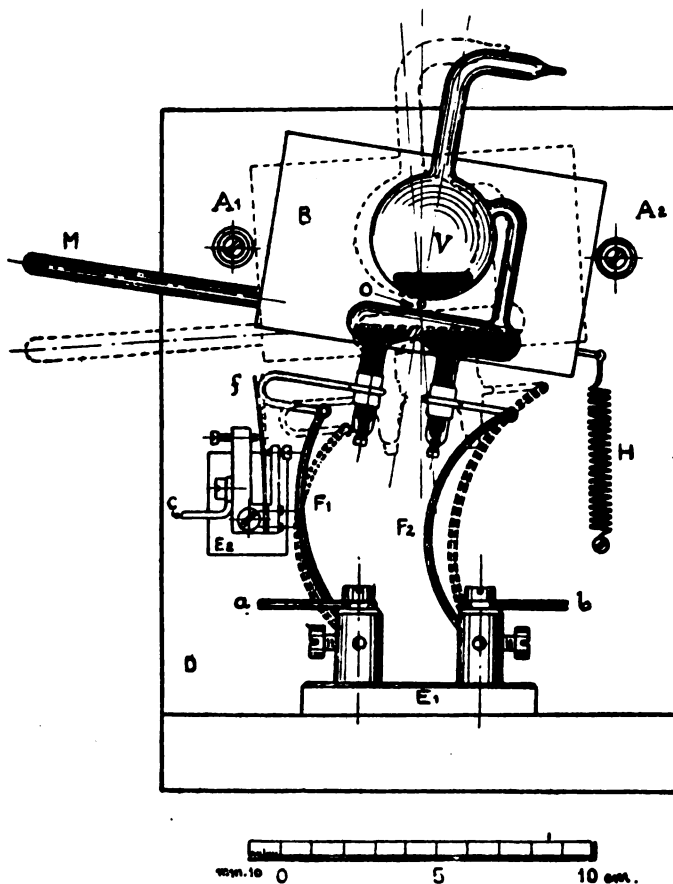


Fig. 5.

Il metodo descritto si presta anche alla determinazione della differenza di resistenza ad alta frequenza di vari condensatori aventi egual valore di capacità. A questo scopo supponiamo che corrispondentemente ad una determinata frequenza, sia nota la resistenza R di un certo circuito oscillatorio. Dalla (3) si ha allora:

$$\frac{L V_0^2}{2\beta} = K_0 = R P_0$$

Indicando con $P_{c(n)}$ lo spostamento dell'elettrometro quando nel circuito sia posto un generico condensatore n , ne risulta che

$$R_{c(n)} = \frac{K_0}{P_{c(n)}}$$

mentre, per un condensatore m , si ha analogamente:

$$R_{c(m)} = \frac{K_0}{P_{c(m)}}$$

Si deduce quindi che la resistenza del condensatore n è, per quella frequenza, maggiore di quella che compete ad m , della differenza $R_{c(n)} - R_{c(m)}$. Se poi uno dei condensatori può ritenersi « perfetto » la differenza stessa misura la resistenza effettiva dell'altro.

Un'altra applicazione del metodo è quella della determinazione della resistenza ad a. f. dei materiali usati come dielettrici. Riferiamoci alla fig. 6 che riproduce la disposizione sperimentale da adottarsi in questo caso. In parallelo col condensatore C variabile sia posto un altro condensatore C' avente come dielettrico il materiale da es-

minare. In un primo tempo si determini, a mezzo della (4), la resistenza R del circuito oscillatorio non contenente C' , indi introdotto quest'ultimo, si faccia variare C fino a che la capacità complessiva non raggiunga il valore di prima. Se ora lo spostamento dell'elettrometro assume il valore P' , è evidente che l'aumento di resistenza R' causato dal dielettrico in esame, è rappresentato da:

$$R' = R \frac{P_0 - P'}{P'} = r \frac{P_r}{P_0 - P_r} \cdot \frac{P_0 - P'}{P'}$$

Dopo avere descritto assai dettagliatamente il modo da seguire nella valutazione della costante balistica dell'elettrometro, l'A. con-

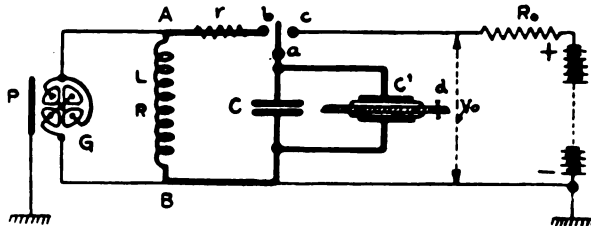


Fig. 6.

clude che il metodo di misura da lui proposto presenterebbe i seguenti vantaggi:

- 1) Grande attendibilità nei risultati ottenuti specialmente per circuiti a debole smorzamento;
- 2) Semplicità e rapidità nello svolgersi delle misure;
- 3) Eliminazione dell'inconveniente lamentato negli ordinari metodi per la presenza di un generatore locale di oscillazioni.

A conforto di ciò sono riportati alcuni esempi di misure di resistenza fatte con diversi valori della resistenza aggiunta r e dai quali risulterebbe come il nuovo metodo conduca a risultati effettivamente assai attendibili.

V. Go.

L. CASPER, K. HUBMANN e J. ZENNECK — Analisi delle correnti alternate per mezzo del tubo di Braun. (Zeitschr. f. Hochfrequenztech, 1924, Vol. 23, N. 2, pag. 32).

Un metodo molto conosciuto per stabilire l'andamento delle curve di corrente alternata è quello del tubo di Braun ⁽¹⁾. Lo schema usato

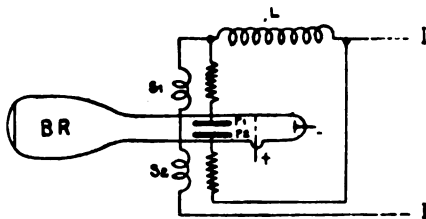
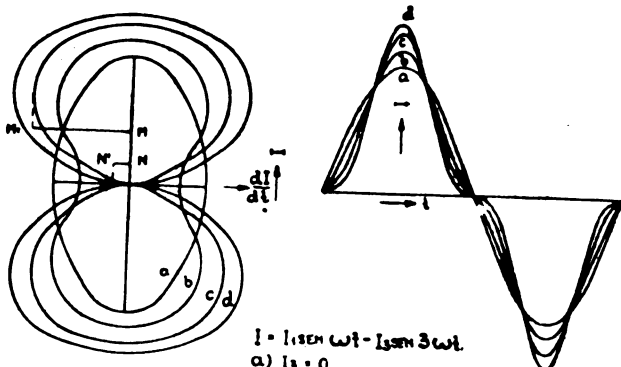


Fig. 1.

dagli AA. è quello della fig. 1, in cui la deviazione in un senso avviene per effetto elettrostatico, quella nell'altro per effetto elettromagnetico. Si fa passare la corrente alternata da esaminare attraverso la



$$I = I_1 \sin \omega t - I_3 \sin 3\omega t$$

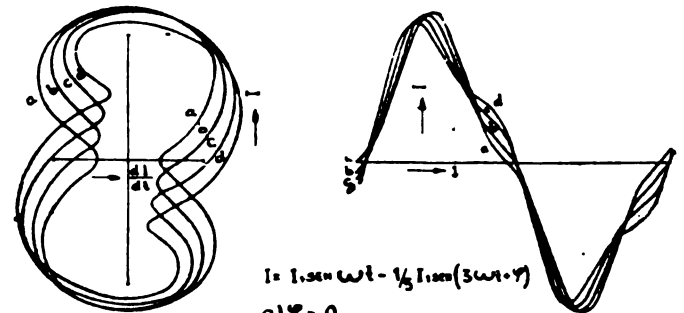
- a) $I_3 = 0$
- b) $I_3 = \frac{1}{8} I_1$
- c) $I_3 = \frac{1}{4} I_1$
- d) $I_3 = \frac{1}{2} I_1$

Fig. 2.

bobina L , senza ferro, e poi attraverso le due bobine di deviazione S_1 e S_2 poste ai lati del tubo di Braun con asse, per es., orizzontale. In parallelo con la bobina L vengono poi derivate le lamine deviatrici,

disposte verticalmente nell'interno del tubo. Si ottiene allora sullo schermo una curva, le cui ordinate sono proporzionali alla corrente alternata I e le ascisse alla tensione della bobina L , e con ciò anche a $\frac{dI}{dt}$ tanto più esattamente quanto più piccolo è il rapporto tra la resistenza ohmica e la reattanza della bobina.

Con un procedimento analitico o grafico si può ricavare da questa curva quella della corrente alternata in funzione del tempo. Tale determinazione è assai complicata, ma si può farne a meno, se si rinuncia a determinare l'esatto andamento della corrente e si desidera solo conoscere quale sia l'ordine delle principali armoniche presenti e quali all'incirca la loro ampiezza e la loro fase.

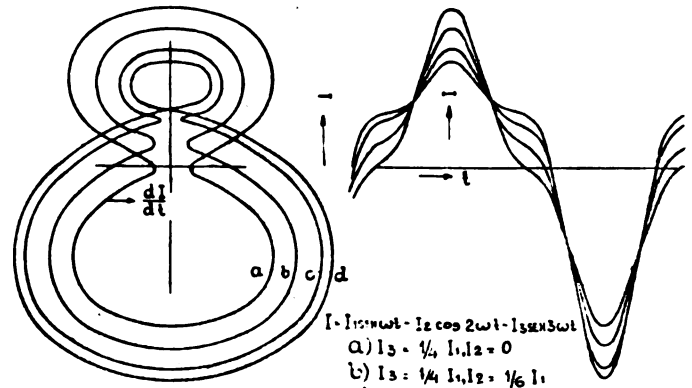


$$I = I_1 \sin \omega t - \frac{1}{3} I_1 \sin 3\omega t$$

- a) $\varphi = 0$
- b) $\varphi = \frac{\pi}{6}$
- c) $\varphi = \frac{\pi}{3}$
- d) $\varphi = \frac{\pi}{2}$

Fig. 3.

Per questo caso gli AA. hanno applicato un metodo che si è dimostrato soddisfacente. Essi hanno composto un piccolo atlante mediante le riproduzioni calcolate delle curve che devono risultare secondo lo schema 1 per differenti armoniche di differente fase e ampiezza. Volta per volta si può da un confronto tra la curva ottenuta sullo schermo del tubo e le curve campione dedurre il carattere della corrente esaminata.



$$I = I_1 \sin \omega t - I_2 \cos 2\omega t - I_3 \sin 3\omega t$$

- a) $I_2 = \frac{1}{4} I_1, I_3 = 0$
- b) $I_2 = \frac{1}{4} I_1, I_3 = \frac{1}{6} I_1$
- c) $I_2 = \frac{1}{4} I_1, I_3 = \frac{1}{3} I_1$
- d) $I_2 = \frac{1}{4} I_1, I_3 = \frac{5}{12} I_1$

Fig. 4.

Seguono alcuni esempi: a) le curve della figura 2 sono disegnate per quattro differenti ampiezze della terza armonica, quando essa sia in fase con l'oscillazione principale; b) nella fig. 3 invece rimanendo costante l'ampiezza della terza armonica ($= \frac{1}{3}$ dell'ampiezza principale) varia il suo sfasamento da $\varphi = 0$ a $\varphi = \frac{\pi}{2}$. Vicino alle curve $I = F\left(\frac{dI}{dt}\right)$ ci sono le corrispondenti che danno l'andamento della corrente nel tempo $I = \varphi(t)$. E' noto che gli assi segnati nelle figure si possono effettivamente ottenere sullo schermo del tubo rispettivamente chiudendo in corto circuito le placche P_1 e P_2 e allontanando dal tubo le bobine S_1 e S_2 ; c) nella fig. 4 sono presenti, oltre all'oscillazione principale anche la seconda e la terza armonica.

C. Hr.

TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

K. AMMON — Inserzione dei ricevitori nelle cuffie telefoniche. (E. T. Z., 21 maggio 1925, Vol. 46, N. 21, pag. 768).

Di solito nell'adoperare cuffie telefoniche non si fa attenzione alla maniera in cui è inserito il circuito del ricevitore. L'A. crede che in pratica almeno per metà dei casi l'inserzione sia erronea e se per l'altra metà le connessioni sono giuste, lo si deve soltanto al caso. Se i ricevitori sono percorsi da corrente puramente alternata, la maniera in cui vengono inseriti è indifferente; se invece sono alimentati

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, 1914, vol. I, pag. 288.

da corrente che abbia una componente continua, bisogna curare che questa rinforzi il magnetismo dei nuclei, altrimenti essi si smagnetizzano e rendono più o meno insensibile il ricevitore.

Le cuffie danno spesso luogo a strani fenomeni acustici dovuti a cause differenti. Se, per es., si connettono i due telefoni in modo che mentre nell'uno il magnetismo venga rinforzato nell'altro venga diminuito, sembra che il suono provenga da una parte in seguito all'apparente spostamento di fase di 180° , come quando una persona ci parla, per es., dalla parte destra. Scambiando i telefoni si avrà la sensazione che la persona si trovi alla sinistra. Il fenomeno può essere talmente accentuato da far sembrare che un solo telefono funzioni. Si può persuadersi del contrario allontanando semplicemente il telefono buono dall'orecchio, si sentirà allora anche l'altro distintamente. Questo fenomeno è dovuto al fatto che, quando un suono

ci giunge da un lato noi lo percepiamo con un orecchio quasi 2000 prima che coll'altro, e noi possiamo così giudicare da che parte il suono provenga, fenomeno esattamente riprodotto dalla cuffia nel caso sopradetto. Si ha la prova che questa considerazione teorica è esatta scambiando le connessioni interne di uno dei due telefoni della cuffia, allora si ristabilisce il funzionamento regolare. E' da notare che è necessaria una certa attenzione per accorgersi di questa audizione unilaterale che può però anche dipendere dalla polarità contraria del magnete. Anche se si usa una cuffia in queste condizioni, si sente di solito meglio che con un telefono solo e si è perciò indotti a credere che la cuffia funzioni regolarmente; soltanto con molta attenzione si può accorgersi del difetto e correggerlo inserendo regolarmente i telefoni, in modo che tutte e due le membrane vibrino avvicinandosi o allontanandosi contemporaneamente dall'orecchio; si aumenterà così di molto il rendimento della cuffia. Se durante gli esperimenti l'orecchio avesse perduta la sensibilità da non distinguere più la differenza si potrà riacquistarla adoperando alternativamente una cuffia già rettificata.

Un altro fenomeno che si verifica è il seguente: Un telefono non funziona più dopo un lungo uso della cuffia, seguito da una breve pausa; ma alcuni minuti dopo riprende il funzionamento normale. Questo è dovuto al raffreddamento non omogeneo dei telefoni, riscaldati per il lungo uso; le parti isolanti, cattive conduttrici di calore, impiegano più tempo a restringersi che non le parti metalliche e ciò causa tensioni nella membrana, la quale può attaccarsi al magnete. Come si vede, molte sono le cause che possono disturbare il buon funzionamento della cuffia telefonica e si richiede molta attenzione per utilizzarla sempre nel miglior modo.

C. Hr.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

M. H. BATES — **Cambiamento del rapporto di trasformazione senza interruzione di carico.** (J. A. I. E. E., novembre 1925, pag. 1238).

L'A. descrive un dispositivo studiato dalla General Elec. Co. che permette di variare la tensione sul secondario di un trasformatore senza che si verifichi alcuna interruzione nel carico e senza che i contatti mobili siano percorsi da alcuna corrente mentre stanno spostandosi.

Il dispositivo si adatta per tutte le esigenze di tensioni e di carico. I limiti di variazione della tensione sono generalmente compresi entro il 20 per cento sebbene per casi di servizi elettrolitici siano state costruite unità per variazioni fino al 300 per cento.

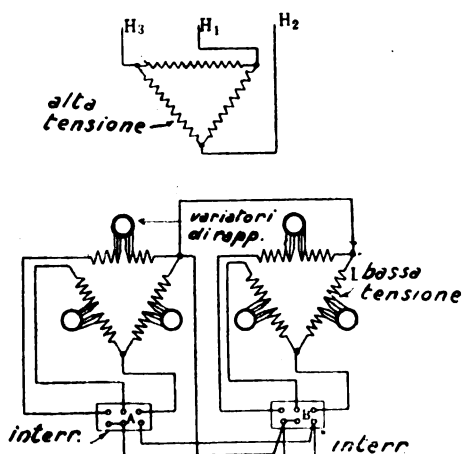


Fig. 1.

Nelle sue linee generali l'installazione comprende un trasformatore trifase, o tre unità monofasi combinate con un autotrasformatore di regolazione, avente sull'alta o sulla bassa tensione due avvolgimenti eguali in parallelo. In ciascuno di essi vi sono tre variatori di rapporto di trasformazione comandati simultaneamente. Ognuno dei due avvolgimenti è capace di portare da solo l'intero carico mentre

il variatore dell'altro avvolgimento è in movimento. Vi è inoltre un interruttore in ognuno dei due avvolgimenti.

Le operazioni si seguono in questo ordine: Si apre l'interruttore di un avvolgimento, agisce il corrispondente variatore e si richiude poi l'interruttore; si apre l'altro interruttore, il secondo variatore si porta nella stessa posizione dell'altro e si richiude l'interruttore. Per il tempo (circa un secondo) fra la chiusura del primo e l'apertura del secondo interruttore circola naturalmente una certa corrente entro i due avvolgimenti connessi mentre hanno diverso rapporto di trasformazione.

La realizzazione di questo schema fondamentale può essere fatta con diversi dispositivi, di cui danno qualche esempio le figure 1, 2, 3.

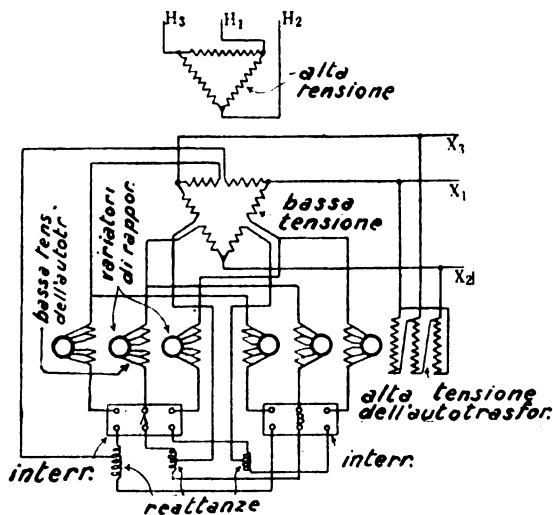


Fig. 2.

Il più semplice schema è quello di fig. 1 con un trasformatore trifase a due avvolgimenti secondari, ciascuno con tre variatori di rapporto. Lo schema di fig. 2 si riferisce a un gruppo di tre trasformatori monofasi e un autotrasformatore trifase pure provvisti di variatori di rapporto; sono necessarie delle reattanze esterne durante il periodo di connessione intermedio, essendo insufficiente la reattanza dell'autotrasformatore. In figura 3 è rappresentato uno schema con trasformatore trifase provvisto di variatori di rapporto ma munito di reattanze esterne permanentemente in circuito.

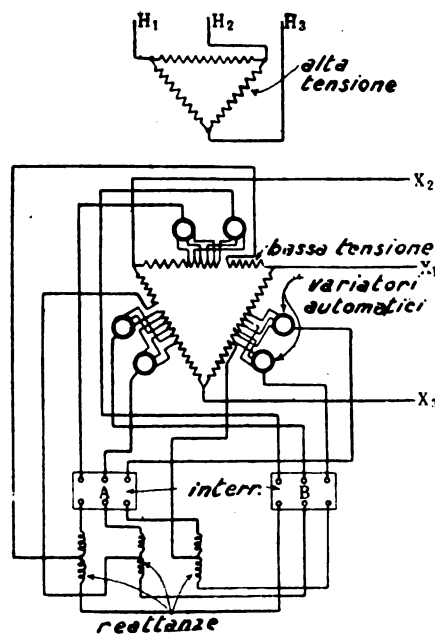


Fig. 3.

Il meccanismo di manovra, rappresentato in figura 4 è costituito da un albero portante una vite intermittente mediante la quale ad ogni giro esso comanda alternativamente due alberi ausiliari. Questi ultimi e i meccanismi dipendenti, sono identici fra loro e comandano i variatori per mezzo di camme tracciate in modo da provocare l'apertura degli interruttori prima che i variatori si muovano, e da richiuderli dopo manovrati questi ultimi. L'intero meccanismo è racchiuso in una cassa a prova di fuoco, la quale può essere rimossa completamente dal trasformatore senza smontare alcuna parte di esso.

Per la protezione, ogni circuito in parallelo è provvisto di opportuni trasformatori di corrente connessi in modo differenziale a un relais a tempo il quale fa agire un segnale nel caso che gli interruttori si aprano inavvertitamente o non si richiudano durante la ma-

novra. Quando gli interruttori siano comandati a motore o a solenoide, si installa anche un sistema di protezione che arresta la manovra nel caso che venga a mancare la corrente continua pel comando degli interruttori.

La installazione dei trasformatori provvisti di questo dispositivo di variazione di tensione non dà luogo ad alcuna speciale difficoltà. Impianti importanti sono citati.

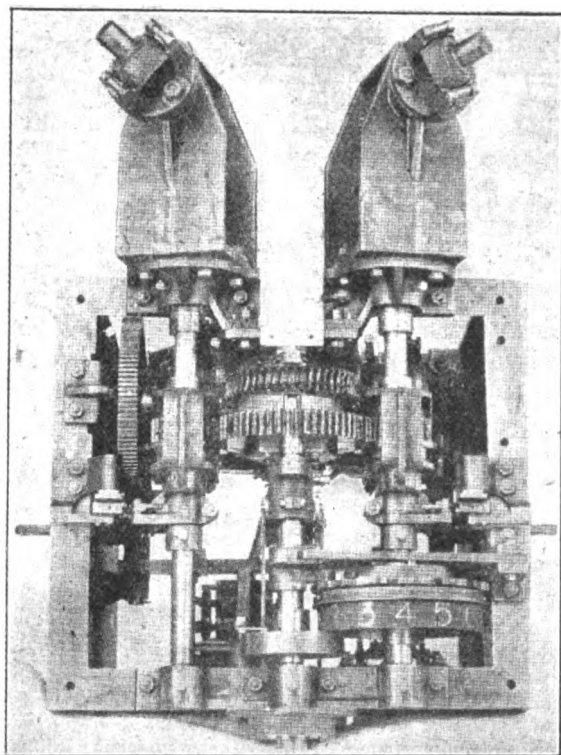


Fig. 4.

Nell'impianto di Chester (Penn. S. U.) si sono installati quattro trasformatori da 20.000 kVA con dispositivo di regolazione fino al 12% onde regolare la tensione all'estremità ricevente a 36 km di distanza, servendo, colle stesse sbarre in centrale, un carico locale e un grosso carico a Philadelphia. Il peso complessivo di un trasformatore è di 59.000 kg dei quali 21.000 circa d'olio e 720 per l'apparecchio di regolazione.

Analoga installazione fu compiuta a Buffalo (S. U.) con due trasformatori da 20.000 kVA; a Peoria con un trasformatore da 30.000 kVA col 16% di campo di variazione. Sarà presto eseguito un altro impianto col 10% di variazione su una linea a 66.000 V trasportante 36.000 kVA.

Il dispositivo si va diffondendo anche per trasformatori di potenza modesta ma con larghissime variazioni di tensione a servizio di impianti elettrolitici.

R. S. N.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

W. SORGER — L'economia della trazione elettrica in relazione alla manutenzione dei locomotori e relative officine. (E. T. Z., 29 gennaio 1925, fasc. 50, pag. 163).

La trazione elettrica si è dimostrata in generale superiore a quella a vapore. Per ben studiare però il problema dal lato industriale e cioè per un efficace confronto fra i due sistemi di trazione occorre considerare in special modo i seguenti dati:

- 1) Costo del lavoro eseguito dai mezzi di trazione (locomotori o locomotive);
- 2) Utilizzazione dei locomotori o locomotive nel loro esercizio;
- 3) Costo della manutenzione dei locomotori e degli impianti fissi;
- 4) Spese d'impianto (interessi ed ammortamenti);
- 5) Costo del personale.

Il costo del lavoro ottenuto dipende, per la locomotiva a vapore, dal prezzo del combustibile e dal quantitativo necessario e, per il locomotore elettrico dal costo di produzione dell'energia elettrica e degli impianti vari per la trasmissione, trasformazione, ecc., ecc.

La possibilità di utilizzazione di una locomotiva o locomotore in genere si computa in ragione della prestazione annua effettiva.

Al riguardo occorre tener conto del maggior costo (che è all'incirca l'80 per cento) di un locomotore elettrico rispetto a quello di una locomotiva, a parità di potenza.

E' noto che la buona utilizzazione di una locomotiva o di un locomotore dipende dalle visite periodiche le quali, pur garantendo il regolare e sicuro funzionamento dovranno richiedere il minor tempo possibile così da ridurre al minimo la permanenza fuori servizio delle macchine.

Le visite generali interne possono avvenire o a periodi regolari di tempo (come per es., in Svizzera ogni tre anni corrispondenti ad una percorrenza totale fra 166.000 e 200.000 km), oppure dopo un dato numero di chilometri percorsi (come, per es., in Svezia dopo ogni 100.000 chilometri), con quattro settimane di permanenza in officina per effettuare detta visita.

Sulle ferrovie germaniche, astrazione fatta dalle solite visite eseguite giornalmente prima di ogni partenza, i locomotori vengono visitati brevemente in officina ogni dieci giorni.

Ogni 50 mila chilometri di percorso eseguito vengono visitate in officina rimanendo fuori esercizio quattro-sei giorni.

Infine ogni 100.000 chilometri si fa una visita generale che richiede 40-45 giorni per le macchine dei treni viaggiatori e 35-40 giorni per quelle dei treni merci.

Per i locomotori di manovra queste ultime visite vengono eseguite ogni uno o due anni.

Le ultime esperienze hanno dimostrato che per i locomotori dei treni-viaggiatori si può rinunciare alla media visita ogni 50.000 chilometri. Ciò, naturalmente, avvantaggia il rendimento d'esercizio.

In base ai dati suesposti risulta, in pratica, che i locomotori elettrici, nel corso di un anno rimangono fuori esercizio circa 63 giorni (locomotori per treni viaggiatori) o 42 giorni (locomotori per treni merci). Per le locomotive a vapore tale periodo è di circa 73 giorni, così che anche sotto questo riguardo si mostra la superiorità della trazione elettrica.

Altro elemento che torna a vantaggio dei locomotori elettrici è l'abolizione dei lavori accessori (accensione e spegnimento del fuoco, rifornitura acqua, ecc.), si può calcolare che nelle 24 ore una macchina a vapore possa lavorare solo per un massimo di 18 ore mentre un locomotore elettrico può dare anche 20 ore e più di lavoro effettivo.

Malgrado che la trazione elettrica non abbia ancor oggi assunto grande sviluppo, la percorrenza media chilometrica annua è di circa 90.000 chilometri per i locomotori dei treni viaggiatori e di 50.000 chilometri per treni merci. Con l'estendersi del sistema si può presumere che tale percorrenza abbia a raggiungere il doppio di quello delle locomotive a vapore.

Per quanto riguarda l'efficienza delle officine di revisione e riparazione per distogliere il meno possibile le locomotive dal loro esercizio si nota che grande importanza ha un'opportuna disposizione dei locali specializzati per singoli lavori e un buon sistema di sollevamento e di trasporto dei vari pezzi dei locomotori. Si dovranno disporre le cose in modo che essi abbiano a circolare sempre in uno stesso senso. Uno schema di officina moderna è annesso allo studio.

g. Ve.

G. SORIA — Una locomotiva italiana Diesel-elettrica. (Riv. Tecn. delle Ferr. It., maggio 1924, Vol. 25, N. 5, pag. 145).

GU... — Veicoli Diesel-elettrici. (Revue B B C, maggio 1925, Vol. 12, pag. 112).

Come avviene in altri campi, così anche nella trazione ferroviaria si rileva la tendenza a sostituire le motrici a vapore con quelle ad olio pesante. Il peso rilevante che in generale hanno i motori Diesel, e la difficoltà di trasmettere il movimento agli assi motori sono i principali ostacoli a questo sistema di trazione.

Il problema della trasmissione del moto può essere risolto in generale o con ingranaggi o con fluidi, quali l'acqua, l'olio, gas di scappamento, aria atmosferica. Si riesce con questi mezzi ad ottenere diverse velocità pur mantenendo costante quella del Diesel, ma, a parte il loro rapido deterioramento, questi metodi male si prestano per potenze superiori a poche centinaia di kW. La trasmissione della potenza agli assi per mezzo dell'energia elettrica è nella pratica da più di dieci anni ed ormai è stata riconosciuta come la più perfetta fra quelle attualmente in uso, benché presenti l'inconveniente del peso e del costo, che, per potenze notevoli possono raggiungere valori molto elevati.

D'altra parte sono noti i vantaggi che la trazione elettrica presenta per tronchi a forte pendenza: nel caso però di ferrovie secondarie, la spesa degli impianti fissi può essere ritenuta inadeguata, e si può pensare invece di sistemare i generatori di corrente a bordo del locomotore stesso. Anche da questo punto di vista si giunge alla vettura elettrica, perchè evidentemente il Diesel è il motore che si presta meglio di ogni altro per questi impianti: esso non costringe a consumo e a perdite di tempo per il rifornimento durante le fermate ed ha raggiunto un elevato grado di sicurezza ed un altissimo rendimento (consuma da 1850 a 2000 calorie per cavallo effettivo-ora, mentre le macchine a vapore ne consumano da 4000 a 10.000).

Nel caso della trazione è necessario ridurre al minimo il peso, e per ciò si usano tipi ad un numero di giri molto elevato e con introduzione forzata del combustibile, per mezzo di pompe. L'equilibra-

mento ed il raffreddamento di tali motori richiedono cure particolari.

Una motrice di questo tipo è allo studio per le ferrovie Calabro-Lucane, che raggiungono pendenze del 60 per mille. Essa porta il Diesel, la dinamo e quattro motori ed è destinata a collegarsi con una seconda vettura che ha altri due motori alimentati e comandati dalla motrice principale: con questa disposizione si viene ad aumentare il peso aderente ed è possibile trainare sulla massima salita un convoglio di 45 tonnellate composto di quattro vetture a due assi o di carri merci, anche con coefficienti d'aderenza minori di un settimo (si veda, ad es., la curva di penetrazione in fig. 1 dedotta per una potenza normale del Diesel di 440 HP).

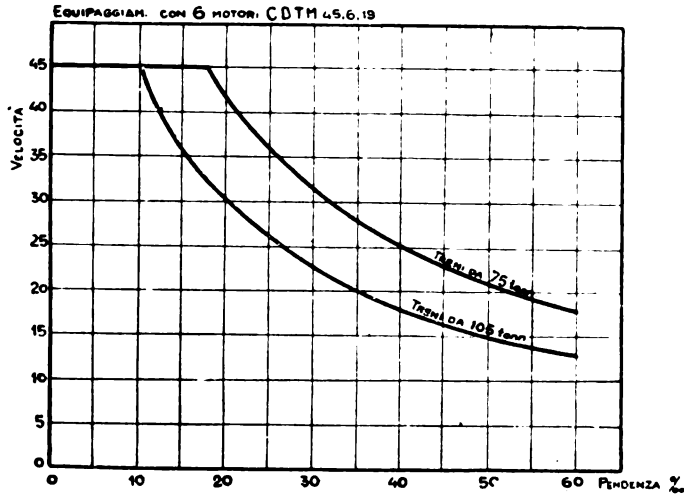


Fig. 1.

Il Diesel è un Fiat da 440 HP e 500 giri al minuto, a sei cilindri, appositamente studiato per questo genere di applicazione. Ad esso è accoppiata direttamente una dinamo da 275 kW, e per mezzo di ingranaggi l'eccitatrice, che fa 2000 giri al minuto ed ha la potenza di 20 kW. La prima alimenta quattro o sei motori da 54 kW con tensione variabile da 300 a 500 V in modo da avere per questa via la regolazione di velocità. I motori sono a sei poli, ed accoppiati agli assi della vettura con ingranaggi che riducono la velocità nel rapporto di 1/5,30. Le caratteristiche del motore risultano dalla fig. 2.

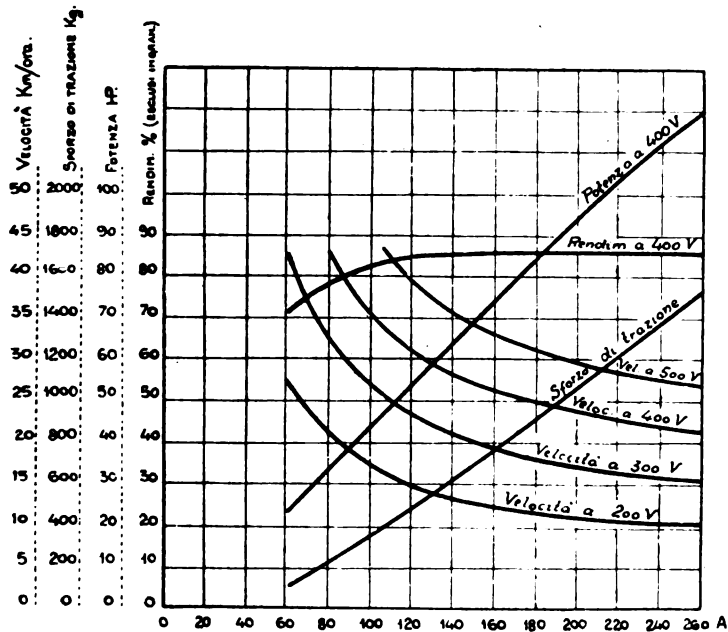


Fig. 2.

La seconda dinamo, oltre che per l'eccitazione della generatrice principale serve a caricare una batteria tipo Jugner da 66 elementi. Basta che il manovratore prema un bottone per collegare la batteria alla dinamo principale ed ottenere così un avviamento perfettamente regolare del Diesel. Un altro bottone serve per l'arresto; inoltre è degno di nota un dispositivo automatico col quale si ha l'arresto di tutte le macchine ed il frenamento del treno allorché il manovratore per disavvertenza o disgrazia, lasci la maniglia di comando: la velocità con cui l'apparecchio entra in funzione è inversamente proporzionale alla velocità del treno.

L'eccitatrice oppure la batteria provvedono all'alimentazione della moto-pompa per l'acqua di raffreddamento, dei moto-ventilatori per i due radiatori situati sul tetto della locomotiva, del moto-compressore per i freni Westinghouse (automatico e regolabile) e per un freno a pattini di carborundum striscianti sulle rotaie. La pompa per il com-

bustibile, regolabile a mano od automaticamente in relazione al carico richiesto dalla dinamo, la pompa di lavaggio, la lubrificazione forzata sono comandati direttamente dal motore. Per esso è previsto, a pieno carico un consumo per cavallo-ora di 201 grammi di olio combustibile e 10 grammi di lubrificante.

La parte meccanica della vettura, il Diesel ed i suoi accessori sono in costruzione nelle Officine della Fiat, mentre la Brown Boveri si occupa della parte elettrica.

A quest'ultima Ditta è anche stata affidata la costruzione di altre vetture dello stesso tipo e precisamente una automotrice da 250 HP per le ferrovie federali svizzere ed una locomotiva da 250 HP per il tronco a scartamento ridotto Bône-Guelma della Compagnia rurale delle ferrovie federali tunisine.

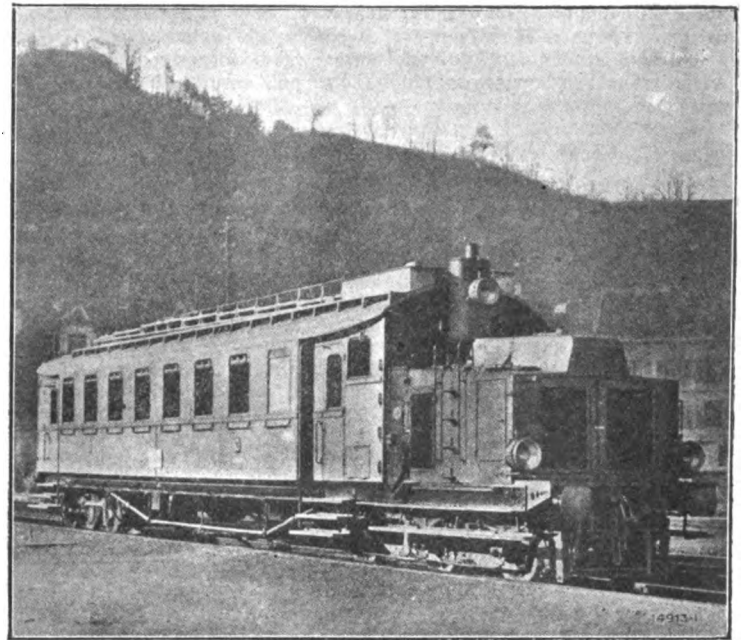


Fig. 3.

La fig. 3 rappresenta invece una delle due automotrici con un motore Diesel da 230 HP e con equipaggiamento elettrico Brown Boveri, che sono in servizio regolare sul tronco Travers-Buttes-St. Sulpice, in Svizzera. Esse sono le stesse usate da principio in Sassonia, ma completamente rimodernate nel corso degli anni 1922-23. Oltre ad un Diesel da 230 HP perfezionato, posseggono la batteria per l'avviamento: i motori elettrici sono collocati dietro la vettura ed accoppiati alle ruote motrici attraverso ingranaggi e bielle. Ciascuna vettura pesa 68 tonn., possiede due cabine di comando e 70 posti a sedere; può raggiungere la velocità di 75 km/h, pur essendo la marcia normale compresa fra 40 e 45 km/h.

Anche la locomotiva Diesel-elettrica progettata dal Prof. Lomonossòf è stata costruita, per conto del Governo russo, dalla Brown Boveri. Essa ha un motore Diesel a sei cilindri della potenza di 1200 HP; l'avviamento avviene nel modo ordinario, coll'aria compressa. Ha cinque motori elettrici, ciascuno accoppiato ad un asse motore per mezzo di ingranaggi. La potenza di ciascun motore per una velocità di 31 km/h ed uno sforzo al gancio di 8500 kg, è di 193 HP. Con tensione ridotta, ed alla velocità di circa 16 km/h si raggiunge al gancio uno sforzo di trazione di 15.000 kg.

Le prove comparative eseguite alla «Machinenfabrik Esslingen» fra una di queste vetture ed una locomotiva a vapore surriscaldato, con focolare ad olio pesante, hanno dato per sforzi al gancio variabili da 4300 a 15.200 kg e velocità da 30 a 15,8 km/h, un rendimento globale compreso fra il 25,3 e il 27,4 per cento per la locomotiva Diesel-elettrica, e il 7,62 e 8,67 per la locomotiva a vapore.

G. Pa.

« Les Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones »

Questa pubblicazione, che esce sotto il controllo di una Commissione nominata dal Ministro delle Poste e Telegrafi Francese, annovera fra i suoi soci collaboratori, i tecnici e gli scienziati più eminenti.

Essa presenta ai suoi lettori, in materia telegrafica e telefonica, una documentazione completa che li tiene quotidianamente al corrente dei progressi raggiunti, dei lavori ed esperienze che si stanno eseguendo in tutto il mondo.

Les Annales sono editi dalla « Librairie de l'Enseignement technique » rue Thénard, à Paris V. - Prezzo dell'abbonamento annuo: 27 frs.

LIBRI E PUBBLICAZIONI.

:: :: :: **CRONACA** :: :: ::**APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.**

Un apparecchio sensibilissimo per le messe a terra è descritto nella *Siemens Zeit.* del settembre 1925. Come è noto le messe a terra sono spesso precedute da scariche nel punto debole ma di così breve durata (uno o due periodi) che i normali apparecchi indicatori di terre non ne danno l'avviso. Il nuovo relais è così sensibile che si assicura segnali scariche della durata di pochi millesimi di secondo; è di tipo elettrodinamico; ha una impedenza di 2 ohm ed è messo in azione da una corrente di 5 milliampere. Il consumo di energia è di 0.00005 W e i suoi avvolgimenti possono portare in modo permanente 5 A. Il relais aziona un avvisatore mobile che può essere collegato a una suoneria.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

La produzione del nero fumo coll'arco elettrico è stata recentemente tentata con successo. Si fa uso di un idrocarburo liquido che si fa cadere in apposita camera e viene decomposto fra due elettrodi verticali. Il nero fumo cade insieme al liquido in eccesso in un serbatoio di raccolta, dove il nero si deposita lentamente, mentre il liquido è ripreso e rimesso in circolazione. Gli elettrodi sono costituiti da dischi di carbone di 8 mm di spessore mantenuti in rotazione in senso opposto l'uno all'altro. Il prodotto ottenuto è più fine di quello ottenuto col solito procedimento della incompleta combustione del gas. Il metodo si presenta conveniente quando si abbia disponibile energia elettrica e idrocarburi a prezzo moderato.

FISICA E CHIMICA.

Tabelle e grafici per il calcolo della distribuzione dell'energia nello spettro in base alla formula di Plank sono stati pubblicati dal Bureau of Standard (Miscellaneous Publ. n. 56). Per ogni temperatura si possono subito ricavare le lunghezze d'onda nello spettro visibile e in parte dell'infrarosso e dell'ultravioletto, e tracciare facilmente la curva della distribuzione dell'energia nello spettro.

GENERATORI ELETTRICI.

Un alternatore trifase da 60.000 kW, 7000 V. per accoppiamento con turbina a vapore a 1000 giri è stato costruito recentemente dalla Siemens per una centrale della Westfalia. Diametro dei dischi del rotor m. 2,30; della carcassa m. 3,50; dell'albero m. 1,10. Peso del rotor 120.000 kg.; del pacco di lamierini dello stator 70.000 kg.; della carcassa 50.000 kg.; dell'albero 40.000 kg. Tempo di avviamento 25'; corrente di eccitazione 1000 A; aria di ventilazione 45 m³/s.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Associazione Nazionale per lo sviluppo della illuminazione. — Per iniziativa degli On. Motta e Ponti e di altre personalità della Industria Elettrica è stata fondata una Associazione Nazionale per lo sviluppo della illuminazione, la quale si spera possa presto riunire tutte le Aziende elettriche di distribuzione nonché i fabbricanti di macchinario ed apparecchi elettrici.

Scopo della nuova Associazione Nazionale è quello di promuovere lo studio della illuminazione razionale sia ad uso pubblico che privato atteso che nella vita moderna, col grado di perfezionamento raggiunto dagli organi illuminanti è possibile ottenere con una razionale illuminazione un aumento della produzione industriale, un maggior sviluppo commerciale, ed incommensurabili vantaggi nel campo sociale ed igienico.

Associazioni consimili esistono all'estero e specie in America, ed i risultati da esse ottenuti hanno incoraggiato i promotori italiani a seguirne l'esempio pur adattandone i metodi e le finalità al carattere ed alla potenzialità dei consumatori italiani.

La sede della Associazione sarà provvisoriamente presso la Società Edison. L'On. Motta venne designato alla Presidenza, e la Direzione verrà assunta dall'Ing. Carlo Clerici che da tempo si occupa di tali studi dei problemi della illuminazione.

IMPIANTI.

La più grande tubazione di legno che sia stata installata in impianti idroelettrici è quella dell'impianto Copco n. 2, sul fiume Klamath nella California settentrionale, di 30.000 kVA. Il canale di derivazione dalla presa, si svolge in due tronchi di galleria i quali sono collegati da un tronco intermedio formato appunto da una tubazione in legno. Questa è lunga circa 450 m ed ha un diametro interno di m 4,85. La scelta della tubazione in legno fu dovuta soltanto a considerazioni di ordine economico. La conduttura porta alla distanza di tre metri l'una dall'altra delle cerchiature in ferro le quali servono a riportare il peso su apposite mensole in ferro poggianti su fondazioni di calcestruzzo. I due raccordi cogli imbocchi delle gallerie sono fatti con tronchi di tubo in lamiera. Il canale mette capo alla vasca di carico da cui partono le tubazioni in acciaio per il servizio della centrale; il salto è di 48 metri.

Elenchi delle Acque Pubbliche d'Italia - Vol. I., pag. 850. Prezzo L. 50. -- La Associazione Nazionale Imprese Elettriche di Milano, ha preso la iniziativa di questa pubblicazione la quale potrà riuscire utilissima alle Società Elettriche e a molteplici Enti pubblici e privati. I precedenti elenchi parziali, disseminati in varie raccolte di Atti e di Bollettini Ministeriali o nel Giornale del Genio Civile erano ormai diventati di difficile e laboriosa ricerca. Nella presente pubblicazione gli elenchi sono disposti in ordine alfabetico di provincia; le tabelle sono nitide e chiare cosicchè la consultazione è grandemente facilitata. L'opera sarà completa in tre volumi; di essi è ora pubblicato il primo riguardante le acque delle provincie comprese, alfabeticamente, fra Alessandria e Como.

MATERIALI.

Un nuovo materiale per resistenze, di grande resistività e capace di sopportare elevate temperature è messo in commercio sotto il nome di Silite. E' ottenuto riscaldando ad altissima temperatura una miscela di silicio e di carburo di silicio, in presenza di carbonio. Il materiale, esposto all'azione del protossido di carbonio a 1500°, assume una resistività che resta quasi costante col variare della temperatura. Viene prodotto in tre qualità secondo il compito al quale deve essere adibito. La resistività può essere fatta variare entro limiti molto estesi, da 100 ohm in su. Il carico meccanico di rottura si aggira sui 200 kg/cm²; il peso specifico è 2,95; il coefficiente di dilatazione è di 0,1 / a 400° e di 0,66% a 1200°. Maggiori ragguagli si trovano in «Electrician», 2 ottobre 1925.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Per la misura del riscaldamento dei motori a induzione quando non vi sia la comodità di realizzare un carico opportuno viene descritto un metodo nel *I. A. I. E. E.* dell'ottobre 1925. Il rotore coll'avvolgimento in corto circuito, è fatto ruotare alla velocità normale del pieno carico ma in verso contrario alla rotazione del campo; lo statore è alimentato a frequenza normale ma a tensione ridotta in modo che la corrente in esso sia eguale a quella di pieno carico. Le perdite meccaniche e quelle nel rame dello stator sono eguali a quelle normali, quelle nel ferro dello stator sono trascurabili, mentre quelle nel rotor superano le normali. In base a queste considerazioni sono proposte delle formule di correzione alle temperature misurate; sebbene le correzioni risultino spesso molto forti, l'esperienza ha dimostrato che i valori finali corretti corrispondono molto bene alle temperature che effettivamente si verificano in funzionamento normale.

MOTORI ELETTRICI.

Uno dei più grandiosi impianti di motori reversibili per laminatoi è quello recentemente compiuto nelle Officine dell'Acciaieria di Wisconsin (S. Chicago). Il laminatoio da 40 pollici è comandato da un motore a corrente continua da 5250 kW a 700 V con velocità variabile da 50 a 120 giri per minuto. La corrente continua è generata da due dinamo da 3000 kW, 700 V connesse in parallelo e mosse da un motore a induzione trifase a 60 periodi 2300 V. Sull'asse motore-generatore è montato un volano di 50.000 kg.

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ASSOCIAZIONI, ECC.

Presso il Comitato Nazionale Scientifico Tecnico in Milano, si è di recente radunato il Comitato Autonomo per l'Esame delle Invenzioni, costituito nel 1924, sotto la Presidenza dell'On. Ing. Paolo Bignami. Dalla relazione presentata dalla Presidenza, è risultato che nel primo anno di fondazione il Comitato ha esaminato 161 proposte di invenzioni fra le quali: 10 riguardanti i motori termici, 10 l'elettrotecnica, 2 i telegrafi e i telefoni, 2 le radiotrasmissioni, 11 l'utilizzazione di forme diverse d'energia, ecc. Il Comitato riconobbe 23 proposte come degne di essere segnalate a industriali e ad enti per le trattative cogli inventori, e concesse anche ad alcune un lieve appoggio finanziario.

*

Una missione messicana giungerà a Milano nel prossimo mese di maggio. La missione è organizzata dalla Conferenza delle Camere di Commercio messicano; di essa fanno parte circa 100 persone, industriali, professionisti e personalità del mondo finanziario ed economico del Messico. Compito della missione è quello di diffondere la conoscenza delle ricchezze naturali del Messico e di stringere rapporti commerciali coi Paesi europei.

*

Associazione Italiana della Stampa tecnica. — La sera del 30 gennaio si è riunito, presso la Camera di commercio e industria di Milano, il primo Consiglio direttivo della Associazione italiana della stampa tecnica.

A presidente dell'Associazione fu acclamato il Prof. Filippo Tajani; a vice presidenti furono nominati il Comm. Emilio Guarnieri per le pubblicazioni agrarie e commerciali, l'Ing. Giacomo Colica per quelle tecniche industriali e il Prof. Giorgio Mortara per quelle economiche, giuridiche, scientifiche e varie.

Furono pure nominati il tesoriere nella persona del Rag. Luigi Peregalli e il consigliere giuridico nella persona dell'Avv. Giovanni

Rizzi. A segretario dell'Associazione fu chiamato il Dr. Guglielmo Tagliacarne.

Il Consiglio ha affrontato con ampia discussione, cui presero parte tutti gli intervenuti, l'esame della nuova legge sulla stampa periodica nei riflessi delle pubblicazioni tecniche e scientifiche. Una speciale Commissione, composta dai Prof. Tajani, Mortara e Coppadoro, dall'On. Lanzillo e dal Conte A. Giustiniani, fu incaricata di concretare l'azione che l'Associazione dovrà svolgere presso le autorità competenti perché gli scopi e i bisogni della stampa tecnica siano tenuti presenti in sede di regolamento per l'applicazione della legge stessa.

Com'è noto, la sede dell'Associazione è stabilita presso la Camera di commercio e industria di Milano (via Mercanti, 2).

*

La Fiera Campionaria di Parigi sarà tenuta quest'anno nei giorni dall'8 al 24 maggio. Anche quest'anno, come già nel 1925, la Fiera è aperta a tutti i Paesi del mondo. Nella nuova sede nel Parco della Porta di Versailles, la Fiera occupa 1000 stands, 50.000 m² di saloni e 20.000 m² di terreno scoperto. La rappresentanza generale della Fiera, per l'Italia, è affidata al Sindacato Nazionale Agricolo-Commerciale-Industriale per lo sviluppo delle relazioni con l'Estero, che ha sede in Firenze, via Fiesolana, 17. Ad esso gli interessati possono rivolgersi per schiarimenti ed informazioni.

STATISTICA.

L'Industria elettrica italiana alla fine del 1925. — Da un lavoro statistico che l'Ing. Domenico Civita ha pubblicato nel fascicolo di febbraio dell'*Impresa Elettrica*, riassumiamo le seguenti notizie.

Dal lato dell'approvvigionamento di nuovi impianti, dell'aumento del consumo e dell'aumento delle immobilizzazioni, l'anno 1925 segna per l'industria elettrica notevoli progressi.

La potenza delle centrali elettriche che appena prima della guerra era di 1.360.000 HP, alla fine del 1923 saliva a 2,5 milioni di HP, per passare a 2.860 alla fine del 1924 e raggiungere gli odierni 3 milioni e 200.000 cavalli.

Il consumo dell'energia che nel 1914 era di 2400 milioni di kWh, oggi è di 7600, cioè è più che triplicato. Di questo consumo, una piccola parte (circa l'8,5%) è per luce. Tutto il resto serve ad alimentare le industrie e la trazione.

Non tutta l'Italia però consuma ugualmente perché purtroppo l'Italia Meridionale ed Insulare comincia appena ora ad elettrificarsi. Così, mentre nelle Regioni del Nord il consumo specifico per abitante si aggira fra 400 e 500 kWh (cifra pari a quella degli Stati Uniti d'America) in quella del Sud non raggiunge in media i 50 kWh.

Pertanto, rispetto al 1914 i consumi si sono in tutte le Regioni più che raddoppiati e la media generale italiana è passata nel decennio da 70 a 185 kWh per abitante.

La produzione dell'energia viene fatta in oltre 2000 centrali, delle quali però solo 400 di una certa importanza. Essa è ormai quasi totalmente generata dall'acqua, mentre le centrali termiche, della potenza di circa 580.000 cavalli non servono che per poche centinaia di ore all'anno per sopperire nei periodi di scarsità di acque. Nel 1925 si sono prodotti termicamente circa 300 milioni di kWh su 7600 milioni totali. Se tutta questa energia si fosse generata col carbone, si sarebbero consumate circa 10 milioni di tonnellate del costo di oltre due miliardi di lire. Questa cifra dà l'idea esatta della importanza dell'industria elettrica nell'economia italiana.

A ridurre sempre più il bisogno della energia integrativa termica, concorrono i serbatoi o laghi artificiali, di cui ne esistono già un centinaio capaci di accumulare nelle stagioni propizie oltre 860 milioni di m³ di acqua. Altri 47 serbatoi per circa 700 milioni di m³ utili sono in costruzione, come pure sono in costruzione e saranno pronti entro tre o quattro anni tanti impianti idroelettrici per 900.000 cavalli.

La organizzazione attuale si fonda essenzialmente sullo scambio di energia fra regione e regione per reciproco aiuto e compenso. Così lo sviluppo delle linee ad altissima tensione di lunghezza sempre crescente si è fatta imponente. Alla fine del 1925 si contano più di 45.000 km. di tali linee, oltre le centinaia di migliaia di km. destinati alla distribuzione locale. L'Italia è forse uno dei pochi paesi del mondo dove si abbia una così forte densità di linee e dove già funzionano o sono in avanzata costruzione circa 1600 km. di linee a tensione superiore ai 100.000 volt.

Per provvedere al fabbisogno finanziario dei nuovi impianti, serbatoi, linee, occorrono somme sempre più ingenti. Mentre nel 1914 erano investiti 507 milioni di lire nell'industria elettrica, oggi si è alla imponente cifra di 6470 milioni.

Nel solo 1925 si è avuto un aumento di 1800 milioni di lire nelle azioni ed obbligazioni elettriche.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Un tipo interessante di tavola calcolatrice di corti circuiti è stato costruito dalla Alabama Power Co. ed è descritto nell'*Electrical World* del 24 ottobre 1925, pag. 847. La tavola si discosta in diversi particolari dai tipi già noti e in uso altrove e si distingue per la grande semplicità di manovra e di lettura, tantoché essa non esige la presenza di personale specialmente sperimentato per il suo impiego. Le determinazioni si compiono in un tempo assai più breve. La tavola è anche meno costosa delle solite, come costruzione.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Grossi trasformatori trifasi della San Giorgio S. A. Ind. - Sestri Ponente.

Sono attualmente in costruzione negli stabilimenti di Sestri Ponente, della San Giorgio Società Anonima Industriale, tre trasformatori trifasi con circolazione forzata dell'olio, e con raffreddamento a mezzo di apparecchi refrigeranti ad acqua, esterni ai trasformatori. Per la loro grandezza rilevante, questi trasformatori meritano qualche cenno di descrizione:

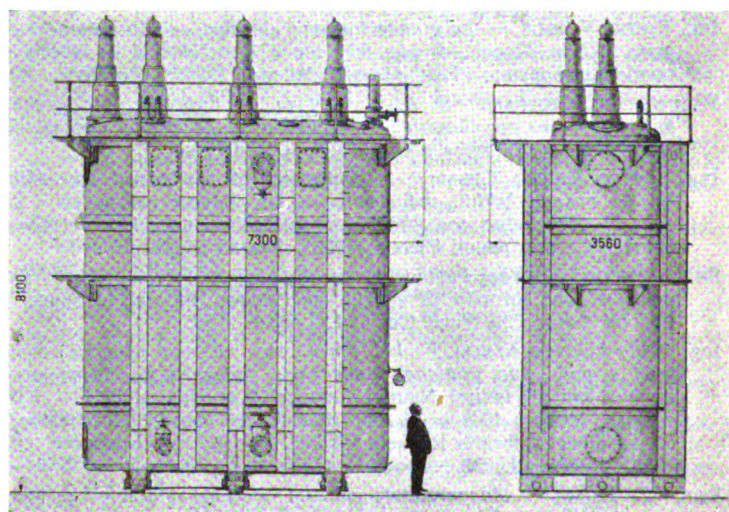
I dati costruttivi di ciascuno sono: potenza in servizio continuo 43.000 kVA; rapporto di trasformazione 10.100/143.300 volt; frequenza 45 periodi; bassa tensione collegata a triangolo; alta tensione a stella con morsetto isolato fuori cassone.

Le caratteristiche tecniche calcolate sono le seguenti: Perdite nel ferro: 110 kW perdite nel rame: 370 kW, totale 480 kW. Il rendimento funzionando i trasformatori a $\cos \varphi = 1$ è del 98,9% a pieno carico e del 99,05% a mezzo carico.

La tensione di corto circuito è del 9% ca.

Per il raffreddamento del trasformatore occorrono circa 700 litri al l' di acqua a 25° C.

Il peso del nucleo estraibile è di 70 tonn. Il peso del cassone, che è previsto per poter praticare il vuoto, è di 32 tonn. Aggiungendo il peso dell'olio necessario di circa 32 tonn. si ottiene un peso complessivo per ciascun trasformatore di 134 tonn.



N. 3 Trasformatori tipo T. C. O. 50.000 in costruzione per la Società « Terni »
43.000 KVA; 10.100/143.300 volt; 2.500/184 amp.; 45 periodi
Rendimento mass.: 99,1% - Peso totale 134.000 Kg.

La carcassa del trasformatore è del tipo a nucleo e l'avvolgimento è del tipo doppio concentrico con l'alta tensione nel mezzo.

Per l'esecuzione dei trasformatori si sono tenuti presenti i più moderni criteri costruttivi e precisamente:

Raffreddamento uniforme dei materiali attivi, isolamento accurato dei pacchi di lamierini del nucleo fra di loro e messa a terra degli stessi, isolamento speciale dei bulloni che pressano i pacchi di lamierini, induzione relativamente bassa nel nucleo per limitare l'ampiezza della quinta armonica nell'onda di corrente.

Gli avvolgimenti sono costruiti in modo da sopportare senza danno corti circuiti diretti. Essi sono fortemente ammassati fra di loro e contro la carcassa nel senso radiale mentre nel senso assiale sono pressati fra robusti anelli di acciaio in modo da ottenere un complesso di assoluta rigidità meccanica. Le amperspire primarie e secondarie sono perfettamente equilibrate per qualunque livello dello avvolgimento.

L'avvolgimento di alta tensione, ogni fase del quale fa capo a bobine di testa eseguite con speciale isolamento fra le spire è previsto per resistere a sollecitazioni anormali di tensione prodotte da onde a fronte ripida e quindi può essere omesso ogni apparecchio di protezione.

Il conduttore a sezione ovale è fortemente isolato con carta e cotone ed in nessun punto della periferia della sezione stessa esiste una concentrazione eccessiva del campo elettrostatico che ad entrambe le estremità di ogni fase è poi uniformato da anelli a condensatore.

La forma e le dimensioni dei trasformatori si possono rilevare dalla figura.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Prof. U. TUCCI. — *Accumulatori elettrici*. — Milano, U. Hoepli, 1925. — L. 22.50.

Si tratta di un manuale elementare destinato specialmente agli operai e in genere a tutti coloro che possano trovarsi nell'occasione di occuparsi di accumulatori senza possedere le necessarie cognizioni di elettrotecnica.

A questa deficienza di cultura cerca l'A. di mettere riparo con una parte introduttiva alquanto estesa, nella quale, partendo dalle più semplici nozioni di aritmetica e di fisica, arriva fino ad esporre i concetti e le regole fondamentali della elettrotecnica.

La maggior parte del volume è dedicata alla descrizione dei principali tipi di accumulatori in uso ed alle norme per la carica, l'impiego e la manutenzione delle batterie.

L'A. si studia sempre di esprimersi nel modo più facile ed elementare per rendere il libro alla portata del pubblico a cui è destinato. Si può dire che riesce in generale ad essere chiaro e facilmente accessibile, anche se per raggiungere tal fine è costretto talvolta ad una certa quale imprecisione di linguaggio e a fare uso eccessivo di immagini e di paragoni non sempre rigorosi.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

Ing. PIETRO VEROLE. — *La grande trazione elettrica*. — Un volume formato 15,5 x 22 cm., di pag. 921 con 573 incisioni e 23 tabelle e tavole fuori testo. — Edit. Hoepli, Milano, 1926. — Prezzo L. 80.

VACUUM OIL COMPANY - S. A. I., Genova. — *Lubrificazione scientifica del vostro macchinario*. — Opuscolo di 54 pagine con tavole sinottiche, dati di fisica e chimica, tabelle diverse.

Ing. PIETRO ENRICO CESARI. — *Elettrotecnica pratica ad uso delle Scuole e degli Istituti industriali*. — Un volume, form. 15 x 23 cm., di 493 pagine con 466 figure intercalate nel testo. — Casa editrice Cesari, Ascoli Piceno, 1925. — Prezzo L. 24.

St. TREFUGE. — *The Purification of Insulating Oils*. — Un volumetto in tela, formato 13 x 20,5 cm., di pag. 44 con 12 figure. — Ed. De Laval Chadbourn Co. Ltd, Londra, 1925.

Ing. Prof. ADRIANO ALBINI. — *L'Elettrotecnica nei suoi principi scientifici e nelle sue pratiche applicazioni*. Secondo gli ultimi programmi per gli Istituti Nautici, Industriali e Professionali. — Un volume, formato 17,5 x 25 cm., di pag. 388 con 365 illustrazioni. Casa Editrice Libreria Raffaele Pironti, Napoli, via Università, 19, 1926. — Prezzo L. 25.

Prof. U. TUCCI. — *Accumulatori elettrici*. — Un volumetto in tela, formato 11 x 15,5 cm., di pag. 486, con 146 figure intercalate nel testo. — U. Hoepli, Editore, Milano. — Prezzo L. 22.50.

C. VAN CASTEL. — *Calcul et construction de réseaux*. — Un volume in tela, formato 14 x 18 cm. di pag. 582 con 224 illustrazioni. — Ed. A. Bielveld, Bruxelles. Senza indicazione di prezzo.

FRANCESCO MARZOLO. — *Utilizzazioni di forze idrauliche - Impianti idroelettrici*. — Un volume, form. 17 x 25 cm., di pag. 367 con 331 figure. — Casa Editrice Dott. A. Milani (già Litotipo), Padova, 1926. — Prezzo L. 50.

Annuario dell'Industria Meccanica Italiana - A. N. I. M. A. - (Associazione Nazionale fra gli Industriali Meccanici ed Affini - Milano, via T. Grossi, 2. - Un volume, formato 14 x 22 cm., di pag. 532. Prezzo L. 40.

HARRY R. RICARDO B. A. — *Engines of high output*. — Un volumetto legato in tela, formato 14 x 22 cm., di pag. 110, con 32 illustrazioni. — Londra, 1926. — Macdonald and Evans - 8 John St. Bedford Row, W. C. 1. - Senza indicazione di prezzo.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani (*).

- N. 228735 — CANTERGIANI A.: Tubo bollitore e tubo tirante bollitore a contatto od espansione per caldaie a vapore a tubi di fiamma. — 13-2-1944.
- N. 226822 — CARBONE A. e RUSCA C.: Perfezionamenti nelle scatole di separazione fra vapore ed olio in corrispondenza al supporto dell'albero del motore nella turbina a vapore. — 5-12-1923.
- N. 228902 — CAPPA C. G.: Perfezionamenti nei motori a combustione interna. — 12-3-1924.
- N. 228903 — Lo stesso: Perfezionamenti nella disposizione degli organi per motori a cilindri inclinati. — 12-3-1924.
- N. 228909 — Lo stesso: Disposizione di tubi alimentatori d'aria compressa per avviamento motori a scoppio. — 13-3-1924.
- N. 226158 — CAYET M. C.: Carburatore per motore ad esplosione. — 24-11-23.
- N. 221269 — COLORNI Officine (Ditta): Nuovo processo e dispositivo relativo per ottenere la totale e perfetta combustione del petrolio illuminante nei motori a scoppio con accensione a magnete. — 1-6-1923.
- N. 200505 — COMPAGNIA GEN. DI ELETTRICITÀ: Metodo per costruire delle corone di palette per turbine a fluido elastico. — 29-6-1921.
- N. 200506 — La stessa: Metodo per far costruire la corona delle palette nelle turbine a fluido elastico. — 29-6-1901.
- N. 202634 — COSTES L. J.: Moteur à vent. — 29-9-1921.
- N. 228791 — CRISP E. R. & SANTIN A.: Apparecchio per il restringimento di giunti in tubi per caldaie e per la rimozione dei tubi. — 19-3-24.
- N. 227400 — DAIMLER MOTOREN GES.: Interruttore ad aria per motori di veicoli. — 26-1-1924.
- N. 203301 — DELACOURT A. F.: Dispositivo economizzatore di benzina e ripulitore dei motori a scoppio. — 8-2-1923.
- N. 201071 — ELIZALDE R. A.: Moteur à explosion à huit cylindres. — 29 ottobre 1921.
- N. 201981 — FABBRICA IT. MAGNETI MARELLI: Innovazioni nei magneti di accensione per motori a scoppio. — 31-8-1921.
- N. 203010 — FERRARI P. e GENTILI G.: Caldaia a vapore a tubi d'acqua verticali. — 21-9-1921.
- N. 228647 — F.I.A.T.: Sistema di raffreddamento delle valvole dei motori a combustione interna. — 8-3-1924.
- N. 181691 — FLATZ E.: Dispositivo per motori a combustione. — 14-1-1920.
- N. 203985 — GORNES M. P. M. G.: Turbina a gas « Gomes Mac Pherson ». — 17-10-1921.
- N. 196721 — GRANDJEAN R.: Dispositif pour l'alimentation en essence des carburateurs. — 29-3-1921.
- N. 203833 — GUERRA U.: Sistema ed apparecchio per l'avviamento automatico dei motori a scoppio. — 31-10-1921.
- N. 228608 — LANZ H.: Coperchio di cilindro per motori orizzontali ad olio pesante. — 14-3-1924.
- N. 227264 — HELD G.: Innovazione nei motori a combustione interna a due tempi. — 21-12-1923.
- N. 228492 — ISNARDI F. A.: Regolatori per la compressione preventiva nei motori a combustione interna. — 8-3-1924.
- N. 202783 — JECKER & ROTH (Ditta): Altare longitudinale per caldaie a focolare interno. — 16-9-1921.
- N. 202784 — La stessa: Dispositivo applicabile alle caldaie a focolare interno per la migliore utilizzazione del calore dei gas di combustione e per la eliminazione della cenere volante. — 16-9-1921.
- N. 228517 — JOURDAIN P.: Motore ad esplosione senza valvole. — 1-3-1921.
- N. 228619 — JUNKERS H.: Procedimento di lavoro per motori a combustione. — 15-3-1924.
- N. 228620 — Lo stesso: Motore a stantuffi a corsa libera con masse a movimenti contrari. — 15-3-1924.
- N. 201915 — KIEFFER W.: Procédé et appareil pour compléter, dans les carburateurs, la gazéification de mélanges de combustible et d'air. — 25-8-1921.
- N. 202682 — KITSON A. & UTLEY E.: Innovazione nei o relativi alle pompe rotative, motori o contatori relativi. — 3-9-1921.
- N. 199951 — KLANDER W. Jr.: Procédé de travail pour turbines à gas. — 31-5-1921.
- N. 225887 — LA HYDRAULIC BRAKE Cy.: Perfezionamenti ai tubi flessibili specialmente per impianti di freni di veicoli e ai sistemi per la loro fabbricazione. — 14-11-1923.
- N. 202780 — « L'AUSILIAIRE DES CHEMINS DE FER ET DE L'INDUSTRIE » (Soc.): Dispositif pour l'alimentation à très haute température de chaudières de locomotives et de tous générateurs. — 16-9-21.
- N. 203995 — LE DANTEC L. M.: Perfectionnements aux turbines actionnées par la vapeur et autres fluides élastiques. — 18-10-1921.
- N. 228868 — LEICHTMETALLWERKE G. m. B. H.: Processo di miglioramento della superficie degli stantuffi di alluminio. — 12-3-1924.
- N. 186648 — LEROY J.: Bougie d'allumage pour moteurs à explosion. — 22-6-1920.
- N. 203045 — LICENZIATO G.: Carburatore tipo Licenziato G. — 8-9-1921.
- N. 228522 — LORENZEN C.: Motore a due tempi. — 1-3-1924.
- N. 201926 — MASIERO E.: Motore a vento a pale mobili e ripiegabili. — 25-8-1921.

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Famoro, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20 % di sconto sulle tariffe normali, sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio nella parte pubblica.

- N. 203726 — MEMINI G.: Dispositivo per la correzione automatica del getto nei carburatori ad essenza per motori a scoppio. — 25-2-1923.
- N. 199972 — MEMMO R.: Dispositivo per riportare il vapore di scarico d'un motore a vapore alla pressione ed alla temperatura voluta. — 2-6-1921.
- N. 203796 — MINCHILLO E.: Attacco flessibile per magneti automobili. — 24-10-1921.
- N. 203299 — NATOLI G.: Generatore magneto elettrico. — 23-12-1921.
- N. 225720 — OSTERREICHISCHE SIEMENS-SCHUCKERT WERKE: Apparecchio di avviamento per motori. — 3-11-1923.
- N. 226125 — La stessa: Apparecchio di avviamento per motori. — 24-11-23.
- N. 202267 — PATERSON THW.: Perfectionnements apportés à la commande de l'admission et de l'échappement des moteurs à combustion interne. — 16-9-1921.
- N. 228642 — PISSANCHI F.: Trasmissione per motori a combustione interna non equilibrati. — 8-3-1924.
- N. 203971 — QUERCIOLO A.: Dispositivo per mantenere costanti le scintille nelle punte delle candele per motori a scoppio. — 13-10-1921.
- N. 197671 — RICARDO H. R.: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne. — 13-4-1921.
- N. 202636 — RICHARDSON G. S.: Sistemi e mezzi perfezionati per alimentare l'acqua nei cilindri dei motori a combustione interna. — 29-9-21.
- N. 202389 — BOSCH R. A. G.: Dispositif d'allumage à haute tension pour moteurs à combustion interne. — 26-9-1921.
- N. 228625 — RIGHI C. & RONCO L.: Perfezionamenti negli stantuffi per motori a combustione interna sopralimentati. — 11-3-1924.
- N. 227404 — ROLLS-ROYCE Ltd.: Perfezionamenti nei carburatori per motori a combustione interna. — 26-1-1924.
- N. 228821 — ROMEO NICOLA: Valvola di regolazione della pressione dell'olio di lubrificazione nei motori a esplosione. — 11-3-1924.
- N. 228823 — La stessa: Dispositivo per la regolazione dell'anticipo dell'accensione nei motori a scoppio. — 11-3-1924.
- N. 202428 — ROPCEA E.: Turbine à explosion. — 28-9-1921.
- N. 228359 — ROSSI E.: Turbina a scoppio. — 25-2-1924.
- N. 191209 — RONA S.: Carburatore per olii pesanti. — 22-9-1920.
- N. 228817 — ROUILLER V. D.: Perfezionamenti nei carburatori per motori a combustione interna del tipo detto a depressioni differenziali. — 10-3-1924.
- N. 228448 — SAETTI M.: Sistema di testa di cilindro ad un'unica valvola di scarico comandata direttamente a camere per motori a scoppio. — 27-2-1924.
- N. 202029 — SANTAGIULIANA A.: Distributore regolatore rotativo per motori ad esplosione a due tempi. — 27-8-1921.
- N. 203057 — SCHUBER C.: Motore aggregato da montarsi sui velocipedi. — 5-9-1921.
- N. 201816 — SIEGL L.: Carburatore a più ugelli per motori a combustione. — 10-8-1921.
- N. 228357 — SIEMENS SCHUCKERT-WERKE GES. mit BESCHRAENKTER HAFTUNG: Sistema per mantenere uniforme il riscaldamento delle caldaie mediante immagazzinamento dell'acqua di alimentazione. — 25-2-1924.
- N. 228358 — La stessa: Serbatoio per liquidi sotto pressione formanti strati a temperature diverse. — 25-2-1924.
- N. 228528 — La stessa: Sistema per utilizzare gli impianti esistenti di caldaie a bassa pressione nell'impianto di caldaie ad alta pressione. — 5-3-1924.
- N. 200092 — SORRIGUIETA P. E. I.: Motore a due tempi con due, quattro, sei, otto o più cilindri per motociclette, apparecchi di aviazione ed altri usi industriali. — 15-6-1921.
- N. 228573 — STEWART WARNER SPEEDOMETER CORPORATION: Metodo ed apparecchio perfezionati per produrre una miscela combinante e per fornire questa miscela ad un motore a combustione interna. — 12-3-1924.
- N. 202177 — STILL W. J.: Perfectionnements apportés aux moteurs à combustion interne à deux temps. — 3-9-1921.
- N. 203344 — SOC. IT. ALIMENTATORI DI BENZINA: Alimentatore dinamico di combustibile per motori a scoppio o a combustione interna. — 8-4-1922.
- N. 228808 — TARTRAIS H. E.: Impianto di alimentazione delle pompe di iniezione di combustibile nei motori ad olio pesante. — 8-3-1924.
- N. 203562 — TEBALDI A.: Innovazione nelle macchine a stantuffi e cilindri. — 28-12-1921.
- N. 227607 — TRUKA J.: Perfezionamenti nei motori a combustione. — 30-1-1924.
- N. 200312 — URBAIN E. & SCAL C.: Magnéto d'allumage à phases successives. — 18-6-1921.
- N. 203101 — VALERIANI U. G.: Regolatore economizzatore di carburante per motori a scoppio. — 17-9-1921.
- N. 228733 — VERNAZZI P.: Alimentatore per motori a combustione interna. — 6-3-1924.
- N. 199852 — VIOTTI G. B.: Riscaldatore dell'acqua d'alimentazione nelle caldaie. — 25-6-1921.
- N. 203831 — ZOLEO E.: Motore a scoppio in un sol tempo tipo Zoleo. — 25-10-1921.
- N. 228480 — ZOLLER A.: Perfezionamenti nei motori a due tempi. — 8-3-1924.
- N. 227074 — BREGUET L., Soc. An. des Ateliers d'Aviation: Sistema di collegamento fra biella e stantuffo. — 5-1-1924. (Cpl).
- N. 226802 — DUCAMP J. A.: Processo e dispositivo di polverizzazione per carburatori di motori a scoppio. — 31-12-1923. (Cpl).
- N. 228671 — ALLGEMEINE EL. GES.: Schema d'inserzione per apparecchi di blocco a motore con comandi a corrente continua. — 23-2-1924.
- N. 228652 — COMPAGNIE DE SIGNAUX et d'ENTREPRISES EL.: Sistema di leva selettiva per il comando dei segnali azionati elettricamente. — 10-3-1924.
- N. 228394 — DE ANGELIS A.: Utilizzazione di una sorgente di f. e. m. posta sopra la locomotiva per l'azionamento automatico di segnali e di congegni di sbarramento di passaggi a livello, trasmettendo l'energia lungo il filo aereo parallelo ai binari e una delle rotaie resa elettricamente continua, col mettere un palo della sorgente in contatto con la rotaia a traverso le ruote e l'altro palo in contatto temporaneo del filo a mezzo di una racchetta strisciante. — 5-3-1924.
- N. 203827 — IMMIRZI V.: Sistema di alimentazione dei treni elettrici con contatti discontinui fissati all'armamento. — 10-10-1921.
- N. 202505 — NIGRA G.: Isolatore elettrico. — 7-9-1921.
- N. 202506 — Lo stesso. Lo stesso. Lo stesso.
- N. 227822 — ROGNINI & BALBO (Ditta): Dispositivo di comando del contatore per veicoli elettrici ad accumulatori. — 2-3-1924.
- N. 228779 — ACCONRERO B.: Interruttore automatico per circuiti di illuminazione elettrica e simili. — 21-2-1924.
- N. 228720 — « ACCUMULATORI Dr. SCAINI » (Soc. An.): Blocco isolatore per poli di accumulatori elettrici. — 5-3-1924.
- N. 202757 — AKTIENGESSELLSCHAFT BROWN BOVERI: Dispositif, pour amortir le troisième harmonique dans les transformateurs triphasés. — 14-9-1921.
- N. 201371 — ANSALDO Gio. & C. (Soc. An. It.): Comando a distanza di grandi controllers per motori elettrici mediante servomotore a corrente continua. — 3-8-1921.
- N. 228764 — ANTINORO E.: Perfezionamenti nelle pile elettriche secche e seniseche. — 18-3-1924.
- N. 202604 — ANTONELLO D.: Disposizione per interrompere automaticamente una linea elettrica al manifestarsi di una sopratensione. — 24-9-21.
- N. 228315 — APPELMANS C.: Perfezionamenti ai pendoli elettrici. — 20-2-24.
- N. 202934 — BENNET C.: Appareil servant à déterminer les isolateurs defectueux faisant partie d'une chaîne soumise à une tension élevée. — 29-9-1921.
- N. 228454 — BERETTA E.: Interruttore rotativo perfezionato per magneti ad alta tensione. — 27-2-1924.
- N. 228690 — BERETTA L.: Nuovo tipo d'interruttore elettrico a pulsante. — 29-2-1924.
- N. 228618 — BETHENOD J.: Perfezionamenti ai dispositivi amplificatori applicabili specialmente alla telefonia con o senza filo. — 15-3-2419.
- N. 195559 — BEUDMANN P.: Scaricatore per sovratensioni. — 14-2-1921.
- N. 202726 — BINI F.: Perfectionnements dans les appareils électriques à souder. — 10-9-1921.
- N. 228616 — BOITELLE A.: Apparecchio automatico per audizioni di telefonia senza filo. — 15-3-1924.
- N. 202661 — BOMBELLI G.: I territore deviatore elettrico a pulsante con o senza spegni-scintille. — 1-9-1921.
- N. 228767 — BONGRAND J. C.: Perfezionamenti apportati ai rivestimenti con nastri, dei fili e dei cavi elettrici isolati con caucciù. — 18-3-1924.
- N. 227228 — BONKSPONN S. & VIEL G.: Sistema di distribuzione della energia elettrica. — 18-1-1924.
- N. 200693 — BRENNKE F.: Dispositivo di commutazione per determinare lo stato di isolamento della rete a corrente alternata. — 22-7-1921.
- N. 202764 — BROWN, BOVERI & C. A. G.: Processo per accoppiare elettricamente due reti di diversa frequenza. — 15-9-1921.
- N. 202765 — La stessa: Procédé pour protéger en cas de mise à terre des réseaux polyphasés sans neutre accessible. — 15-9-1921.
- N. 195171 — BRYDON S.: Perfezionamenti nella telefonia senza fili, nella telefonia senza fili ed in dispositivi analoghi. — 7-1-1921.
- N. 202776 — CASSAGHI G. B. & C.: Sedia ad appoggio elastico. — 16-9-1921.
- N. 203103 — CLERICI A.: Fioretto per disinserzione a scatto rapido. — 17-9-1921.
- N. 200504 — COMPAGNIA GEN. di EL.: Sistema per comandare interruttori elettrici. — 29-6-1921.
- N. 201223 — La stessa: Sistema di protezione per macchine dinamo elettriche. — 19-7-1921.
- N. 202709 — La stessa: Sistema di trasmissione e ricupero di energia elettrica. — 8-9-1921.
- N. 202786 — La stessa: Interruttore elettromagnetico. — 16-9-1921.
- N. 188007 — COMPAGNIE FRANCAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDES THOMSON HOUSTON: Nouveau redresseur électrique. — 30-6-1920.
- N. 202929 — COPPA E.: Presa di corrente a spine elastiche. — 29-9-1921.
- N. 202930 — Lo stesso: Attacco delle maniglie di apparecchi elettrici o simili all'organo girevole. — 29-9-1921.
- N. 228380 — DANIELI A.: Sistema di protezione dei cavi telegrafici e telefonici od altri in genere dai pericoli derivanti da contatti con linee di trasmissione ad alta tensione. — 27-2-1924.
- N. 228521 — DE KRAMOLIN L. L.: Processo ed apparecchio per impedire l'intercezione delle trasmissioni telefoniche e telegrafiche per mezzo di onde elettriche e per la trasmissione multipla mediante onde elettromagnetiche. — 1-3-1924.
- N. 203822 — DE NOBILI G.: Stufa elettrica a irradiazione forzata del calore. — 6-10-1921.
- N. 202576 — FALCO V. & C.: Contatori per correnti alternate mono o polifasi. — 19-9-1921.
- N. 228537 — FIRLEY W.: Dispositivo per la verifica di linee elettriche. — 10-3-1924.
- N. 202050 — GAIO O.: Sistema di montaggio d'isolatore per linee elettriche mediante capsula metallica fissata alla cavità interna dell'isolatore da una lega fusibile. — 6-8-1921.
- N. 228732 — GROS F.: Processo di produzione di acetilene e di idrocarburi liquidi partendo da miscugli gassosi a base di metano. — 6-3-1924.
- N. 195076 — GROSSMANN P.: Interrupteur électrique. — 31-1-1921.
- N. 163993 — HAMMOND J. H.: Système pour la transmission et la réception d'énergie électrique rayonnante. — 27-12-1917.
- N. 203969 — HASLER ci-devant l'ATELIER DES TELEGRAPHES de G. HASLER: Installation téléphonique secondaire avec sélecteurs de lignes avec touches pour le raccordement indépendant de tous les postes entre eux et avec au moins une ligne de bureau central. — 13-10-1921.
- N. 202502 — HASTINGS R. C. M.: Perfezionamenti agli impianti telefonici selettivi. — 7-9-1921.
- N. 202503 — Lo stesso: Perfezionamenti agli impianti telefonici. — 7-9-1921.
- N. 228803 — HENSEMBERGER (Soc. An. Fabbr. Accumulatori): Dispositivo di fissaggio dei separatori negli accumulatori elettrici. — 7-3-1924.

- N. 228867 — HEDIGER E.: Processo per la fabbricazione di resistenze elettriche senza filo. - 12-3-1924.
- N. 198194 — HOGHSTADTER M.: Carta metallizzata - 7-4-1921.
- N. 203983 — IHLI A. G. ELEKTROTECHN. VERKSTED: Interruttore di corrente a massimo con movimento libero, in cui l'inversione e il distacco avvengono indipendentemente dal senso della rotazione. - 15-10-1921.
- N. 203119 — YUNOD R.: Moteur électrique. - 30-9-1921.
- N. 194487 — LAUT P.: Dispositif de manipulation pour postes radiotélégraphiques à ondes entretenues par arc. - 27-1-1921.
- N. 228338 — LEDERER A.: Corpo illuminato di carbone per lampade elettriche ad incandescenza e procedimento per la sua fabbricazione. - 21-2-1924.
- N. 202266 — MAGERLE E. & Ditta STEINER J. G. m. b. H.: Suoneria elettrica a tenuta di gas e di acqua. - 16-9-1921.
- N. 228545 — MAGRINI A.: Motore monofase a induzione con avviamento ottenuto senza avvolgimenti ausiliari. - 25-2-1924.
- N. 201946 — MANNESMANNROEHREN WERKE (Soc.): Palo tubolare, in più pezzi, scomponibile. - 29-8-1921.
- N. 181156 — MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH Cy Ltd.: Perfezionamenti nei sistemi di trasmissione radiotelegrafica. - 5-1-1920.
- N. 181922 — La stessa: Perfezionamenti nella radiotelegrafia. - 13-2-1920.
- N. 189793 — La stessa: Perfezionamenti negli indicatori di direzione per telegrafia senza fili. - 12-8-1920.
- N. 191225 — La stessa: Perfezionamenti nei sistemi aerei adoperati nelle segnalazioni senza filo. - 23-9-1920.
- N. 194332 — La stessa: Perfezionamenti nelle antenne. - 11-1-1921.
- N. 195241 — La stessa: Perfezionamenti nella telefonia senza fili. - 5-2-1921.
- N. 227493 — La stessa: Perfezionamenti nei circuiti di valvola termionica. - 31-1-1924.
- N. 228603 — La stessa: Dispositivi perfezionati per la produzione del suono. - 14-3-1924.
- N. 202429 — MASCHINENFABRIK OERLIKON: Conducteur encastré dans des rainures de machines dynamo-électriques. - 28-9-1921.
- N. 201873 — METROPOLITAN VICKERS EL Cy Ltd.: Perfezionamenti negli apparecchi di protezione per impianti elettrici. - 17-8-1921.
- N. 201982 — La stessa: Perfezionamenti negli o relativi agli interruttori elettrici. - 31-8-1921.
- N. 202716 — La stessa: Perfezionamenti negli o relativi agli interruttori elettrici. - 9-9-1921.
- N. 228564 — MOCCI: Dispositivo che utilizza la corrente alterata comune generata per alimentare i filamenti dei diodi e dei triodi e gli anodi dei triodi nei ricevitori radiotelegrafici, radiotelefonici e negli apparecchi radiologici. - 12-3-1924.
- N. 203105 — MORETTI R.: Interruttore elettrico parallelo. - 19-9-1921.
- N. 226056 — MORGES S. I. M. S. A.: Processo di fabbricazione di pezzi di meccanica di differenti sezioni mediante riscalatura elettromeccanica del materiale ed apparecchio per l'attuazione di tale processo. - 2-11-1923.
- N. 228462 — NEGRI G.: Dispositivo di fissaggio di conduttori elettrici aerei agli isolatori, atto a limitare le dispersioni di corrente dovute agli effluvi degli isolatori stessi. - 28-2-1924.
- N. 228881 — PASTORELLO S.: Pila elettrica. - 14-3-1924.
- N. 201916 — PEREGO A.: Dispositif antiinductif destiné à éliminer les perturbations locales dans le récepteur des stations radiotéléphoniques et radiotélégraphiques. - 25-8-1921.
- N. 201917 — Lo stesso: Station radiotéléphonique et radiotélégraphique réceptrice et transmettante. - 25-8-1921.
- N. 201918 — Lo stesso: Station radiotéléphonique et radiotélégraphique réceptrice et transmettante. - 25-8-1921.
- N. 202662 — PETERSEN MAGNE H.: Innovazioni nei sistemi per la trasmissione senza fili di scritti, ritratti e simili. - 1-9-1921.
- N. 176044 — PIEPER H.: Système de bobinage de rotors ou stators dans toutes machines électriques. - 11-6-1919.
- N. 202792 — PRADA C.: Innovazioni negli interruttori elettrici a pulsante in genere. - 17-9-1921.
- N. 202539 — PRITCHETT W. J.: Perfectionnements aux interrupteurs électriques. - 12-9-1921.
- N. 228455 — RADIOTIVE CORPORATION: Apparecchio telefonico. - 27-2-1924.
- N. 190983 — REINHEIMER M.: Interruttori in un sol pezzo colla presa di corrente. - 28-9-1920.
- N. 207714 — RELAY (The) AUTOMATIC TELEPHONE Cy Ltd.: Perfezionamenti nelle centrali telefoniche. - 17-2-1922.
- N. 228958 — RICHARD GINORI SOC. CERAMICA: Isolatore a bastone portante per linee elettriche. - 17-3-1924.
- N. 226971 — RICHARD J. M. & LEON G.: Perfezionamenti alla costruzione dei nuclei magnetici laminati per bobine di trasformatori e altre applicazioni elettriche. - 29-12-1923.
- N. 226417 — RINGSDORFF WERKE A. G.: Resistenza elettrica non induttiva e senza capacità. - 4-12-1923.
- N. 226684 — ROESING O.: Isolatore di sostegno. - 28-12-1923.
- N. 202714 — ROSSETTI A.: Giunto per cavi e fili elettrici. - 9-9-1921.
- N. 228080 — SALERNI G.: Collare per linee elettriche ad alta tensione. - 14-2-1924.
- N. 203242 — SALT A.: Valvola automatica a interruzione d'intensità. - 11-2-1922.
- N. 202480 — SCHNEIDER F.: Dispositif de réception pour ondes électriques. - 30-9-1921.
- N. 202273 — SCHOMBURG & SOEHNE A. G. (Ditta): Procedimento per il fissaggio di corpi nella cavità di oggetti di porcellana particolarmente per la fabbricazione di isolatori a due o più mediante contrazione. - 16-9-1921.
- N. 202761 — SEMENZA G.: Mensola girevole per sospensione di linee di contatto per trazione elettrica. - 15-9-1921.
- N. 202779 — SICILIANI E. & C. (Ditta): Interruzione di corrente a doppia rotazione con scatto rapido. - 16-9-1921.

- N. 202501 — SIEMENS SCHUCKERT WERKE GESELLSCHAFT BESCHRAENKTER HAFTUNG.: Disposizione di avviamento per motori elettrici. - 7-9-1921.
- N. 202351 — SIGNAL GESELLSCHAFT m. b. H.: Disposition pour la régulation de phases dans les installations de force motrice électriques à courant alternatif. - 23-9-1921.
- N. 188874 — SILENT VALVE MOTOR CORPORATION: Apparecchi per generare automaticamente elettricità. - 10-7-1921.
- N. 202789 — SPENGLER E. & H. CHENN (Soc.): Commutateur interrupteur à rupture brusque. - 17-9-1921.
- N. 202908 — SPLITDORF ELECTRICAL Cy: Dispositif formant collecteur de courant et bloc à bornes de prise de courant combinés. - 28-9-1921.
- N. 228630 — STRASSER A. & MUELLER C.: Elettrodi di piombo per accumulatori elettrici e sistema per la loro preparazione. - 6-3-1924.
- N. 203755 — TAGLIAFERRI L.: Perfezionamenti nei forni elettrici. - 22 luglio 1922.
- N. 201931 — TIGERSTEDT E. MAGNUS CAMPBELL: Dispositif pour faire fonctionner deux ou plusieurs machines en synchronisme. - 26-8-1921.
- N. 227757 — TORDA T.: Motore asincrono ad induzione. - 30-1-1924.
- N. 203727 — VALENTINI E.: Interruttore per corrente elettrica a duplice azione di contatti. - 27-4-1922.
- N. 177243 — VIERSEN (Van) & C.: Procédé destiné à joindre de fils métalliques en particulier ceux de conducteurs électriques. - 20-8-1919.
- N. 201846 — VILLANI L.: Innovazione nelle suonerie elettriche. - 12-8-21.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE SARDA

Relazione delle sedute 24 e 31 gennaio 1926.

I soci della Sezione Sarda vennero convocati il 24 ed il 31 gennaio nella sede sociale per discutere il seguente ordine del giorno:

Relazione bilancio 1925-1926;
Nomine cariche sociali;
Aumento della quota sociale;
Varie.

Presiede il Presidente Ing. Cav. Silvio Silva; presenti numerosi soci. Viene discusso e approvato il bilancio dell'esercizio 1925, bilancio che qui sotto si prospetta.

Viene discusso il bilancio preventivo 1926, tenendo conto degli aumenti dei contributi da versare alla sede centrale e su proposta del Presidente, Ing. Silva, viene deciso di elevare le quote individuali e collettive della Sezione Sarda rispettivamente a L. 60 e L. 200.

Al posto del Segretario uscente, Ing. Passerini, viene all'unanimità eletto l'Ing. Gaetano Lixi. Viene quindi formata una Commissione composta dall'Ing. Simonetti, Ing. Lombardini, Ing. Pavesi per lo studio dello Statuto della Sezione e una Commissione composta dall'Ing. Lixi, Ing. Landucci e Sig. Marchisio per la scelta di riviste e pubblicazioni per la Sezione stessa e a questo scopo viene stanziata una congrua somma nel bilancio 1926.

Dopo di che il Presidente dichiara sciolta la seduta.

Bilancio 1925.

Introiti:

Rimanenza al 31 dicembre 1925	L. 1.190,15
Quote soci 1925:	
N. 66 individuali	» 3.300,—
N. 9 collettivi	» 900,—
Rimborso spese postali, annuari	» 44,—
Interessi attivi al 31 dicembre 1925	» 92,50
Totale	L. 5.526,65

Spese:

Versate alla Sede per contributo quote soci 1925:	
N. 66 individuali a L. 35	L. 2.310,—
» 9 collettivi a L. 70	» 630,—
» 2 morosi a L. 17,50	» 35,—
Spese postali e telegrafiche	» 150,05
Abbonamento Rivista « Impresa Elettrica »	» 80,—
Stampati e cancelleria	» 25,20
Fitto locale 1925	» 600,—
Varie	» 445,50
Totale	L. 4.275,75

Rimanenza attiva da portare a conto nuovo	L. 1.250,90
---	-------------

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La Riunione di Napoli.

Iniziamo oggi la pubblicazione dei verbali dell'ultima riunione sociale, con quello della seduta inaugurale imperniata sul brillante discorso del Presidente Generale, Prof. SARTORI.

Forni elettrici ed empirismo.

Ci siamo già dovuti occupare molte volte dell'empirismo da cui si sono lasciati dominare per molto tempo taluni particolari rami della tecnica, nonostante la loro grande affinità con altri sviluppatasi sempre secondo i criteri più razionali. All'elenco va aggiunto, come ha assai bene ricordato il Prof. REBORA nella sua comunicazione alla Sezione di Milano — di cui oggi diamo il testo — l'industria del forno elettrico, considerata dal punto di vista puramente elettrotecnico. Non si vuol qui menomamente porre in discussione la competenza siderurgica dei progettisti e costruttori di forni elettrici; ma si vuol rilevare il fatto incontrovertibile che essi sono spesso caduti in ingenuità ed in gravi errori dal punto di vista elettrico. Più di un collega nostro sarebbe in grado di aggiungere altri esempi tipici a quelli citati dal Rebora: garanzie di potenza e di fattori di potenza che era materialmente impossibile di raggiungere con quella data disposizione di forno: organi relativamente delicati, come servomotori, messi in prossimità di conduttori secondari ad arroventarsi per le correnti in essi indotte dal campo dei conduttori stessi, ecc., ecc. Eppure il forno monofase a resistenza di cui si è occupato il Rebora, costituisce un caso tipico fra quei circuiti elementari che si studiano — o si dovrebbero studiare — in ogni corso di elettrotecnica: il circuito con reattanza costante (praticamente) e resistenza variabile, il cui comportamento può essere rappresentato col più semplice e più elementare dei diagrammi circolari. Ma — disgraziatamente — la collaborazione, la coordinazione delle varie competenze è ancora ben lontana dall'essere raggiunta in molte delle nostre industrie. Per questo, e per quel singolare senso di mistero in cui gli specialisti del forno elettrico hanno creduto opportuno di rinchiudersi, accade, come ricorda il Rebora, che si ricada ancora oggi negli stessi errori e negli stessi inconvenienti già lamentati molti anni or sono.

Come è sua lodevole abitudine il Rebora riporta molti dati numerici concreti, e mostra come sia possibile calcolare la reattanza del circuito secondario costituito dal forno, in un modo molto semplice e tuttavia sufficiente ad evitare grossolani errori di progetto.

Elogio inglese alla nostra industria dei cavi.

Riportiamo con piacere più avanti, il lusinghiero giudizio dell'Addenbrooke sui progressi veramente cospicui conseguiti in Italia nella fabbricazione dei cavi. Ed in relazione a quanto è detto sopra ci piace constatare che tale risultato è soprattutto dovuto ai seri criteri scientifici ed ai procedimenti razionali, con cui, nelle principali nostre fabbriche di cavi, si studia e si esperimenta, non lesinando — con saggia larghezza di vedute — su quanto riguarda lo sviluppo dei laboratori di ricerca.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

LE CONDIZIONI ELETTRICHE DI FUNZIONAMENTO DEI FORNI A RESISTENZA □

GINO REBORA



Comunicazione tenuta alla Sezione di Milano

il 2 febbraio 1926

1. - Premessa.

Il presente studio riguarda i fenomeni elettrici presentati dai forni a resistenza alimentati da corrente alternata all'infuori da ogni considerazione elettrochimica. Esso si riferisce specialmente ai forni monofasi oggi impiegati per la produzione di carburo, ferro-leghe, abrasivi e simili.

I concetti fondamentali qui svolti si applicano però ad ogni altro tipo di forno.

*

La costruzione e l'uso dei forni elettrici sono stati per molti anni avvolti in una discreta ombra di mistero. I segreti di esercizio, i particolari di progetto e di impiego a stento acquisiti attraverso dura e costosa esperienza portavano e portano in molti casi ancor oggi a rendere questa applicazione elettrotecnica separata dalla grande corrente critica e innovatrice.

Con ciò si spiegano parecchi errori ripetuti a distanza di anni ed il riprodursi di fenomeni constatati negli effetti ma non sempre spiegati nelle loro cause.

Oggetto di questa breve monografia è la esposizione delle condizioni elettriche che reggono il funzionamento dei forni a resistenza a corrente alternata ed il calcolo dei principali elementi in giuoco.

Il desiderio di inquadrare i fatti osservati, sorse in me sino dal 1910-1911 in seguito a prove e ad osservazioni su di un grande impianto di forni.

Sino a che i progettisti si limitarono ad unità monofasi di piccola potenza, intorno a 500 kW non vennero in luce inconvenienti elettrotecnici, e ciò valse ad infondere fiducia ed a spingere gli ideatori di forni alla costruzione di unità monofasi maggiori, sino a 1500 kW ed oltre.

Lo stesso tipo di forno ingrandito per semplice legge di similitudine da 500 a 1500 kW rivelò per contro gravi inconvenienti. Non riuscì intanto ad assorbire la energia preventivata. Non tutti gli industriali videro subito le cause dell'insuccesso e si limitarono in genere a constatarne le conseguenze.

Una semplice trattazione del fenomeno elettrico metterà in luce il comportamento dei forni, permetterà le previsioni, evitando insuccessi a tutto guadagno di tempo e di danaro.

Le constatazioni sperimentali su parecchi forni qui raccolte confermano in modo completo le deduzioni di calcolo.

Non mi risulta che altri abbia pubblicato considerazioni analoghe a quelle qui presentate. In ogni modo credo utile comunicare ai colleghi il risultato delle mie osservazioni dirette iniziate sino dal 1910-1911 e continuate in questi anni convinto che la conoscenza dei fatti torna sempre di giovamento a tutti.

2. - Schema elettrico del forno.

Lo schema elettrico di un forno monofase di tipo comune è indicato in fig. 1.

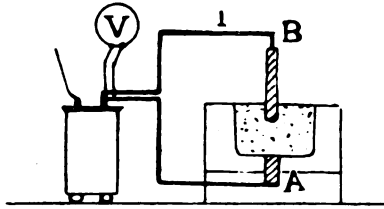


Fig. 1.

Possiamo quindi, considerando il secondario del trasformatore, paragonare senz'altro il forno ad una grande spira (spira-forno). Il circuito equivalente è segnato in fig. 2.

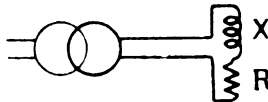


Fig. 2.

Siano :

- X reattanza del circuito secondario (spira-forno) in ohm;
- L induttanza corrispondente in Henry $X = 2 \pi f L$;
- f frequenza (cicli sec.);
- V tensione ai morsetti del secondario del trasformatore, in volt in relazione ad ogni condizione di carico;
- i corrente nel secondario in ampère;
- R resistenza efficace del forno in ohm;
- W potenza in kW erogata dal secondario del trasformatore;
- $\cos \varphi$ fattore di potenza del carico-forno.

Supponiamo, per un momento, di conoscere tutte le grandezze elencate, e teriamole come costanti, perchè inerenti ad ogni dato tipo di forno, V , X .

3. - Fattore di potenza per ogni valore di corrente.

$$W = \frac{Vi \cos \varphi}{1000} = \frac{Ri^2}{1000}$$

$$\cos \varphi = \frac{Ri^2}{Vi}$$

Dal diagramma delle potenze: apparente, attiva e reattiva, si ricava:

$$(Vi)^2 = (Ri^2) + (Xi^2)$$

e sostituendo:

$$\cos \varphi = \frac{\sqrt{(Vi)^2 - (Xi^2)}}{Vi}$$

$$\cos \varphi = \frac{\sqrt{V^2 - (Xi)^2}}{V} \quad (1)$$

4. - Potenza erogata per ogni valore di corrente.

La potenza erogata al secondario del trasformatore è:

$$W = \frac{Vi \cos \varphi}{1000} = Vi \frac{\sqrt{V^2 - (Xi)^2}}{V}$$

$$W = \frac{i}{1000} \sqrt{V^2 - (Xi)^2} \quad (2)$$

Dati V , X , cioè il forno così come si trova, la potenza in kW è determinata per ogni valore di corrente.

5. - Potenza massima del forno.

Per il massimo valore di W (2) dovrà essere massima l'espressione $i \sqrt{V^2 - (Xi)^2}$.

Eguagliando a zero la derivata prima:

$$\frac{d}{di} (i \sqrt{V^2 - (Xi)^2}) = 0$$

$$2iV^2 - 4i^3 X^2 = 0$$

$$i = 0,7 \frac{V}{X}$$

La derivata seconda:

$$\frac{d^2}{di^2} (i \sqrt{V^2 - (Xi)^2})$$

risulta negativa per il valore $i = 0,7 \frac{V}{X}$ che annulla la derivata prima epperò si tratta in realtà di un massimo della funzione in esame.

La potenza massima del forno è quindi ottenuta per una corrente data da:

$$i_{W \max} = 0,7 \frac{V}{X} \quad (3)$$

Sostituendo (3) in (2) ho:

$$W_{\max} = \frac{0,7 V}{1000 X} \sqrt{V^2 - \left(X \frac{0,7 V}{X}\right)^2}$$

$$W_{\max} = \frac{0,5 V^2}{1000 X} \quad (4)$$

La potenza massima del forno è determinata dalla tensione V e dalla reattanza X del forno.

6. - Fattore di potenza del forno alla potenza massima.

Nella (1) sostituendo ad i il valore (3) si ha:

$$\cos \varphi = \frac{\sqrt{V^2 - \left(X \frac{0,7 V}{X}\right)^2}}{V}$$

$$\cos \varphi_{W \max} = 0,7 \quad (5)$$

Alla potenza massima il forno avrà un $\cos \varphi = 0,7$. Il forno potrà funzionare a $\cos \varphi > 0,7$ quando non sarà spinto al limite; quando cioè la corrente (dati V , X) non corrisponderà alla potenza massima possibile.

Se un forno presenta un fattore di potenza 0,7, ciò significa che eroga corrente corrispondente alla sua potenza massima. Se il $\cos \varphi$ è $> 0,7$ il forno funziona con corrente minore di quella relativa alla potenza massima.

Se infine è $\cos \varphi < 0,7$ il forno eroga inutilmente maggiore corrente con potenza minore della massima.

E in realtà si è constatato che un forno incapace di assorbire la potenza preventivata raggiungeva un massimo, e regolando le cose in modo da aumentare la corrente la produzione del forno (carburo di calcio) diminuiva. La produzione infatti costituisce una misura wattometrica.

La potenza massima corrisponde ad $R = X$.

In queste condizioni:

$$X = \frac{W}{i^2}$$

7. - Corrente massima assoluta.

La corrente del forno è in generale $i = \frac{V}{\sqrt{R^2 + X^2}}$.

Come caso limite, teorico, la corrente, massima qualora le resistenze tutte potessero idealmente essere ridotte a zero, diviene:

$$i_{\max} = \frac{V}{X} \quad (6)$$

In tali condizioni però $\cos \varphi = 0$ e la potenza assorbita dal forno è nulla.

8. - Frequenza.

E' facile vedere l'effetto della frequenza sull'andamento del forno. Siccome la reattanza varia proporzionalmente alla frequenza, basterà introdurre nelle formule viste il nuovo valore della reattanza.

Si trascurano qui gli effetti secondari, che influiscono alla loro volta sul valore della X .

A parità di ogni altra condizione un forno alimentato a bassa frequenza assorbe potenza maggiore di quando eroga energia a frequenza più elevata.

Questa è la causa di insuccesso di forni di tipo identico ad altri ma alimentati a frequenza più alta.

9. - Tensione ai poli del forno.

Per tensione ai poli del forno intendo la tensione indicata da un voltmetro inserito tra l'arrivo della conduttura all'elettrodo superiore ed il blocco di fondo (punti A, B, fig. 1).

Se si trascurano le perdite nella conduttura, piccole in paragone della potenza del forno, e si ritiene costante la tensione ai morsetti del trasformatore si può agevolmente desumere la tensione v disponibile tra A e B.

Tutte le approssimazioni adottate non infirmano i risultati pratici.

Siano:

v tensione tra A e B in volt in relazione ad ogni condizione di carico;

X_1 reattanza in ohm relativa al tratto di circuito A B (fig. 1)

$$X_1 = X \frac{P_1}{P};$$

$P_1 = AB$, essendo P il perimetro totale della spira-forno, ed X la reattanza totale del forno;

V tensione al II° del trasformatore in volt,

i corrente in ampere.

Dalla fig. 3 si deduce:

$$V^2 = (Ri)^2 + (Xi)^2$$

$$v = (Ri)^2 + (Xi)^2$$

$$v = \sqrt{V^2 - i^2(X^2 - X_1^2)} \quad (7)$$

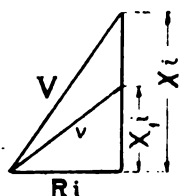


Fig. 3.

10. - Reattanza del forno.

Il calcolo della reattanza di spire, avvolgimenti, circuiti più o meno complessi, è sempre un problema difficile.

Basti pensare che anche per la induttanza di una semplice spira circolare, ben definita, si deve ricorrere a formule empiriche. Gran numero di esse esiste ma nessuna dà risultati precisi.

Tanto più arduo si presenta il problema per la spira-forno in parte male definita, di forma complessa e variabile lungo il suo sviluppo.

Nei forni si può intanto osservare che esistono indipendentemente da tutto il resto parecchi fattori che turbano il computo della reattanza.

Cito i principali:

a) Distribuzione alternata delle sbarre ($\pm$) per tratti più o meno lunghi;

b) Masse magnetiche vicine, cerchiature, fondi di acciaio, sbarre, rotaie di consolidamento o di sostegno;

c) Correnti parassite in tutto il circuito spira-forno;

d) Variabilità di forma e di perimetro della spira-forno col scendere e salire dell'elettrodo.

e) Lunghezza dell'elettrodo, distribuzione, quantità ed entità della carica nel bacino del forno.

*

Nelle mie ricerche, dopo molti tentativi, ho pensato di usare una delle formule destinate al calcolo della induttanza di spire circolari, sostituendo al raggio medio della spira circolare il raggio dedotto dal perimetro effettivo, e complesso della spira-forno.

L'esattezza assoluta, qualora fosse anche possibile, non avrebbe significato in questa applicazione in cui, come la esperienza dimostra, la L varia anche per uno stesso forno a seconda del regime e delle condizioni strutturali e di manovra. (Vedi diagrammi).

11. - Verifica sperimentale della ipotesi.

Per stabilire la portata della mia assunzione e determinare l'effetto delle deformazioni del circuito in confronto al circolare ho eseguito una serie di prove sopra un modello.

Si potrebbe obiettare che variando le proporzioni del modello (rapporto tra perimetro, spessore e larghezza di spira) i risultati potrebbero mutare.

Le prove fatte sui forni stessi però mi hanno confermato l'attendibilità della impostazione di calcolo accennata.

*

La serie delle esperienze destinate a mettere in evidenza l'effetto della forma del circuito fu stabilita partendo da una

bobina circolare di m. 1,02 di diametro medio, periferia m. 3,20 — N. 100 spire — filo rame 10/10 — diametro del fascio dei fili 16 mm. (Vedi fig. 4).

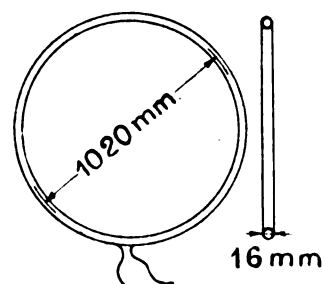
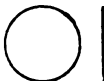
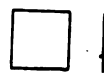
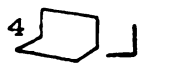
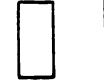
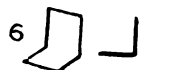
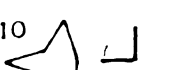


Fig. 4.

Misurata la induttanza, la bobina venne successivamente deformata, senza nulla cambiare all'infuori della forma del suo perimetro nei modi specificati nella Tabella I^a.

TABELLA I

Tipo e dimensioni della bobina		Induttanza in Henry L
Cerchio — Diametro m. 1,02	1  Fig. 5.	0,028
Due mezzi cerchi ad angolo retto — Diametro come al N. 1	2  Fig. 6	0,0277
Quadrato di m. 0,80 di lato	3  Fig. 7.	0,0278
Quadrato come al N. 3, piegato in due metà ad angolo retto	4  Fig. 8.	0,0262
Rettangolo m. 0,50 x 1,10	5  Fig. 9.	0,0265
Rettangolo come al N. 5, piegato in due metà ad angolo retto	6  Fig. 10.	0,025
Rettangolo m. 0,40 x 1,20	7  Fig. 11.	0,0248
Rettangolo come al N. 7, piegato in tre parti ad angolo retto	8  Fig. 12.	0,0223
Triangolo equilatero m. 1,07 di lato	9  Fig. 13.	0,0263
Triangolo come al N. 9, piegato in due metà ad angolo retto	10  Fig. 14.	0,0253

Risulta chiaro che le variazioni della induttanza col mutare anche notevole della forma sono relativamente piccole. La media della induttanza delle forme piane (1, 3, 5, 7, 9, tabella 1^a) ha variato tra 0,028 e 0,0248 con una media di 0,027 contro 0,0255 risultante dal calcolo della spirale circolare usando la formula di Perry (vedi Capo 12).

La media generale delle 10 prove, comprendendo anche le figure in piani diversi (2, 4, 6, 8, 10) risulta di 0,0263 cogli estremi: 0,028 e 0,0228.

*

Ciò dimostra che le formule per le bobine circolari si possono adottare anche per le forme che si scostino anche notevolmente dal cerchio.

Il controllo poi su spire-forno reali sarà sempre utile poiché non bisogna dimenticare che anche per le bobine circolari le diverse formule proposte danno risultati che spesso variano fra loro persino del 15 ÷ 20 %.

12. - Metodo di calcolo di X.

Fra le diverse formule note, ho applicato al caso speciale dei forni la espressione di Perry, dimostratasi già ottima in molti casi pratici. La induttanza di Henry per una spira è: ⁽¹⁾

$$L = \frac{a^2}{1,85a + 3,5b + 3,1c} 10^{-7} \quad (8)$$

essendo:

- a) raggio medio della spira;
- b) dimensione assiale;
- c) dimensione radiale.

Tutto in cm. (fig. 15).

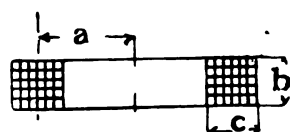


Fig. 15.

Nel caso del forno: b, c sono i valori medi di ingombro delle condutture, elettrodi, ecc.

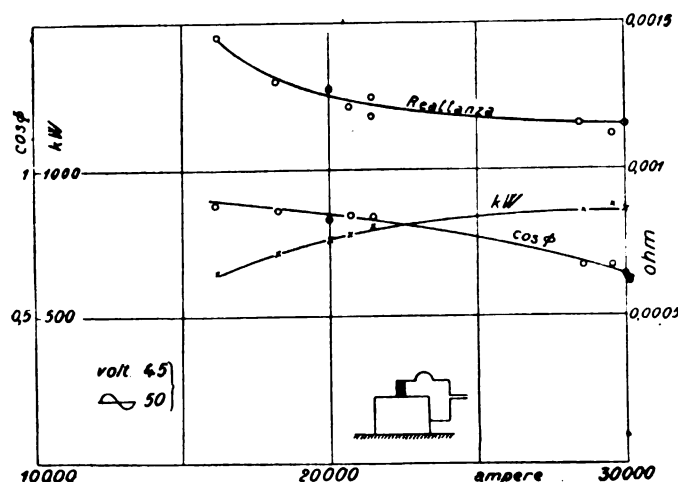


Fig. 16.

Il raggio medio a è ricavato dallo sviluppo medio P di tutta la spira-forno per il tratto nel quale le condutture corrono separate. Escludendo cioè le porzioni di circuito in cui le due polarità sono frammiste (sbarre alternate $\pm$)

$$a = \frac{P}{2\pi}$$

P - sviluppo medio del circuito spira-forno in cm.

La reattanza in ohm del forno è $X = 2\pi f L$.

*

La formula che io propongo dedotta da quella di Perry si avvicina abbastanza bene alla realtà.

Formule assai più complesse e faticose nelle applicazioni non danno risultati migliori.

(1) Nel caso generale di N spire la formula diviene:

$$L = \frac{N^2 a^2}{1,85a + 3,5b + 3,1c} 10^{-7}$$

In ogni modo si può ricorrere per questo calcolo ad una qualunque delle formule destinate alle spire circolari.

13. - Rilievi sperimentali sui forni.

La reattanza dei forni è variabile. Le ragioni vennero già indicate. L'esperienza indica anche che la reattanza tende a

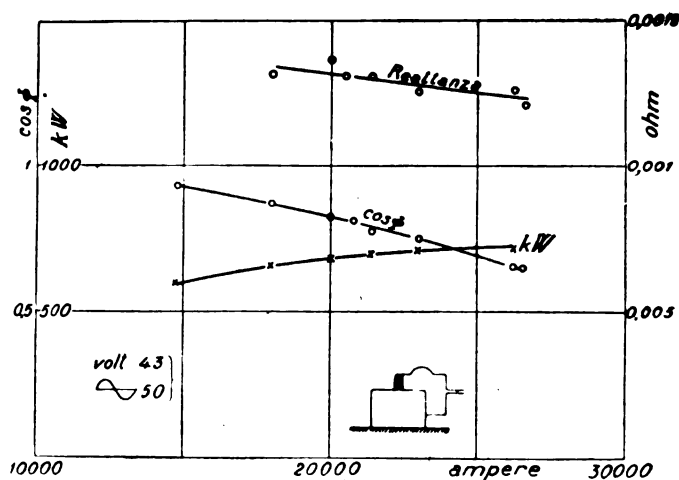


Fig. 17.

diminuire col carico almeno sino ad un certo valore della corrente.

I diagrammi fig. 16 17, 18, 19, 20 riassumono i risul-

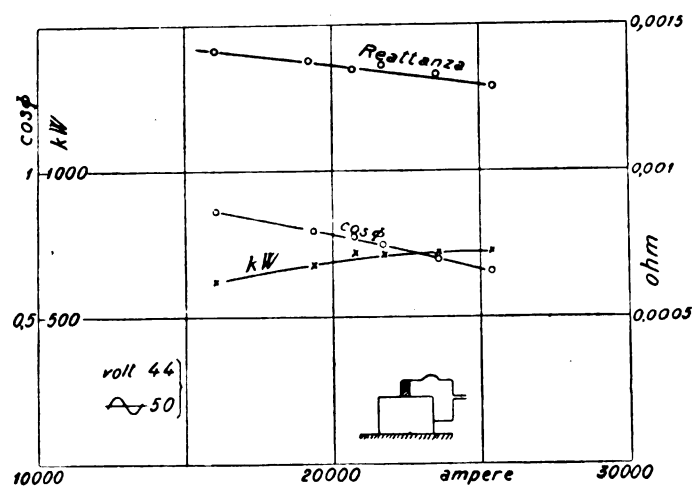


Fig. 18.

tati di esperienza e la tabella II^a raccoglie i dati numerici caratteristici.

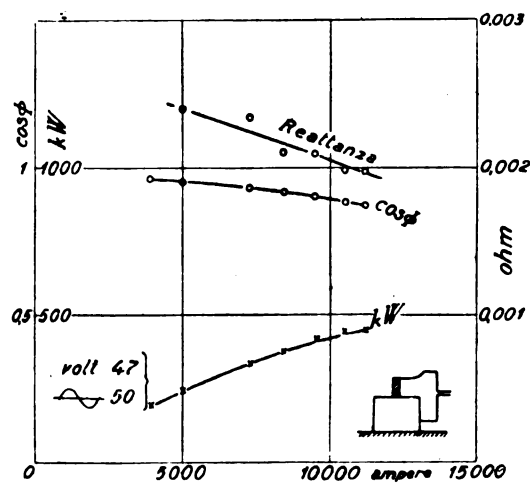


Fig. 19.

Le reattanze sono ricavate dalle misure, scomponendo la energia apparente in attiva e reattiva.

L'energia reattiva = Xi^2 fornisce il valore di X per ogni corrente.

TABELLA II.

Tipo	Volt ai morsetti trasformatore	Ampere	cos φ	Reattanza ohm		kW funzionamento	kW massimi		OSSERVAZIONI
				trovata	calcolata		trovati	calcolati	
A fig. 16	45	28000	0,7	0,00115	0,0012	865	865	875	Forno con grande quantità di ferro (rotaie) nella struttura.
B fig. 17	43	25000	0,7	0,00125	0,0012	720	720	737	Lo stesso come in A, struttura modificata levando le rotaie.
C fig. 18	44	24000	0,7	0,0013	0,0012	730	730	745	Tipo analogo a B.
D fig. 19	47	11000	0,88	0,002	0,0019	450	—	550	Tipo analogo a B, C ma di minor potenza.
E fig. 20	100	18000	0,7	0,004	0,0043	1300	1300	1250	Tipo analogo ai precedenti, ma con grande sviluppo di condutture.
F	70	9100	0,97	0,0022	0,0022	620	—	1100	Tipo analogo ad E ma di minore potenza.

I valori della X riportati nella tabella II^a corrispondono alle condizioni di funzionamento del forno.

Tutti i tipi della tabella II^a sono monofasi a 50 periodi e di struttura simile. La loro potenza è però diversa.

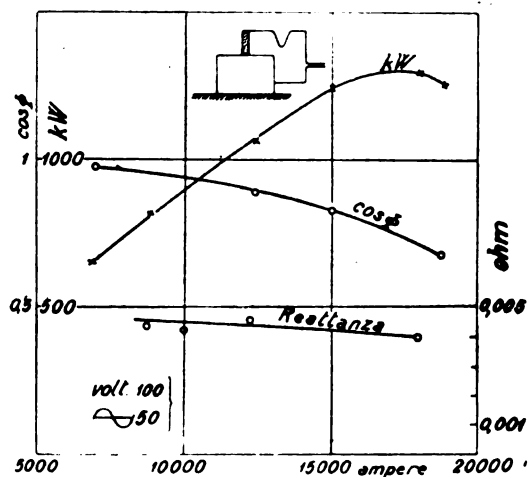


Fig. 20.

I forni D, F non funzionano alla potenza massima possibile e difatti manifestano un cos φ assai elevato.

Le tensioni indicate nella tabella II^a sono quelle corrispondenti al regime di funzionamento del forno.

14. - Conclusione.

Dall'esame dei risultati raccolti si deduce che le formule ed il metodo proposti permettono di prevedere nei suoi tratti generali il regime elettrico del forno, dando mezzo al tecnico di evitare sorprese spiacevoli e costose. Così i forni A, B, C erano stati costruiti per 1500 kW; potenza questa che essi non poterono mai assorbire. In servizio la loro prestazione si ridusse a circa metà della preventivata, il che sarebbe stato prevedibile colle formule alle quali sono giunto.

La esperienza dunque conferma pienamente il calcolo.

E' quanto desideravo segnalare.

In materia di applicazioni infatti le formule vanno sempre appoggiate ad una serie di prove non tanto per il controllo del calcolo astratto, quanto per la verifica delle ipotesi fisiche che stanno a base del calcolo stesso.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Problemi vitali intorno alla protezione degli impianti elettrici. (J. A. I. E. E., novembre 1925, pagina 1226).

Si tratta della Relazione ufficiale del Comitato degli Apparecchi di Protezione, istituito da parecchi anni dall'Istituto degli Ingegneri Elettrotecnici Americani.

Centrali automatiche. — Gli apparecchi destinati alle centrali automatiche si distinguono da quelli per centrali a comando diretto perchè devono garantire un perfetto funzionamento pur essendo ispezionati solo a lunghi intervalli, ed anche perchè devono essere capaci di agire successivamente senza gravi deterioramenti fino a parecchi milioni di volte.

Per sottostazioni di conversione automatiche a 600 V per alimentazione di reti tramviarie cittadine, il Comitato raccomanda come minimo un complesso di apparecchi di protezione che intervenga opportunamente in ciascuno dei seguenti casi: sovraccarico sulla corrente alternata o sulla continua, sovraccarico prolungato, abbassamento della tensione alternata, inversione della corrente continua, riscaldamento eccessivo dei reostati, interruzione del circuito di campo, velocità di fuga, riscaldamento dei cuscinetti, irregolarità nel ciclo delle operazioni di avviamento, formazione di archi.

Il Comitato raccomanda di disporre apparecchi i quali limitino il carico della macchina quando la temperatura giunge a pochi gradi sotto al valore pel quale i relais produrrebbero il distacco della macchina dal sistema. La macchina resta così in funzione, sia pure a carico ridotto aiutando a mantenere la tensione nella rete. La macchina funzionando a carico ridotto generalmente si raffredda da sola. Se il riscaldamento eccessivo deriva da guasti ai dispositivi di ventilazione, essi possono così con comodo venir riparati dal personale che viene mandato dall'ufficio centrale dove l'anormale riscaldamento sarà stato segnalato a distanza con appositi apparecchi.

Nelle cabine di trasformazione per distribuzioni a corrente alternata, è raccomandato oltre alla protezione contro i sovraccarichi, il dispositivo di richiusura dei circuiti in partenza, per assicurare la continuità del servizio. L'alimentazione della cabina sarà assicurata con una protezione di tipo equilibrato, o a sovraccarico, o a ritorno di corrente sulle linee alimentanti in parallelo la cabina; oppure mediante un dispositivo automatico di smistamento se le linee in arrivo non sono in parallelo. Ogni trasformatore avrà una protezione differenziale in modo che ogni unità difettosa possa essere esclusa indipendentemente dalle altre senza interrompere il servizio. La protezione degli apparecchi in cabina può essere ridotta a quella contro i riscaldamenti e contro le terre.

Pei circuiti a 2200 V o a 6600 V il Comitato ritiene generalmente che si debba avere la richiusura automatica per tre volte degli interruttori scattati, prima che intervenga il dispositivo di blocco: le richiusure in media avvengono a 30'', a 60'' e a 180'' rispettivamente dopo il primo scatto.

Il Comitato mette in rilievo la importanza sempre maggiore che va prendendo la centralizzazione dei comandi e la necessità che l'operatore non debba ricevere ordini telefonici ma possa avere ad ogni

momento sott'occhio le indicazioni di quanto avviene a distanza in ciascuna installazione. Le indicazioni che si ritengono al minimo indispensabili nella cabina dell'operatore sono le seguenti: corrente generata da ogni unità, posizione di tutti gli interruttori, allarme per i guasti ai dispositivi di ventilazione, allarme per il raggiungimento della temperatura pericolosa nell'aria di scarico di ogni unità, allarme per l'intervento dell'apparecchio di blocco per distacco definitivo di una unità. Queste indicazioni si riferiscono in particolare agli impianti automatici Edison a corrente continua; per gli impianti automatici di distribuzione di corrente alternata l'equipaggiamento richiesto è più semplice.

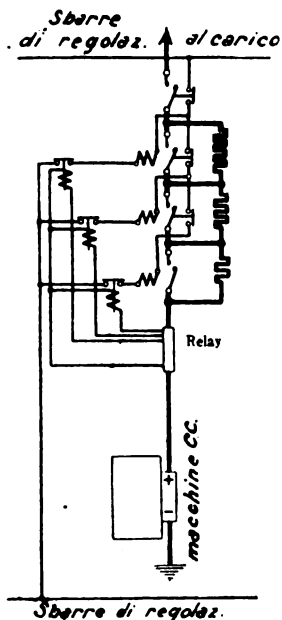


Fig. 1.

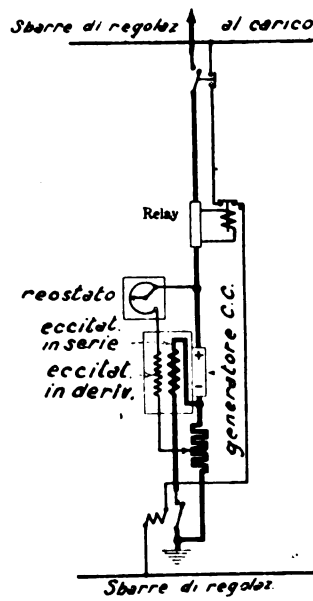


Fig. 2.

La Relazione esamina poi i diversi tipi di dispositivi di limitazione di carico nell'eventualità di sovraccarichi in impianti automatici di distribuzione a corrente continua.

Il tipo a resistenze in serie (Fig. 1) è il più antico ed è applicabile ai convertitori sincroni e a tutti i tipi di generatori. Generalmente si impiegano tre resistenze in serie che vengono inserite successivamente nel caso di sovraccarichi. Se il sovraccarico dura tanto a lungo da mantenere inserite tutte le resistenze e riscaldarle oltre un certo limite, interviene un relais termico che disinserisce la macchina per inserirla poi nuovamente a raffreddamento avvenuto.

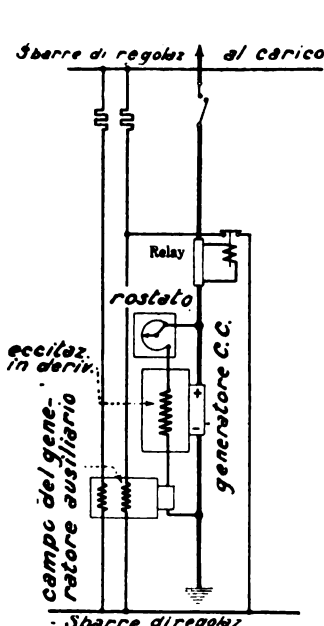


Fig. 3.

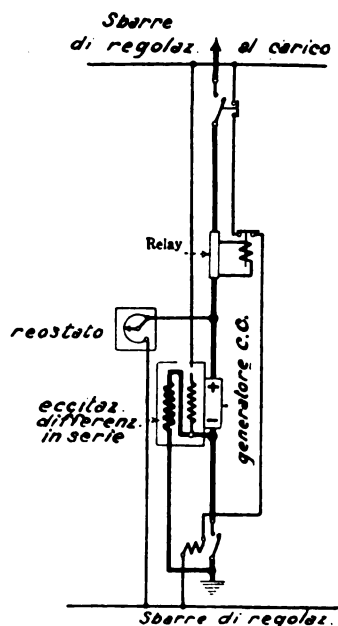


Fig. 4.

La limitazione del carico mediante inserzione di resistenza nel campo, col dispositivo indicato in figura 2, è applicata quasi esclusivamente per dinamo compound. Quando interviene il relais di sovraccarico si apre un interruttore e ne viene: che la dinamo diventa eccitata in derivazione, che la resistenza che shuntava l'eccitazione in serie viene inserita in serie colla macchina, e che il campo in derivazione viene indebolito per causa della caduta di tensione in detta resistenza.

Per le dinamo in derivazione è usato il dispositivo di limitazione di carico mediante una forza controelettromotrice ausiliaria. Come è indicato in figura 3, si fa uso di un piccolo gruppo generatore ausiliario coll'armatura in serie col campo del generatore principale.

Il generatore secondario ha due avvolgimenti di eccitazione di cui il primo ha lo scopo di produrre una eccitazione costante separata e l'altro, ausiliario, serve a ridurre la corrente nel campo in derivazione del generatore principale, quando viene inserito dietro apertura del relais di sovraccarico.

Un altro sistema è rappresentato in figura 4. Vi è una eccitazione in serie, differenziale, la quale viene inserita soltanto quando scatta il relais di sovraccarico.

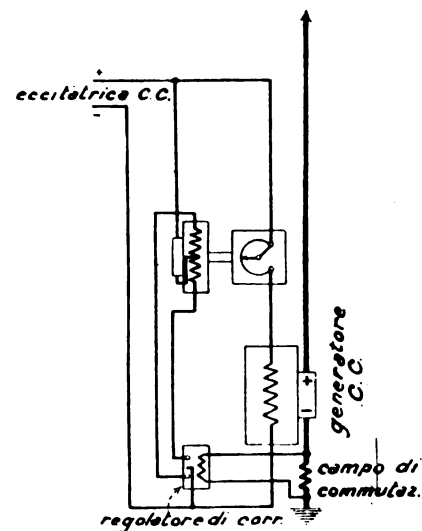


Fig. 5.

Il metodo forse più semplice è quello di figura 5, a reostato di campo azionato automaticamente da speciali amperometri o da regolatori di corrente, in modo che oltre un certo carico la tensione viene gradatamente ridotta.

Il dispositivo di limitazione mediante regolatore a tasti, a induzione, è rappresentato in figura 6 e funziona secondo il noto schema del regolatore a induzione inserito fra la sorgente di corrente alternata e gli anelli del convertitore. Sul primario del trasformatore sono derivati dei contatti mediante i quali un commutatore azionato dal regolatore a induzione inserisce o esclude alcune spire dell'avvolgimento.

Protezione automatica contro gli incendi. — Sono stati studiati due metodi: uno basato sull'uso di gas inerte e l'altro sulla formazione di una schiuma ottenuta per via chimica e le bollicine della quale contengono un gas inerte.

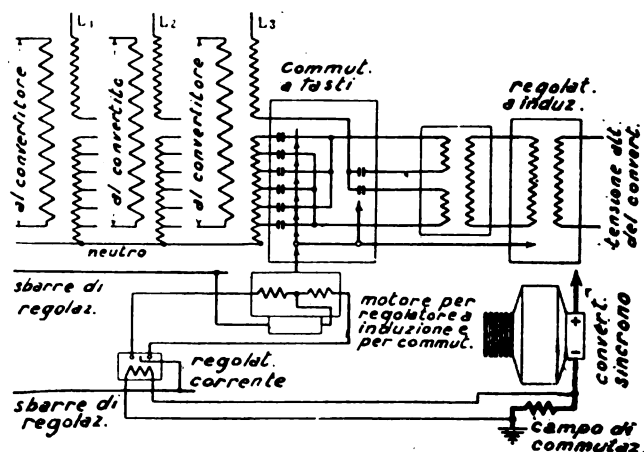


Fig. 6.

L'uso dei gas inerti, messi in libertà automaticamente, si adatta per le piccole centrali automatiche a ventilazione forzata: colla chiusura automatica delle porte di accesso e uscita d'aria, può restare in circuito una quantità sufficiente del gas inerte per provocare lo spegnimento.

Per grandi centrali a ventilazione naturale dove le aperture sono numerose, si preferisce il metodo della schiuma. Esperienze interessanti furono condotte su regolatori a induzione racchiusi in camere separate. Il recipiente contenente i reagenti chimici era sospeso sopra l'apparecchio: la fusione di una valvolina produceva la loro caduta e il formarsi della schiuma che avvolgeva il regolatore soffocando l'incendio. L'estensione di questa applicazione è ancora in istudio.

Vennero anche sperimentati dispositivi di chiusura automatica delle aperture dei locali, con contemporaneo sviluppo di gas inerte.

La Relazione accenna anche a un sistema di avvisatori automatici d'inizio di incendio, basati su prese d'aria dai diversi locali e sugli

effetti ottici derivanti dalla eventuale presenza di fumo in queste prese d'aria campione. Il sistema è però assai complicato.

Reattanze. — Il Comitato insiste sulla opportunità della installazione di questi dispositivi per la limitazione delle correnti di corto circuito notando che la spesa compiuta per essi, viene recuperata negli interruttori che possono essere proporzionati meno largamente.

Secondo la Relazione, in una installazione di 200.000 kVA, la spesa per le reattanze limitatrici è stata del 15 per cento del costo totale del quadro. Certe Compagnie pur di installare questi dispositivi in impianti esistenti, sono ricorse a costruire edifici speciali.

La loro diffusione va crescendo negli impianti americani, dove vengono installate non più soltanto nelle centrali generatrici ma anche nelle cabine di distribuzione delle reti a 2300 V e a 4000 V.

Messa a terra del neutro. — Il Comitato ha raccolto numerosi dati, relativi specialmente ai metodi di messa a terra usati nelle cabine di trasformazione delle reti di distribuzione, mediante un largo referendum appositamente indetto.

Le reti di distribuzione d'acqua offrono il miglior mezzo di messa a terra, quando sia possibile ricorrervi. Per la formazione di terre artificiali si estende sempre più l'uso dei tubi metallici in confronto alle piastre.

Si è riconosciuto che non si guadagna praticamente nulla ad usare tubi di diametro maggiore di 25 mm e ad approfondirli oltre m 1,80 circa, a meno che l'aves non sia molto profondo. I pali devono essere spazati di circa m 1,80 fra loro. Una umidità del 20 per cento circa nel suolo dà la resistività minima; un aumento di umidità non produce effetti rilevanti, mentre al di sotto di tale valore la resistività del terreno cresce bruscamente; con una umidità del 10 per cento la resistività è 30 volte più grande che col 20 per cento. La resistività aumenta anche bruscamente se la temperatura s'abbassa sotto lo 0°.

Esperienze apposite hanno dimostrato che almeno il 50 per cento della caduta di tensione totale avviene entro un raggio di 60 cm dall'elettrodo.

Il gradiente del campo intorno a un palo metallico quando un conduttore va a terra si è dimostrato in parecchie esperienze abbastanza grande per costituire un pericolo per la vita.

Le connessioni di terra devono essere proporzionate in modo da dissipare grandi quantità di energia, senza produrre riscaldamento nel suolo e quindi essiccazione di esso con conseguente aumento di resistività.

La Relazione dà notizia della prossima pubblicazione di un Manuale dei relais (Relay Handbook) e delle norme di standardizzazione per gli interruttori.

R. S. N.

IMPIANTI.

Sottostazione a raddrizzatori di Zweilütschinen. (Revue B B C, ottobre 1925, Vol. XII, N. 10, pag. 214).

La ferrovia a carattere turistico dell'Oberland bernese fu, fin dal 1913, elettrificata dalla Soc. An. Brown Boveri di Baden a corrente continua a 1550 V (tensione media di linea): questa è lunga circa 24 km, di cui 4,53 a cremagliera, con pendenze fino al 120 %. E' costituita da tre tronchi confluenti a Zweilütschinen, dove sorge la sottostazione di conversione alimentata a 7000 volt e 40 periodi dalla centrale di Burglauen, che in principio comprese due gruppi convertitori ciascuno costituito da un motore a induzione a 775 giri min., direttamente collegato alla rete, e accoppiato mediante giunto isolante ad una dinamo da 220 kW e 1600 V, nonché due gruppi survoltori-devoltori, a doppio collettore, da 96 kW l'uno, e due batterie d'accumulatori in parallelo formate ciascuna da 810 elementi della capacità di 296 Ah.

Nel 1920 la Brown Boveri ottenne di poter installare nella stessa centrale due raddrizzatori a vapori di mercurio per sperimentarne il funzionamento in un caso concreto di trazione ad alta tensione. Alla alimentazione dei raddrizzatori si era provveduto con un trasformatore da 800 kVA avente il secondario connesso in doppio esafase con due neutri uscenti, e come al solito, collegati alla bobina di autoinduzione in olio, destinata a ripartire ugualmente il carico fra i sei anodi del raddrizzatore ed a ridurre l'aumento di tensione che si verifica per carichi molto ridotti. Per mezzo di sezionatori si poteva alimentare o l'uno o l'altro dei due raddrizzatori installati, tipo $HG^{1/6}$ e tipo $HG^{5/6}$ rispettivamente. Il primo di questi rimase in servizio per circa 3 mesi ed il secondo dette ottimi risultati durante $2\frac{1}{2}$ anni di servizio ininterrotto, sia da solo, sia in parallelo con i gruppi.

In base a questi risultati la Direzione delle Ferrovie decise l'impianto definitivo di un nuovo raddrizzatore più potente; così nel 1923 i due primi furono sostituiti da uno del tipo $HG^{5/6}$ da 650 kW, 1550 V e 420 A. Il trasformatore d'alimentazione — del tipo che già abbiamo indicato, da 950 kW e per un rapporto di trasformazione $7000/6 \times 1480$ V — insieme colla bobina d'assorbimento, trova attualmente posto in un piccolo locale annesso alla sottostazione. In un'unica sala si trovano tutto il macchinario, i quadri ed il raddrizzatore, racchiuso insieme coi suoi accessori (pompa a vuoto, tubature, ecc.) in una intelaiatura rivestita da una grata di lamiera stirata, al di fuori della quale si trovano i comandi a distanza dei rubinetti sulle condotte per il vuoto e su quelle per il raffreddamento, precauzioni queste necessarie dato che tutto il complesso è sotto la elevata tensione della linea di erogazione.

Le misure eseguite durante il funzionamento hanno confermato la notevole riduzione nelle spese di manutenzione e l'attitudine dei raddrizzatori a funzionare con rendimenti e fattori di potenza ottimi anche sotto carichi molto variabili, quali sono quelli degli impianti di

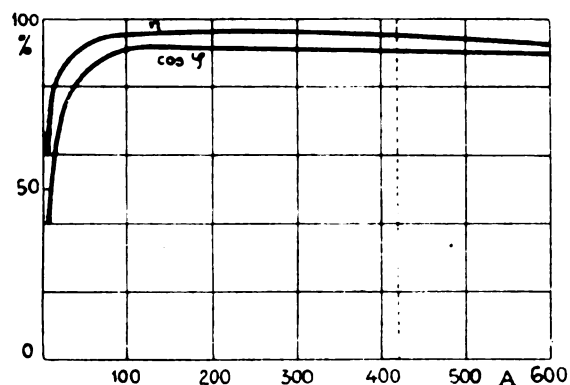


Fig. 1 — Curve del rendimento e del fattore di potenza.
1 = rendimento; 2 = Fattore di potenza.

trazione. Le curve della fig. 1, che riassume tali risultati, si riferiscono al rendimento e al $\cos \phi$ totali dell'impianto; il rendimento è misurato fra l'energia a 40 periodi e 7000 volt e quella fornita alla linea di contatto.

G. Pa.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

K. KUROKAWA e T. HOASHI — Ponte per la misura delle frequenze. (R. G. E., 30 maggio 1925, Vol. 17, N. 22, pag. 213 D, e J. I. E. E. of Japan, dicembre 1924, N. 437, pag. 1132).

Gli AA. K. Kurokawa e T. Hoashi descrivono un ponte per la misura delle frequenze (fig. 1). Due lati opposti del ponte sono costituiti dalle resistenze R_2 e R_3 , i due altri lati dalle resistenze R_1 e R_4 , con in serie rispettivamente una capacità C_1 e un'induttanza L_1 . Si ottiene l'equilibrio del ponte variando le resistenze R_1 e R_4 . La frequenza è direttamente proporzionale alla resistenza R_4 . Se si sceglie

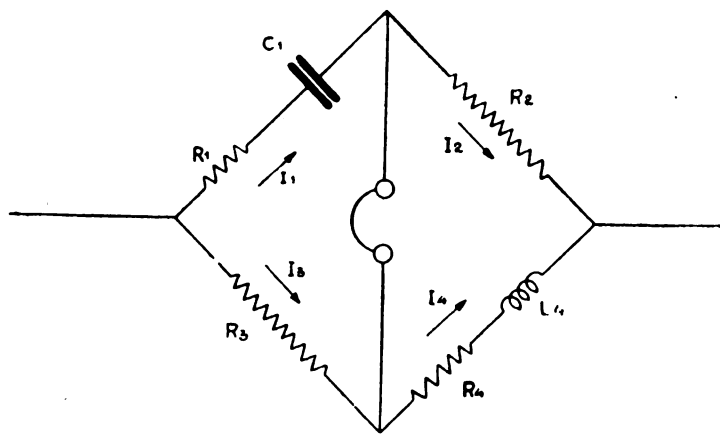


Fig. 1.

con un dato criterio le costanti dei differenti circuiti del ponte la frequenza può essere data direttamente dal valore numerico della resistenza R_4 o da un suo multiplo. Se, per esempio, R_2 e R_3 sono ciascuna eguali a 594,39 ohm, la capacità $C_1 = 1 \mu F$, l'induttanza $L_1 = 100 mH$ con resistenze regolabili in serie, la frequenza sarà esattamente misurata dal valore numerico della resistenza R_4 . Infine gli AA. menzionano due modificazioni del ponte proposte dal Wien e rispettivamente dai Mathes e Cone.

C. Hr.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

Apprezzamenti inglesi della tecnica italiana.

Con riferimento a quanto abbiamo pubblicato nel numero 4 a pag. 85, riproduciamo qui la lettera che gli editori della *Electrical Review* hanno inviato al nostro Presidente generale.

Signor Ing. Prof. Giuseppe Sartori
Associazione Elettrotecnica Italiana - Milano.

Caro Signore,

Riguardo all'articolo che apparve nel nostro numero del 1° gennaio scorso, abbiamo appreso con grande rammarico, prima dal Signor Ing. Giacinto Motta nella sua lettera del 22 gennaio, poi dal Signor Ing. Prof. Ponti nel telegramma del 25 gennaio, ed infine dalla Lei lettera 28 gennaio che il contenuto di quell'articolo ha così vivamente perturbato l'animo dei nostri amici italiani. Noi vi assicuriamo che nulla era più lontano dai nostri pensieri e desideri, e noi immediatamente ci siamo assicurati dal nostro corrispondente in Italia, che egli pure non aveva la minima intenzione di rivolgere qualsiasi ingiusta critica contro l'ingegneria elettrica italiana.

Il contenuto della sua risposta, ed i nostri apprezzamenti su questo argomento sono a quest'ora in vostre mani (*Electrical Review*, del 5 febbraio, pag. 213), e noi siamo sicuri che se voi vorrete leggere questi apprezzamenti unitamente al primo articolo, vi persuaderete che le sue e le nostre intenzioni sono state male intese. Noi speriamo tra pochi giorni di incontrare il vostro altamente stimato predecessore nel seggio Presidenziale, Signor Guido Semenza e di assicurarvi personalmente della nostra benevolenza inalterata verso il popolo italiano in generale e segnatamente verso gli ingegneri italiani.

Vi ringraziamo per il vostro gentile invito a visitare gli impianti idroelettrici in Italia, ma non sentiamo la necessità di simile ispezione, data la alta reputazione dell'ingegneria idroelettrica italiana in tutto il mondo; inoltre abbiamo già visitato parecchi dei vostri grandi impianti e siamo ben consci della abilità tecnica colla quale i vostri ingegneri hanno costruito questi grandi lavori.

Siamo, caro Signore, sinceramente vostri

Gli Editori
A. H. A.

Nel nuovo articolo citato, con grandi dichiarazioni di stima per gli ingegneri elettrotecnici italiani si osserva in sostanza che il disastro di Gleno ha suscitato anche in Italia critiche specifiche assai severe.

*

Nella stessa *Electrical Review* del 5 febbraio 1926, figura una lettera dell'Addenbrooke, tecnico eminente nel campo dell'industria dei cavi, con espressioni così lusinghiere per un tecnico e per una industria nostra, che i lettori ci saranno certamente grati se la riproduciamo qui integralmente.

Nella discussione sulla lettura del Cap. P. Dunsheat recentemente tenuta presso l'Ist. of Elec. Eng., l'Ing. Emanuelli della Società Pirelli di Milano, menzionò un cavo per corrente alternata a 130.000 V che funziona soddisfacentemente da circa 18 mesi.

E' probabile che le questioni relative alla trasmissione dell'energia elettrica siano il principale soggetto delle discussioni nei prossimi mesi in Inghilterra, in relazione alle deliberazioni che dovrà prendere il Parlamento. Può riuscire quindi interessante sapere che io sono stato recentemente a Milano, e che l'Ing. Emanuelli fu così gentile da spendere quasi un giorno intero nel discutere i progressi nella conoscenza dei dielettrici che furono realizzati nelle ricerche proseguite per molti anni negli ottimi laboratori della Società Pirelli, e nel dimostrarmi come si è cercato di realizzare tali principii teorici nel progetto e nella costruzione del cavo suddetto.

Di esso, non soltanto ne è da tempo in servizio sperimentale un tronco di considerevole lunghezza, ma ne sono già in costruzione parecchi chilometri per conto di due Società elettriche americane. Il cavo non è quindi un «tour de force» sperimentale per scopo di reclame o di pronaganda, ma è un prodotto serio già portato allo stadio commerciale.

Io non sento di poter prendermi la libertà di descrivere dettagliatamente, per quanto potesse essere interessante, ciò che ho veduto o sentito; devo rimettermi alla discrezione della Società Pirelli stessa. Posso dire tuttavia che i principii seguiti nel progetto del cavo, mi sembrano orientati completamente nella giusta direzione per quanto riguarda le alte tensioni e la trasmissione di potenze rilevanti. Quanto alla realizzazione di tali principii, io desidero esprimere la mia ammirazione per l'arditezza, la genialità, e l'accuratezza nei dettagli che caratterizzano la costruzione del cavo, e per i metodi seguiti per la sua installazione e per il suo funzionamento. Io ritengo che il cavo così costruito segni uno sviluppo importante nella tecnica dei cavi.

Cavi di questo tipo forniranno nuove possibilità a quegli inge-

gnieri che devono occuparsi di problemi di distribuzione di energia in larghe zone che siano già molto ingombre di linee di trasmissione.

Londra, 1° febbraio 1926.

G. L. ADDENBROOKE.

Le ricerche ed i lavori geniali dell'Ing. Emanuelli non hanno certo bisogno di essere ricordati ai nostri lettori; ma non possiamo celare il nostro compiacimento per un riconoscimento così autorevole che ci viene dall'estero.

* *

IMPIANTI.

L'utilizzazione delle sorgenti naturali di vapore va estendendosi nella California del Nord (Stato di Sonoma). Un gruppo di pozzi scavati presso Santa Rosa, a circa 120 km. al nord di San Francisco, ha dimostrato di poter produrre tanto vapore corrispondente a una potenza continua di 50.000 kW. I pozzi, in numero di 7, fatti con tubi di ferro di 10 a 15 mm. di diametro hanno una profondità media di circa 150 m. La pressione del vapore arriva a circa 15 atmosfere, con una temperatura massima che corrisponde talvolta a un leggero grado di surriscaldamento. Il piano di sfruttamento contempla in un primo tempo, la installazione di un gruppo turboalternatore da 10.000 kW e di un altro da 15.000 W. Il costo di installazione dell'impianto completo, incluso lo scavo dei pozzi, è presso a poco uguale a quello di un impianto normale con caldaie.

MOTORI ELETTRICI.

Un nuovo motore asincrono compensato è descritto nell'Elek. und Maschinenbau del 6 settembre 1925. Lo statore, oltre al solito avvolgimento di campo, porta un piccolo avvolgimento ausiliario trifase, di poche spire per fase. Nei canali molto profondi del rotor sono collocati: l'avvolgimento normale facente capo a tre anelli sull'albero, e sopra di quello un avvolgimento di eccitazione connesso a un commutatore e a un sistema di spazzole esafasi. Per l'avviamento le spazzole si mantengono poggiate sui tre anelli e connesse ad un comune avviatore trifase. Raggiunta la velocità di regime, con facile manovra si possono mettere in corto circuito gli anelli, si sollevano le spazzole relative mentre si abbassano le altre sul commutatore che serve per l'autoeccitazione.

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

Approvazione del regolamento per i progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta

Regio Decreto-Legge, 31 dicembre 1925, n. 2540 della Raccolta ufficiale delle Leggi del Regno (*Gazzetta Ufficiale*, n. 38 del 16 febbraio 1926).

VITTORIO EMANUELE III

PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE
RE D'ITALIA

Visto il Nostro decreto 9 ottobre 1919, n. 2161, e il regolamento approvato con Nostro decreto 14 agosto 1920, n. 1285, sulle derivazioni ed utilizzazioni di acque pubbliche;

Visto il decreto del Ministro per i lavori pubblici, 2 aprile 1921, n. 1309, che approvò le norme generali per i progetti e la costruzione di dighe di sbarramento per i serbatoi e laghi artificiali;

Ritenuta l'opportunità, nei riguardi tecnici ed ai fini della miglior tutela della incolumità pubblica, di modificare le norme generali suddette;

Visti i pareri della Commissione per la verifica delle dighe di ritenuta in data 24 febbraio e 18 ottobre 1925, e della Commissione suprema di difesa in data 21 luglio 1925;

Sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici;

Udito il Consiglio di Stato;

Sentito il Consiglio dei Ministri;

Sulla proposta del Nostro Ministro Segretario di Stato per i lavori pubblici, di concerto con quello per la guerra;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1. — E' approvato l'unito Regolamento, visto, d'ordine Nostro, dal Ministro Segretario di Stato per i lavori pubblici, per la compilazione dei progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta.

Art. 2. — Il predetto Regolamento sostituisce a tutti gli effetti di legge le norme approvate con decreto del Ministro per i lavori pubblici 2 aprile 1921, n. 1309, le quali sono abrogate.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 31 dicembre 1925.

VITTORIO EMANUELE.

MUSSOLINI - GIURIATI.

Visto, il Guardasigilli: Rocco.

Registrato alla Corte dei Conti, addì 12 febbraio 1926.

Atti del Governo, registro 245, foglio 117. — FAINI.

Regolamento per i progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta

CAPITOLO I.

Disposizioni generali.

A) Progetti.

1. — Per i progetti di massima valgono le norme delle leggi e regolamenti vigenti, salvo facoltà delle autorità competenti di richiedere, anche in fase d'istruttoria ed entro congruo termine una più particolareggiata documentazione. Ai detti progetti deve essere unita una preliminare relazione geognostica generale sulla località dello sbarramento e sul bacino interessato dalla ritenuta.

2. — Qualsiasi progetto esecutivo di diga di sbarramento destinata alla formazione di serbatoi o laghi artificiali, deve essere firmato in tutti i suoi documenti dall'ingegnere progettista e dal concessionario, e corredato dagli allegati seguenti:

a) relazione tecnica generale sintetica;
b) relazione geognostica definitiva e dettagliata sulla località dello sbarramento e sul bacino di ritenuta;
c) relazione idraulica sugli elementi idrografici che hanno servito di base per fissare la capacità del bacino ed il suo funzionamento con i calcoli numerici e grafici relativi; sulla entità delle piene, sugli organi e provvedimenti di smaltimento delle medesime tanto in fase di costruzione che di esercizio;

d) relazione tecnica giustificativa della scelta della località, del tipo della diga e della sua stabilità;

e) una particolareggiata relazione riguardante le modalità di costruzione, le qualità e caratteristiche dei materiali da costruzione da impiegarsi e i dosaggi dei conglomerati;

f) carta topografica nella scala 1:50.000 o 1:100.000 con indicazione del limite del bacino imbrifero, della ubicazione della diga, e della regione a valle di questa in quanto direttamente interessata dalla nuova opera;

g) rilievo diretto del serbatoio a curve di livello in scala non inferiore a 1 a 5000;

h) planimetria delle opere di sbarramento in scala 1:500 o 1:200, secondo la natura e l'ampiezza dell'opera, in base al rilievo particolareggiato della località, con precise indicazioni topografiche e di riferimento;

i) i prospetti della diga nelle scale 1:500 o 1:200, con indicazione della linea di fondazione; sezioni tipo nelle scale 1:200, sezioni trasversali distribuite in modo da definire l'andamento delle fondazioni e degli incastri laterali;

l) tutti i disegni occorrenti alla rappresentazione della diga e relativi accessi, delle opere di scarico e dei meccanismi in quanto ne interessino la stabilità ed il funzionamento;

m) il computo estimativo dell'opera.

3. — La relazione tecnica generale deve riassumere il contenuto delle relazioni speciali.

La relazione geognostica definitiva, ben documentata e redatta come la relazione preliminare, da persona che oltre ad avere i dovuti titoli professionali sia di speciale competenza in simili studi, deve esporre le investigazioni eseguite, i risultati degli assaggi compiuti nell'ordine di ricerche di cui trattasi ed i mezzi scientifici o tecnici impiegati per compierle, onde le conclusioni diano affidamento sicuro sul buon risultato dell'opera, tenuto conto delle osservazioni in materia che siano state fatte durante la visita locale di istruttoria. Per tale uopo alla detta visita dovrà essere invitato ad intervenire, per l'esame di sua competenza, l'ingegnere capo del corpo Reale delle miniere, nella cui circoscrizione si trova l'opera da eseguire.

La relazione idraulica deve esaurientemente giustificare il valore della massima piena assoluta prevedibile assunta a base dei calcoli, il margine di eccedenza adottato per criterio di sicurezza sul detto valore, la correlativa potenzialità, semplicità e sicurezza di funzionamento delle opere progettate per lo scarico della piena stessa, col margine di cui sopra. Dovranno pure essere specificate le modalità con cui si intende provvedere, durante il periodo di costruzione dello sbarramento, allo smaltimento delle massime piene e ciò tenuto pure conto del tipo di diga progettato.

Le opere definitive di presa e di scarico profondo saranno preferibilmente eseguite fuori del corpo della diga.

In ogni caso gli apparecchi di chiusura dello scarico o della presa troveranno posto in appositi pozzi o torri, al sicuro da frane o valanghe e di facile accesso. Nel caso di serbatoi di notevole importanza gli organi di scarico dovranno essere tali da permettere il rapido svasso nell'eventualità di pericolo e le manovre degli organi stessi dovranno essere garantite almeno con due mezzi indipendenti e sicuri, oltre la manovra a mano.

4. — La relazione tecnica di cui al paragrafo d) dovrà contenere i calcoli giustificativi della stabilità dell'opera debitamente sviluppati.

Nella relazione stessa dovrà essere particolarmente indicato come si intenda di provvedere per gli accessi all'opera, sia durante la sua costruzione che durante il suo esercizio, avvertendo che tali accessi stradali dovranno essere comodi e sicuri così da consentire la facile ispezione dell'opera in ogni sua parte.

Per serbatoi di particolare importanza potrà anche essere imposta, per l'accesso, la costruzione di una via rotabile.

In tale relazione infine dovrà dirsi come si provvederà alla vigilanza dell'opera durante il suo esercizio e dovrà essere data l'indicazione dei provvedimenti che saranno adottati per avvertire in tempo utile e con ogni sicurezza gli abitanti della vallata in caso di temuto pericolo di rovina parziale o totale dello sbarramento.

5. — I progetti esecutivi come sopra compilati dovranno essere presentati all'ufficio competente del Genio Civile in doppia copia che ne comunicherà una copia alla Autorità militare (Comando Corpo d'Armata) per il relativo nulla osta e per le clausole da imporre nel suo interesse. L'Ufficio suddetto provvederà quindi all'esame del progetto e redigerà apposito foglio di condizioni all'osservanza delle quali dovrà essere vincolata l'esecuzione dell'opera. I progetti ed il foglio di condizioni col parere dell'Ufficio verranno sottoposti all'approvazione del

Consiglio superiore dei Lavori Pubblici che prima di emettere il proprio parere potrà disporre tutte quelle verifiche ed accertamenti che riterrà opportuni.

L'Autorità militare farà pervenire di massima, le sue osservazioni, entro un mese dalla data di comunicazione del progetto, salvo che, per necessità di sopralluoghi o di esame più approfondito, non notifichi entro il mese, un differimento alla presentazione delle sue conclusioni.

6. — Il foglio di condizioni dovrà riferirsi al progetto esecutivo approvato e contenere le norme:

a) per la esecuzione e manutenzione degli accessi alla diga durante la costruzione ed il successivo esercizio;

b) per la esecuzione dell'opera specificando le strutture da adottarsi nelle varie parti, le qualità dei materiali da adoperarsi, le prove alle quali dovranno essere preventivamente sottoposti e i requisiti ai quali debbono corrispondere;

c) per la vigilanza dell'opera da parte del concessionario con il controllo dell'Amministrazione durante la costruzione e l'esercizio;

d) per il collaudo dell'opera;

e) per i provvedimenti da attuarsi circa i segnalamenti da dare in caso di temuto pericolo;

f) nonché tutte quelle altre speciali condizioni che si ritenesse di prescrivere per la buona riuscita e la sicurezza dell'opera.

B) Costruzione.

7. — E' assolutamente vietato qualsiasi inizio nella esecuzione dell'opera sino a quando non sia intervenuta l'approvazione del progetto esecutivo da parte del Consiglio superiore dei lavori pubblici e il competente Ufficio del Genio Civile non abbia dato autorizzazione ad intraprendere i lavori. Tale autorizzazione è subordinata all'accettazione da parte della Ditta concessionaria del foglio di condizioni che dovrà regolare l'esecuzione dell'opera a sensi del paragrafo precedente.

8. — Qualora la direzione dei lavori non sia affidata al progettista, l'ingegnere direttore dovrà firmare e far suo il progetto che si accinge a mettere in esecuzione. Tale obbligo è esteso anche all'assortimento dell'esecuzione dell'opera qualora questa venga eseguita per appalto anziché per amministrazione diretta.

Il costruttore risponde dell'attitudine specializzata del personale addetto alla costruzione.

9. — L'Ufficio del Genio Civile competente, non appena iniziati i lavori, ne darà avviso al Ministero e al Consiglio superiore dei lavori pubblici, designando il nome dell'ingegnere incaricato per conto dell'Ufficio di accertare l'osservanza delle presenti norme e disporrà perché un proprio agente di fiducia rimanga permanentemente sopra luogo per il controllo dei materiali impiegati e dell'osservanza delle buone norme costruttive.

Delle periodiche visite ai lavori che saranno compiute dal detto ingegnere dovrà essere redatto particolareggiato rapporto che l'Ufficio del Genio Civile trasmetterà al Ministero e al Consiglio superiore dei lavori pubblici.

10. — Il Consiglio superiore dei lavori pubblici, a sensi dell'art. 17 del Decreto-legge 20 agosto 1924, n. 1395, provvederà a che uno speciale reparto della sua segreteria, giusta le direttive del Presidente della competente sezione, segua le fasi della costruzione, ne raccolga i dati e dia istruzioni circa i sistemi di esecuzione di tali opere in relazione ai progressi della tecnica e ne coordini l'osservanza. A tal uopo saranno disposti accertamenti, verifiche ed esperienze; le spese relative saranno a carico dei concessionari delle opere e le somme all'uopo occorrenti saranno prelevate dai depositi che essi sono tenuti a versare presso i competenti uffici del Genio Civile, a norma delle vigenti disposizioni.

Presso il detto reparto sarà tenuta aggiornata per ogni diga una speciale posizione che ne registri con ogni particolarità le modalità costruttive, le verifiche eseguite all'atto del collaudo e quelle successive.

11. — Prima che vengano iniziati i lavori di costruzione di una diga dovranno i materiali da impiegarsi e i diversi tipi di malte e conglomerati proposti essere assoggettati a rigorose esperienze, da eseguirsi presso gli istituti autorizzati dallo Stato, dirette ad accertarne la qualità, il peso, la resistenza, il grado d'impermeabilità. L'uso di agglomeranti idraulici di grado inferiore ai cementi a lenta presa resta subordinato a speciale autorizzazione in relazione alle caratteristiche ed all'importanza dell'opera.

I certificati delle esperienze compiute dovranno essere comunicati all'ufficio del Genio Civile competente, che ne curerà la trasmissione al Consiglio superiore dei lavori pubblici, ed in base ai risultati delle esperienze saranno fissati i dosaggi delle malte e dei conglomerati. I campioni dei singoli materiali dovranno essere conservati presso l'Ufficio del Genio Civile.

12. — Durante la costruzione dell'opera dovranno essere prelevati, a cura dell'assistente governativo, campioni delle malte e dei conglomerati dagli impasti di esecuzione almeno due volte la settimana. Tali campioni verranno sottoposti alle prove di resistenza, presso gli Istituti autorizzati, secondo le norme che saranno stabilite nel foglio di condizioni. Per le dighe di notevole importanza potrà anche prescriversi l'impianto di laboratori locali per le prime indagini. Sarà in facoltà dell'Ufficio del Genio Civile di ordinare la demolizione di quelle parti dell'opera i cui campioni non abbiano corrisposto alle prescrizioni di prova. L'Ufficio medesimo quando accerti che l'andamento dei lavori non offra tutte le garanzie per la perfetta riuscita dell'opera ne ordinerà la sospensione riferendone al Ministero.

13. — Avvenuta l'ultimazione dei lavori, l'Ufficio del Genio Civile ne darà avviso al Ministero ed al Consiglio superiore dei lavori pubblici per le relative disposizioni di collaudo. Tale collaudo, a seconda dell'importanza dell'opera, sarà effettuato da un ingegnere del Genio Civile o da una Commissione collaudatrice, giusta designazione del Presidente della competente sezione del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

14. — Nessuna diga potrà essere posta in carico ove non ne sia intervenuto il preventivo collaudo. Qualora nel foglio di condizioni regolante l'esecuzione dell'opera sia ammesso un parziale invaso del serbatoio anche prima che la diga sia compiuta per l'intera sua altezza, l'Ufficio del Genio Civile competente potrà autorizzare tale parziale invaso, previo preavviso alla competente sezione del Consiglio superiore

dei lavori pubblici. Durante la messa in carico della diga dovranno seguirsi attentamente le manifestazioni tutte e le deformazioni, misurando i valori di queste con opportuni strumenti. Di tali misurazioni dovrà tenersi apposito registro e i loro risultati dovranno essere comunicati dal competente ufficio del Genio Civile al suindicato reparto della Segreteria del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

C) Esercizio.

15. — Giusta quanto più particolareggiatamente sarà specificato nello speciale foglio di condizioni, avvenuto il collaudo e durante tutto il periodo di esercizio, la diga dovrà essere continuamente vigilata da personale adatto risiedente nelle immediate vicinanze della diga stessa. Il posto di vigilanza dovrà essere collegato telefonicamente in modo sicuro con la centrale e con gli abitati che potessero essere danneggiati dalla rovina parziale o totale dell'opera. Nel foglio stesso saranno stabiliti i periodi entro i quali dovrà procedersi alle verifiche delle eventuali deformazioni dell'opera in relazione ai livelli degli invasi e all'andamento delle stagioni, nonché alla misura delle eventuali perdite attraverso il corpo della diga, da raccogliersi in apposito collettore.

16. — Il concessionario è obbligato alla completa e perfetta manutenzione dell'opera e relativi accessi in ogni loro parte; i meccanismi di manovra delle opere di presa e di scarico dovranno essere particolarmente curati onde si trovino costantemente in piena efficienza; di tali meccanismi dovrà essere eseguita la verifica almeno ogni tre mesi, alla presenza di un funzionario incaricato dall'Ufficio del Genio Civile competente.

Uguale verifica dovrà essere fatta del regolare funzionamento degli apparecchi telefonici di allarme.

17. — L'ingegnere del Genio Civile incaricato della vigilanza sull'opera dovrà eseguirne la visita almeno due volte all'anno e di regola allo stato di massimo e minimo invaso. Delle risultanze di tali visite e delle diverse verifiche come sopra disposte dovrà essere redatto apposito verbale da trasmettersi alla competente sezione del Consiglio superiore dei lavori pubblici.

18. — L'Ufficio del Genio Civile competente, qualora accerti che lo sbarramento presenta minaccia di grave pericolo, ha facoltà d'imporre quegli speciali provvedimenti di assoluta urgenza nei riguardi dell'esercizio del serbatoio, che riconosca indispensabile nell'interesse della incolumità pubblica e di richiedere l'esecuzione delle necessarie opere di riparazione, modificazioni e rinforzo.

Il concessionario dovrà attuare i provvedimenti ordinati d'urgenza, salvo la facoltà di ricorrere al Ministero che disporrà in via definitiva, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici.

Il ricorso non sospende l'esecuzione dei provvedimenti ordinati d'urgenza.

CAPITOLO II.

Divisione tipica delle dighe.

19. — Agli effetti delle presenti norme generali vengono distinti i seguenti tipi di dighe di sbarramento:

- a) dighe in muratura a gravità;
- b) dighe in muratura a volta unica;
- c) dighe con pareti di ritenuta a volte od a solette, sostenute, le une o le altre, da speroni;
- d) dighe in terra;
- e) dighe in muratura a secco;
- f) dighe di tipi vari.

CAPITOLO III.

Tipo A. — Dighe in muratura a gravità.

Della forma e del calcolo statico.

20. — La diga avrà disposizione planimetrica moderatamente arcuata ogni qualvolta i fianchi della gola possano sopportarne la spinta; per dighe rettilinee, tranne in casi speciali di limitatissima lunghezza, verranno previsti giunti permanenti di dilatazione. Nel caso di dighe massicce in conglomerato cementizio saranno previsti giunti di contrazione provvisori, da chiudersi avvenuto il ritiro. La diga dovrà essere sempre protetta, al piede a monte, da un profondo taglione di guardia e provvista di un sistema drenante atto ad impedire anche quelle travenazioni che potessero risalire nelle murature dalla roccia di fondazione. Ad ogni modo poi si assicurerà una buona fondazione con iniezioni di cemento sotto pressione specialmente in corrispondenza del taglione, lungo tutto il perimetro d'ammorsamento.

Nella scelta dell'ubicazione della diga si eviteranno, per quanto è possibile, le località soggette a valanghe od a frane, o si provvederà, con opportune opere d'arte, ad evitarne i possibili danni.

21. — Nel calcolo statico della diga si terrà conto, oltre che dei consueti fattori di sollecitazione (peso proprio della muratura, spinta dell'acqua e di eventuali terrapieni), della possibile esistenza di sottopressioni (o pressioni interne dell'acqua di permeazione) nel corpo e specialmente alla base della diga stessa.

Nel detto calcolo si ammetterà convenzionalmente l'esistenza di una sottospinta variante linearmente dal valore $m\gamma a y$ nel paramento a monte della sezione orizzontale considerata fino al valore zero nel paramento a valle della sezione stessa, dove y è l'altezza d'acqua sul piano della sezione, γa il peso dell'unità di volume dell'acqua ed m un coefficiente di riduzione costante per tutta l'altezza della diga considerata, ma variante da 1/3 all'unità secondo le circostanze del caso in esame.

Il paramento a valle della diga non dovrà mai essere più impermeabile del corpo della diga stessa, ciò che potrà eventualmente conseguirsi mediante l'apertura di qualche feritoia nella parte inferiore del paramento medesimo.

Per norma di massima è da adottarsi la seguente graduazione del coefficiente m anzidetto.

Dighe fino a 25 metri di altezza.

- a) $m = 1/3$ per diga a fondazione su terreno costituito da roccia avente eccezionali requisiti di omogeneità, compattezza, impermeabilità;
- a') $m = 1/2$ idem, idem in condizioni buone e con minimi difetti;
- a'') $m = 1$ idem, idem in condizioni mediocri e con difetti, intesa però la correzione dei difetti stessi mediante iniezioni cementizie.

Dighe di altezza da 25 a 50 metri.

- b) $m = 1/2$ nelle condizioni di fondazione del caso a);
- b') $m = 3/4$ nelle condizioni di fondazione del caso a');;
- b'') $m = 1$ nelle condizioni di fondazione del caso a'').

Dighe di altezza maggiore di 50 metri.

- c) $m = 2/3$ nelle condizioni di fondazione del caso a);
- c') $m = 1$ nelle condizioni di fondazione del caso a').

Per serbatoi di eccezionale importanza si potrà imporre $m = 1$.

22. — Per le dighe nelle regioni alpine od alpestri, nei cui laghi possa formarsi un campo di ghiaccio, si terrà conto della spinta da esso esercitata contro la diga, al livello del ciglio dello sfioratore, in seguito a rialzo di temperatura, valutandola di tonn. 2,5 per m. 1 di cresta per ogni 10 cm. di spessore di ghiaccio.

Non si terrà conto di tale fattore di sollecitazione per spessori presunti inferiori ai 20 ordinari.

23. — Coi fattori di sollecitazione e con quelli testè considerati, il profilo della sezione trasversale deve essere determinato in modo che gli sforzi principali σ , che si generano nella muratura a diverse profondità, in corrispondenza dei paramenti a monte ed a valle, soddisfino alle seguenti condizioni (1).

A serbatoio pieno sino al livello della massima piena prevedibile.

In ogni punto del paramento a valle deve essere $\sigma \leq k$ essendo k il carico di sicurezza alla compressione per la muratura di cui è formata la diga.

In ogni punto del paramento a monte $\sigma \geq 0$.

A serbatoio vuoto.

In ogni punto del paramento a valle deve essere $\sigma \leq k$.

In ogni punto del paramento a monte $\sigma \geq 0$.

Il valore di k non deve superare 1/6 della resistenza allo schiacciamento della muratura o conglomerato a un mese di maturazione.

Nella necessità di ulteriori accertamenti potranno ripetersi le prove a tre mesi di maturazione. La resistenza a tre mesi dovrà essere di almeno otto volte la sollecitazione.

Tale resistenza sarà comprovata da certificato, rilasciato da un laboratorio ufficiale del Regno, relativo a prove su campioni formati coi materiali che s'intende impiegare.

Il peso per metro cubo della muratura da introdursi nei calcoli statici verrà comprovato da altro certificato ufficiale.

Dovrà inoltre verificarsi a serbatoio pieno la stabilità allo scorrimento nella sezione di fondazione.

24. — Il franco del coronamento, sopra il livello di massima piena, varierà secondo l'importanza dello sbarramento e del serbatoio, partendo da un valore minimo di almeno un metro.

Lo spessore in sommità dovrà soddisfare alle esigenze statiche ed, eventualmente, anche ad esigenze stradali.

25. — Per le dighe stramazzanti, il profilo della sezione trasversale, oltre che ai requisiti fin qui considerati, deve soddisfare alla condizione di avere la vena d'acqua stramazzaante del tutto staccata dalla diga, o di avere il paramento a valle profilato in modo che la detta vena, tenuto pure conto della velocità di arrivo, si adagi sempre sul paramento stesso il quale verrà protratto, al piede, con ampio raccordo e collegato, sempre quando lo richieda la natura del terreno, con una robusta protezione.

Della costruzione.

26. — La diga verrà fondata esclusivamente su terreno costituito da roccia di idonea compattezza e resistenza, e in questo incassata quanto occorre, sia alla base che sui fianchi. La diga verrà immorsata nella roccia di fondazione mediante gradoni o risalti. E' desiderabile che la superficie di fondazione sia, nel suo complesso, pendente verso monte. Ad ogni modo è da evitarsi una pendenza notevole verso valle. In tal caso la superficie di fondazione sarà conformata a gradoni pendenti contro monte.

Lo scavo di fondazione verrà praticato con ogni cura, previa l'esecuzione di un adeguato numero di sondaggi, sufficientemente profondi e che consentano l'estrazione di testimoni. I fori di sonda saranno poi otturati con iniezioni di cemento sotto pressione non inferiore a quella della massima ritenuta.

L'uso delle mine sarà limitato a quelle indispensabili, per le quali verranno adoperate cariche ridotte di esplosivi; la roccia verrà ovunque ripulita con getti d'acqua in pressione.

27. — Prima dell'inizio dei lavori e periodicamente lungo tutto il corso di essi dovranno essere eseguite le prove dei vari materiali come è indicato al 5° e 6° comma, parte B del 1° capitolo delle presenti norme. Di dette prove dovrà essere tenuta regolare documentazione.

(1) Lo sforzo unitario principale σ_1 ha l'espressione

$$\sigma_1 = \sigma (1 + \theta^2) - \gamma a y \theta^2$$

dove σ è lo sforzo unitario nell'elemento orizzontale dedotto con la regola del trapezio, γa è il peso dell'unità di volume dell'acqua, y è la profondità sotto il livello dell'acqua, θ è la tangente trigonometrica dell'angolo che in quel punto il paramento fa colla verticale. Se il paramento non è premuto dall'acqua (paramento a valle e anche paramento a monte a serbatoio vuoto) risulta:

$$\sigma_1 = \sigma (1 + \theta^2)$$

La resistenza del saggio cubico del pietrame impiegato, a qualsiasi inizio di rottura e secondo le tre direzioni, dovrà risultare al minimo di 300 kg. per centimetro quadrato.

28. — Durante i periodi di gelo la costruzione verrà sospesa.

29. — Il paramento a monte verrà protetto con intonaco retinato allo scopo di evitare fessurazioni notevoli o con stitatura dei giunti se questa è possibile in relazione alla natura del pietrame. Si provvederà poi a conseguire un alto grado d'impermeabilità mediante spalmatura di sostanze idonee a tale scopo.

30. — Qualunque conglomerato cementizio per dighe dovrà offrire al 28° giorno di maturazione una resistenza allo schiacciamento di almeno kg. 80/cm². La resistenza a tre mesi di maturazione dovrà risultare di almeno chilogrammi 110/cm.

31. — Per le dighe in muratura di pietrame saranno nei singoli casi stabiliti i coefficienti di resistenza delle malte in relazione alle sollecitazioni cui vanno soggette.

CAPITOLO IV.

Tipo B. — Dighe in muratura a volta unica.

Del calcolo.

32. — Le dighe in muratura a volta unica verranno considerate come formate di anelli sovrapposti, indipendenti, soggetti alla pressione idrostatica ed alle variazioni termiche, trascurando gli effetti prodotti dal peso proprio e ritenendo nulle le sottopressioni. I detti anelli, ad eccezione di quelli più profondi e massicci, verranno calcolati come archi elastici incastrati ed, occorrendo, si varierà la curvatura del loro asse geometrico e lo spessore in modo da evitare, possibilmente, od almeno da ridurre gli sforzi interni di tensione a non più di chilogrammi 3/cm². Gli sforzi massimi di pressione non supereranno 1/5 del carico di schiacciamento precedentemente definito.

Nel computo di detti sforzi interni si terrà conto delle massime prevedibili variazioni di temperatura entro l'arco considerato e in relazione al suo spessore, e del ritiro del conglomerato, equiparando l'effetto di detto ritiro a quello di un abbassamento di temperatura di 10°.

33. — Valgono naturalmente, anche per questo tipo, quegli articoli dei capitoli precedenti che sono ad esso applicabili.

Della costruzione.

34. — Condizione tassativa per l'adozione del tipo di diga a volta è quella di avere agli incastri terreni costituiti da rocce di particolare compattezza, stabilità e resistenza.

Le imposte dovranno sempre essere bene addentrate nella roccia viva, e profilate eventualmente con riseghe in modo che i singoli anelli di volta abbiano piani d'imposta normali al loro asse geometrico.

Deve essere assolutamente assicurato il pieno e continuo contatto fra roccia e struttura muraria particolarmente con impiego di iniezioni di cemento.

35. — Nella preparazione delle imposte sarà di regola evitato l'impiego di esplosivi; nei casi in cui possa essere ammesso, dovrà essere praticato in modo da evitare ogni danno alla compattezza della roccia che deve rimanere in posto.

CAPITOLO V.

Tipo C. — Dighe con parete di ritenuta a volte od a solette sostenute da speroni.

Della forma e del calcolo statico.

36. — La diga è costituita da una parete piana o a volte, sostenuta da speroni o contrafforti.

La parete verrà formata con solette in conglomerato cementizio armato (tipo Ambursen) o con volte in conglomerato cementizio, semplice od armato.

I contrafforti potranno costruirsi in muratura o in conglomerato semplice od armato.

La diga avrà andamento planimetrico rettilineo.

37. — Condizione tassativa per l'adozione del tipo di diga a speroni, è quella di perfetta e uniforme stabilità, resistenza e compattezza della roccia, su cui si fondano gli speroni.

Per il calcolo statico degli speroni valgono le norme indicate per il tipo A, tenendo debito conto delle sottopressioni.

38. — Gli speroni saranno fra di loro robustamente controventati. Quando gli speroni abbiano esiguo spessore in rapporto alla loro altezza e al loro interesse, dovranno essere rinforzati con nervature, particolarmente ai paramenti o in prossimità di essi.

39. — Se la diga è completamente od in parte in cemento armato, oltre alle prescrizioni qui dichiarate, debbono essere rispettate quelle vigenti per tali opere.

Se la parete tra i vari speroni è a volta (armata o no), verrà calcolata applicando ai vari anelli elementari normali all'inclinazione della parete, in cui la volta può immaginarsi scomposta, la teoria degli archi elastici incastrati, non trascurando l'azione del suo peso proprio, e tenendo conto delle massime prevedibili variazioni di temperatura e del ritiro del conglomerato, equiparando l'effetto di detto ritiro a quello di un abbassamento di temperatura di 10°.

Per gli anelli più profondi e massicci si potranno sopporre variazioni termiche ridotte.

Gli sforzi interni massimi di pressione, tenendo conto delle sollecitazioni secondarie sopra ricordate, non dovranno superare un quinto del carico di schiacciamento definito al n. 8 del Capitolo III.

Quando nel regime statico degli archi risulti, in adiacenza del paramento, una zona tesa con sforzo unitario massimo maggiore di chilogrammi 2/cm², dev'essere provveduto ad un'armatura metallica risultante di almeno tre tondini di 20 millimetri di diametro per m. 1, situati col loro asse a cinque centimetri dalla superficie del paramento, ed opportunamente collegati da barre minori di ripartizione. Lo sforzo unitario massimo di tensione sopportato dal conglomerato così armato non dovrà mai superare kg. 8/cm².

40. — Per le dighe stramazzanti, il profilo della sezione trasversale, oltre ai requisiti fin qui considerati, deve soddisfare alla condizione o di avere la vena di acqua stramazzante del tutto staccata dalla diga e non cadente fra gli speroni, o di avere una parete appoggiata a valle sugli speroni e il cui profilo soddisfi ai requisiti di cui al tipo A. Sarà in ogni caso da escludere la possibilità che si abbia tracimazione fra gli speroni. Dovrà sempre essere assicurato un conveniente accesso di aria alle camere fra gli speroni ed essere esclusa in modo assoluto ogni possibilità di erosione al piede di fondazione degli speroni.

41. — Valgono naturalmente, anche per questo tipo, quegli articoli dei capitoli precedenti che sono ad esso applicabili.

Della costruzione.

42. — Per quanto riguarda l'impostazione e la costruzione generale, la qualità dei materiali, le prove relative, valgono le norme indicate per i tipi A e B, con particolare riguardo dovuto alla relativa sottigliezza delle strutture componenti la diga.

43. — Le gettate delle volte, sia che si facciano contemporaneamente a quelle degli speroni, sia che susseguano dovranno avanzare in altezza in modo uniforme e contemporaneamente sopra più volte. E' opportuno che la gettata delle volte venga eseguita senza interruzione, onde evitare le riprese.

44. — Per assicurare la tenuta sul fondo e sui fianchi, al piede del paramento a monte verrà incassato nella roccia un taglione di sufficiente spessore, spinto fino alla roccia compatta.

Gli speroni dovranno sempre risultare bene incassati nella roccia, preparando il letto di fondazione con opportuni gradoni in contropendenza e in guisa che neppure la direttrice di questi risulti sensibilmente inclinata verso valle.

45. — Il paramento a monte verrà protetto con intonaco retinato, allo scopo di evitare fessurazioni notevoli. Si provvederà poi a conseguire un alto grado d'impermeabilità mediante spalmatura di sostanze idonee a tale scopo.

CAPITOLO VI.

Tipo D. — Dighe in terra.

Delle condizioni inerenti al tipo.

46. — Tale tipo potrà essere applicato solo quando non essendo possibile l'adozione dei precedenti, si abbiano nelle circostanze locali i requisiti necessari, primo fra essi il conseguimento della omogeneità fra la struttura in terra e il terreno sottostante.

47. — L'altezza del carico di acqua non dovrà eccedere il limite di 20 metri, salvo eccezioni da giudicarsi particolarmente caso per caso. Tale carico si intende calcolato dal fondo dell'alveo fino al massimo livello di acqua presunto nel serbatoio, con le piene eccezionali valutate col relativo margine di sicurezza.

48. — Si esige come condizione assoluta la dimostrazione particolare della possibilità di scarico delle maggiori piene, sia nel periodo di costruzione che di funzionamento. Lo scarico deve avvenire sempre per mezzo di opere o dispositivi esterni al corpo della diga e tali altresì nella fase costruttiva da evitare ogni invasamento che possa dar luogo a conseguenze dannose.

49. — Il profilo della sezione trasversale, per altezze di diga minori di 12 metri, deve soddisfare alla condizione di un minimo di inclinazione dei paramenti di due di base per uno di altezza. Per dighe eccedenti i 12 metri di altezza, si seguirà il principio della decrescente inclinazione delle scarpate con un minimo iniziale di due per uno in sommità e raggiungendo l'inclinazione media di tre di base su uno di altezza, sia per il paramento a monte che per il paramento a valle. Il paramento a monte ed il coronamento saranno in ogni caso rivestiti con una struttura di idonea protezione contro ogni causa di deterioramento. Lo spessore in cresta non sarà mai inferiore ad 1/4 dell'altezza con un minimo di m. 2,50.

50. — L'impermeabilità dello sbarramento deve essere sempre assicurata tanto nel corpo della diga quanto nel terreno di fondazione.

L'impermeabilità del corpo della diga verrà assicurata preferibilmente dalla qualità, omogeneità e lavorazione del materiale componente l'intero ammasso terroso, oppure in virtù di un potente nucleo centrale o di equivalente struttura a monte.

L'impermeabilità sull'intero contorno di fondazione sarà conseguita da un taglione di guardia di materia impermeabile raccordato alla parte omologa del corpo soprastante e spinto alla profondità occorrente ad eliminare ogni possibilità di travenazioni dannose.

51. — Il franco del coronamento, da stabilirsi sopra la massima ritenuta possibile, sarà tale da contenere con largo margine di sicurezza di almeno m. 1,50, la massima semi-altezza d'onda che può aversi nel lago.

52. — Per tali sbarramenti, le opere di scarico e di presa dovranno sempre trovar posto fuori del corpo della diga.

53. — Deve dimostrarsi escluso in modo assoluto l'evento della tracimazione d'acqua della diga, adottando un largo coefficiente di sicurezza nel computo della massima piena.

Della costruzione.

54. — Il materiale impiegato deve essere omogeneo e scelto, esente da ogni residuo vegetale, evitando le terre troppo sabbiose o troppo argillose. Il nucleo centrale, se di materiale incoerente, od in genere le parti della struttura a cui è affidata l'impermeabilità della stessa, dovranno contenere una proporzione di argilla non inferiore al 30 per cento e non eccedente il 60 per cento.

Salvo procedimenti di tecnica costruttiva speciale, quale il sistema idraulico di colmata, la struttura verrà eseguita per strati orizzontali successivi, di spessore non superiore a 30 centimetri, e ripetutamente compressi.

55. — Durante la costruzione il costipamento dell'argine sarà verificato a mezzo di appositi apparecchi.

56. — La parte a valle della diga dovrà essere provvista di dispositivi drenanti.

57. — Non è ammesso l'invasamento nel serbatoio prima di sei mesi dal termine dell'opera.

CAPITOLO VII.

Tipo E. — Dighe in muratura a secco.

Delle condizioni inerenti al tipo.

58. — Tale tipo potrà essere adottato, salvo eccezioni da considerarsi caso per caso, quando le condizioni locali del terreno escludano l'applicabilità dei primi tre tipi, e non rendano consigliabile il quarto.

59. — L'altezza del carico d'acqua non dovrà eccedere il limite di 25 metri, salvo eccezioni da valutarsi particolarmente, caso per caso. Tale carico s'intende calcolato dal fondo dell'alveo sino al massimo livello d'acqua presunto nel serbatoio, tenuto conto delle piene eccezionali valutate col relativo margine di sicurezza.

60. — Si esige come condizione assoluta la dimostrazione particolare della possibilità di scarico delle maggiori piene, sia nel periodo di costruzione che di funzionamento.

Le opere di presa e di scarico dovranno essere sempre esterne al corpo della diga.

61. — Il profilo della sezione trasversale deve soddisfare alla condizione di avere un'inclinazione della parete a monte di almeno 0,5 di base per 1 di altezza, e una larghezza non inferiore a 2,5 dell'altezza.

Inoltre deve in ogni caso soddisfare alla condizione di stabilità allo scorrimento, tenuto conto del vuoto nella massa del muro (vuoto che non deve eccedere il 30 per cento del totale), e del coefficiente di attrito applicabile alla natura della fondazione, il quale dovrà computarsi fra superficie bagnate, e non dovrà eccedere il limite di 0,30.

62. — La diga verrà fondata a sufficiente profondità onde raggiungere un terreno che garantisca un appoggio sicuro ed analogamente verrà provveduto ad una corrispondente incassatura nei fianchi. Deve essere protetta da paramento a monte che assicuri permanentemente la impermeabilità attraverso il corpo dell'opera tenuto conto anche degli effetti termici e degli assestamenti.

Il taglione del paramento a monte verrà incassato profondamente sul fondo e sui fianchi con idoneo spessore, sino al raggiungimento della roccia o di strato impermeabile e assolutamente compatto.

63. — Il franco del coronamento, da stabilirsi sopra la massima ritenuta possibile, sarà tale da contenere la massima semi altezza d'onda che può aversi nel lago, con margine di sicurezza di almeno un metro. Lo spessore di sommità sarà di almeno un quinto dell'altezza.

64. — Deve dimostrarsi escluso in modo assoluto l'evento della trascinazione d'acqua dalla diga, adottando un largo coefficiente di sicurezza nel computo della massima piena.

Della costruzione.

65. — Il pietrame impiegato sarà di ottima qualità, non facilmente alterabile e accuratamente sistemato a mano; i blocchi più grossi e regolari verranno posti ai paramenti, formandovi struttura maggiormente chiusa e regolare. Sarà limitato allo stretto necessario l'uso delle scaglie.

Si curerà una intima legatura della massa specialmente nelle riprese. Il piede a valle della struttura sarà formato con blocchi più grossi e regolari, sistemati con particolare cura. Sarà in ogni caso esclusa la costruzione con pietrame alla rinfusa.

66. — Sussistono anche per questo tipo le disposizioni costruttive già descritte per conseguire l'impermeabilità del paramento a monte.

CAPITOLO VIII.

Tipi vari.

67. — Includono le dighe a struttura in ferro, particolari forme di dighe in muratura, dighe in muratura con vani interni, particolari tipi a struttura mista di terra, ghiaia e pietrame, le dighe a struttura in legno, le dighe mobili e altre.

68. — Tali tipi possono venire considerati singolarmente come strutture di carattere specifico, convenienti in condizioni particolari, non classificabili però in senso generale, e quindi il giudizio sui progetti con tali sbarramenti verrà fatto per ogni singolo caso.

In quanto sia consentito, valgono per detti tipi le norme indicate per i tipi principali ad essi assimilabili.

CAPITOLO IX.

Disposizione transitoria.

69. — Per le dighe già costruite o in corso di costruzione si osserveranno le speciali prescrizioni impartite dalla Commissione istituita con decreto Ministeriale 6 dicembre 1923, salvo le maggiori cautele che possono essere prescritte a norma del presente regolamento, del quale varranno in ogni caso le norme relative all'esercizio.

Visto, d'ordine di S. M. il Re:
Il Ministro per i Lavori Pubblici:
GIURIATI.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXX RIUNIONE DELL'A. E. I.

NAPOLI - 7-13 Ottobre 1925

Verbale della seduta inaugurale.

La seduta venne aperta dal Presidente Prof. Sartori alle ore 15 alla presenza dei signori: Amm. Nicastro, rappresentante di S. E. Mussolini; Comm. Castelli, Alto Commissario per la Provincia di Napoli; Comm. Baccaredda, R. Commissario per Napoli, di numerose Personalità e di circa trecento Soci.

Prese per primo la parola l'Alto Commissario per Napoli Comm. Baccaredda che portò il saluto ai Congressisti a nome della Città e della Regione:

« Cultori e apostoli di una scienza, che ha tradizioni nobilissime e vanta innumeri trionfali conquiste, Voi venite fra noi a gettare il fermento di quella attività tutta moderna che si rivolge alle svariate meravigliose applicazioni dell'industria e della meccanica, venite ad innestarci la vostra febbre d'azione, per avvicinarci a più grandi passi verso quell'avvenire che deve segnare la completa e perfetta valorizzazione delle nostre risorse naturali.

« La vostra scienza ha compiuto dovunque veri miracoli, assicurando all'Italia il primato anche nel campo tecnico industriale e contribuendo così potentemente alla sua ascesa economica. Il Mezzogiorno ha impronte luminose del vostro geniale strenuo lavoro, ma molto ancora spera e attende da Voi, ed esprime l'augurio che l'attuale solenne congresso della benemerita Associazione Elettrotecnica Italiana sia di auspicio a nuove e più gagliarde affermazioni.

« Siate dunque fra noi i benvenuti. Napoli, interprete sincera dell'unanime sentimento delle popolazioni meridionali, vi tributa il suo plauso entusiasta, vi dedica la sua fervida ammirazione, vi afferma la sua viva gratitudine, la sua immutabile fiducia ». (*Vivi e prolungati applausi*).

Prese quindi la parola l'Ing. Selmo, Direttore della Società Meridionale di Eletticità e Presidente della Sezione di Napoli dell'A. E. I., che pronunciò le seguenti elevate parole:

A nome dei Soci della Sezione di Napoli ho l'onore di porgere con sentita riconoscenza, un vivissimo ringraziamento a S. E. l'Alto Commissario per la Provincia, al R. Commissario del Comune, agli On. Presidenti del Consiglio e della Deputazione Provinciale, per il loro entusiastico appoggio alla migliore realizzazione del programma di questa XXX^a Riunione dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, e a tutte le Autorità locali per il loro onorifico intervento che rende solenne questa seduta inaugurale. Porgo un omaggio reverente alle gentili Signore che siamo lieti siano qui convenute numerose; porgo il saluto fraterno ai Colleghi di tutta Italia qui riuniti.

Sono passati 22 anni dal precedente Congresso tenuto a Napoli. Allora gli impianti termici cittadini potevano provvedere a poche richieste di energia elettrica, e il primo impianto idroelettrico, quello del Tusciano non era ancora ultimato. Con legittimo orgoglio mostriamo ora che nel nostro campo, anche qui, come in tutte le altre regioni d'Italia si sono fatti progressi grandissimi. I neri pennacchi dei camini che adombravano quest'incantevole cielo napoletano sono andati scomparendo; le energie del Tusciano, del Lete, del Pescara, del Volturno, del Matese, dell'Aventino, del Tanagro, con impianti e con linee di trasporto arditamente geniali e tecnicamente perfette, si sono fatte convergere a Napoli, e quando siano fermi

gli impianti termici di riserva, su questo bel cielo, che ritorna puro, solo il Vesuvio dipingerà il caratteristico pittoresco pennacchio universalmente famoso.

Il lavoro di questa XXX^a Riunione procederà con l'animato fervore di tutte le opere della nostra Associazione, e relazioni e discussioni di notevole importanza saranno svolte sui due temi in programma, uno dei quali, quello del miglioramento della regolarità dei servizi elettrici è specialmente interessante perchè l'esposizione e l'esame di risultati di esercizio porteranno il nostro Congresso a conclusioni veramente pratiche.

A coronamento poi degli studi che avremo svolti, Napoli con le sue gite ci offrirà tutta l'immensità gioiosa del suo insuperabile panorama, la suggestiva Pompei ci darà la visione superba della grande civiltà Romana, la gita al Volturno e al Matese mostrerà con due grandiosi impianti l'attuazione delle più recenti e perfezionate risorse elettrotecniche.

Dalla nostra opera l'Italia attende vantaggi e frutti importanti: una intensità di lavoro e di concordi ideali ci affratella, e qui riuniti nella grande famiglia della nostra Associazione sapremo ognor più attingere rinnovata lena ed entusiasmo che saranno fecondi di benefici risultati per le maggiori fortune della nostra grande Italia.

Cessati gli applausi, con cui i presenti vollero significare all'Ing. Selmo e ai Colleghi della Sezione Napoletana tutta la loro gratitudine, si alza il Presidente Generale, Prof. Sartori, le cui alte parole avvinsero l'attenzione del numeroso uditorio.

Discorso del Presidente Generale Prof. Sartori.

Eccellenze, Signore, Signori e Colleghi carissimi,

Se valga la costante fede nell'ascendere di questa nostra Associazione; se valga averla fatta assisa di discussioni profonde onde ne esca il maturato consiglio, e, per i giovani, palestra per le maggiori conquiste del loro pensiero; se valga averne fatto intendere la voce, resa autorevole più che dal numero, dal senno dei suoi maggiori, ogni qualvolta fu dalle circostanze richiesto nell'interesse del Paese; se valga infine averla sottratta da incursioni nel campo di attività di altre associazioni, ad altre finalità dirette, onde ne risultò per essa accresciuti e simpatia, e consenso e prestigio; noi non ci sentiamo del tutto indegni, illustre Signor Commissario, della parola benevola e confortatrice che Voi, per propiziare i nostri lavori, ci avete rivolta. E rievocando del Sodalizio nostro tutto il lento, ma sicuro cammino, alla cui origine sta un nome che della genialità italiana è purissimo simbolo, Vi esprimo la gratitudine degli elettrotecnici italiani in tal veste, per cui anche il più umile diventa legittimo interprete della moltitudine che rappresenta, e con quell'animo che sa di essere inteso anche in ciò che non è capace di esprimere.

La nostra Associazione è ormai un vecchio organismo; ma per le nobilissime sue tradizioni e per i nuovi virgulti che essa mette annualmente con fresche, giovani forze, è una compagine eminentemente dinamica, laboriosa e operante, non soltanto per le alte finalità scientifiche e tecniche che sono a base del suo Statuto, ma anche per quelle sottintese nella sua *magna carta*, che mirano ad un più alto decoro e prestigio della nostra Nazione. Che se nei dolorosi tempi della guerra non rallentò il suo ritmo, se in quelli che le succedettero, quando parve oscurarsi il volto della patria, proseguì in silenzio l'opera sua, oggi, che l'Italia ha ritrovato sè stessa per virtù di un Duce animoso e ispirato, sente di potere con lena crescente operare, modesta, ma sicura, inserendosi, senza jattanza, nel movimento che porterà il paese ai suoi più alti destini.

L'adesione di S. E. Mussolini, che si compiacque farsi qui rappresentare dal Vice Ammiraglio Nicastro, il cui alto significato non sfugge ad alcuno di noi, ci è di particolare conforto e ci incoraggia a proseguire sempre più nelle vie che ci siamo tracciate.

Al consocio illustre S. E. Belluzzo, del nostro travaglio tante volte partecipe, che lo splendore dell'ingegno dedicò ad accrescere onore ad una scuola insigne; che il maturato senno, temprato a difficili prove, rivolse a imprimere vigoria ed impulso ad iniziative industriali del più alto pregio, onde, salito

in fama, fu destinato a reggere con spirito moderno lungimirante le sorti della Economia Nazionale, e che a me personalmente espresse il dispiacere vivissimo di non poter intervenire in forma ufficiale a portarci, ammonitrice e confortatrice ad un tempo, la parola del Governo, ma pregava di considerarlo come spiritualmente presente, io rivolgo l'omaggio festante dell'Associazione, con l'augurio che egli possa attuare i vasti piani della sua mente preclara, cui Egli intende, con sicuro intuito, che i tecnici abbiano preponderantissima parte.

Nè meno fervido è l'augurio per le mire cui tende, con audacia prudente e chiaroveggenza insigne, un altro nostro consocio, S. E. il Conte Volpi di Misurata, verso cui rivolgesi oggi attonito lo sguardo del mondo intero. Alte e somme benemerenze Egli aduna nel campo dell'industria elettrica, e della grandissima estimazione che Egli fa del tecnicismo elettrotecnico italiano, circondato come fu da valentissimi collaboratori per il successo di tante imprese, ne ebbimo giorni fa manifesta prova, quando, incuorando il capitale straniero a trovare tranquillo e redditizio impiego nella industria idroelettrica italiana, poteva affermare che esso può trovare in Italia un tecnicismo efficace e provetto, che non esitava a qualificare di primissimo ordine.

Saluto con reverente animo S. E. l'Alto Commissario per la Provincia di Napoli con l'augurio che i disegni della sua vasta mente possano subito tradursi in atto a vantaggio di queste nobili regioni che sono pronte ad assecondarlo onde assurgere al più presto alla sperata floridezza.

All'Ill.^{mo} Signor R. Commissario di Napoli che ci ha portato il saluto di questa celebrata città, esponente miraboloso di italica bellezza, e che presiede con così alto senno a disciplinare e stimolarne le energie onde accrescerne prestigio e decoro, sì che nelle sociali provvidenze non risulti seconda a veruna altra città d'Italia, io esprimo, con parola fatta insufficiente dalla commozione dell'ora, il giubilo e l'esultanza di quanti convennero a questo Congresso, e che a mio mezzo presentano il rispettoso omaggio della loro devozione.

Ai Signori del Consiglio Provinciale e della Deputazione che si compiacquero di mettere a disposizione pel nostro Congresso questa magnifica sede, alle altre Autorità, agli Enti che comunque concorrono e concorreranno a rendere memorabile questo nostro Congresso e nella gentilezza ospitale ci sono larghi di ogni attenzione, io esprimo il sentimento della nostra gratitudine sconfinata e profonda.

Alla Sezione di Napoli infine e in particolare al suo grandemente benemerito Presidente, Ing. Selmo, che dopo averci lo scorso anno rivolto un calorosissimo invito, ci accoglie qui, più che colleghi, quali amici e fratelli, rinnovando, con moto spontaneo e cordiale, le manifestazioni per cui va ancora celebre nei fasti della nostra Associazione, il Convegno di Napoli del 1903, io reco il saluto fraterno e ogni azione di grazie da parte di tutti i presenti, qui convenuti così numerosi per un irrefrenabile bisogno che noi italiani sentiamo, spesso come uno spasimo, di associare a ogni nostro lavoro, applicazione o fatica, il bagno ritempratore di un'estasi accesa da naturale spettacolo. Son venuti dal monte o dal piano, dall'industre città o dalla vibrante officina, interrompendo o negozi o attività o studi tranquilli, per partecipare al Congresso, sì; ma forse anche per incarnare un sogno dorato di giovinezza, o per rinnovare le emozioni di un passato soggiorno, per aspirare l'ambrosia di questo paradiso, nel cielo, nel mare, sulla terra tutto armonia; per afferrarvi qualcosa che qui è scritto dovunque e non so dove, e a tutti fa sospirare una parola sola: Italia! Italia! (*Applausi*).

Chi di noi ebbe la fortuna di assistere al precedente Congresso tenutosi a Napoli nel 1903 porta di esso un ricordo, lontano nella scia del tempo, ma vicino per l'anima rievocatrice. Era allora Presidente Generale un illustre scienziato, il Prof. Ascoli, che tutti amavamo e la cui repentina scomparsa alcuni anni or sono ci lasciò smarriti e addolorati, quasi un nume tutelare ci fosse rapito. Era allora Presidente di Sezione il Prof. Lombardi, altro nume tutelare della nostra Associazione, cui sempre rivolse ogni più assidua paterna cura. Non è mia intenzione rifare la storia di quel Congresso; un avvenimento però non posso dimenticare. In quella occasione fu inaugurata

la Sezione Industriale del Politecnico di Napoli, al cui riguardo mi piace riportare le parole pronunciate l'indomani dal Prof. Ascoli aprendo i lavori del Congresso. Eccole:

« Io debbo anche ringraziare vivamente l'illustre Direttore della R. Scuola di Applicazione degli Ingegneri per le cor-
« tesi parole pronunciate ieri, inaugurando la Sezione Indu-
« striale, e più ancora debbo ringraziarlo di averci voluto asso-
« ciare a quella solennità che chiuse un periodo di lotta perse-
« verante, e ne apre uno nuovo promettente di indefinito pro-
« gresso. La coincidenza di quella solennità con la nostra riu-
« nione è augurio per l'avvenire di questa regione, dove po-
« tremo, con le visite predisposte, già constatare i segni di
« quel risveglio industriale ed economico che ne forma ora
« la nobile aspirazione e pel quale noi facciamo i più fervidi
« voti ».

Da quel giorno ventidue anni sono trascorsi, e io penso che mai vaticinio fu più completamente raggiunto nei fatti; dei quali io cercherò di dire in succinto. Ma prima rivolgo con animo acclamante il pensiero mio a quella Sezione Industriale del Politecnico di Napoli che la nostra Associazione tenne a battesimo, e in cui si prepararono agli ardimenti futuri i valorosi che del progresso industriale di Napoli furono, se non sempre gli artefici, certo i collaboratori sapienti, i dirigenti di mente aperta e versatile. E perchè più aderente agli studi che noi coltiviamo, intendo fare speciale menzione della Scuola di Elettrotecnica che ebbe nel Prof. Luigi Lombardi, nostro illustre collega, il maestro insigne che per quattro lustri, fino a quando cioè fu chiamato a Roma, vi tenne di continuo acceso un vivido focolare di coltura scientifica. La sua profonda dottrina aggiunse alla scienza italiana altezza e decoro; infaticabile nella ricerca sperimentale mostrò, e lo mostra tuttora, come deve essere intesa la cattedra di una disciplina scientifica; e per tutto ciò a Lui in questa Napoli, che lo ebbe caro, e ancora non si rassegna a saperlo lontano, la grande famiglia degli elettrotecnici, dove sono legione gli allievi suoi, è orgogliosa e fiera di attestargli ammirazione e plauso grandissimi. (*L'assemblea acclama lungamente il Prof. Lombardi*).

Fiorirono pure in questo notevole periodo di tempo, che segna realmente per Napoli uno sviluppo industriale dei più rimarchevoli, scuole professionali a finalità bene precisate come quella « Alessandro Volta » e « Bernini » che diede alle industrie elettriche della regione capi d'arte e tecnici valorosissimi.

Nel 1903 quando l'Associazione tenne qui la sua VII Riunione annuale le applicazioni della energia elettrica in Napoli e provincia non avevano ancora provato lo stimolo per procedere con ritmo più intenso a svilupparsi ed allargarsi, come i tempi ormai reclamavano. Mentre al Nord dell'Italia ferveva un movimento intenso per mettere sul mercato ingenti quantità di energia elettrica, affrontando il rischio di una momentanea eccedenza della disponibilità sulla richiesta, e già si delineavano, con le grandi centrali idroelettriche a corrente trifase, lontane dai centri di consumo, le possibilità dei collegamenti, qui poche centrali termiche provvedevano ai bisogni locali per distribuire luce e poca forza motrice, nelle zone interne di Napoli ancora col sistema a corrente continua, che ebbe qui manifestazioni caratteristiche con impianti a cinque fili e accumulatori e booster per la regolazione della tensione.

La quale corrente continua, se non era direttamente prodotta come tale, vi veniva trasformata a mezzo di trasformatori rotanti in apposite sottostazioni, mentre la produzione era fatta con corrente trifase a 40 periodi.

La Società Generale per la Illuminazione e la Società Napoletana per Imprese Elettriche, con i loro impianti termici rispettivamente di 4500 e 3500 kW provvedevano a tutti i bisogni di Napoli e dintorni, e avevano pure impianti propri di produzione, la Società Anonima dei Tramways Napoletani, la Società dei Tramways Provinciali di Napoli, le Tramvie Elettriche di Capodimonte, la Ferrovia Elettrica e Funicolare del Vesuvio. Le sole Ferrovie Funicolari del Vomero erano alimentate a 500 volt dalla Società Generale per la Illuminazione Elettrica. La stessa Società si apprestava ad alimentare le linee della Società delle Tramvie Sorrentine e della Società « Strade Ferate Secondarie Meridionali », che avevano in costruzione la

linea destinata a collegare i diversi comuni sul versante a mare del Vesuvio.

Di energia idroelettrica quasi non si parlava: dico « quasi » perchè sul « Canale di Bottàro » derivato dal Fiume Sarno esisteva una centrale con due turbine e due alternatori, uno da 150 kVA, l'altro da 100 kVA, un terzo da 40 kVA a 50 periodi, a 3600 volt i due primi, e 2000 volt il terzo. L'energia era trasportata a breve distanza a Torre Annunziata per molini e pastifici, e poi per illuminazione e piccola forza motrice in Pompei, Angri e Sarno. Caratteristica per l'epoca era la linea da Sarno a Bottàro costituita da tre conduttori in alluminio di 20 mm² di sezione, la prima (ch'io sappia) che fosse stata costruita in Italia con quel materiale.

Ho voluto rammentare un po' meno fugacemente di quanto ha fatto poco fa il collega Selmo lo sviluppo di quel tempo degli impianti elettrici in Napoli e dintorni, che provvedevano ai bisogni locali, producendo e distribuendo sì e no 20 milioni di kWh, mentre nella plaga circostante in un raggio di 200 e più chilometri non esistevano che scarsissime e isolate applicazioni di energia elettrica alla illuminazione, per stabilire un confronto con le condizioni attuali che ci dimostrano con una eloquenza altamente significativa l'enorme e colossale progresso fatto. L'Ente Autonomo Volturno ed il Gruppo delle Società che mettono capo alla Società Meridionale immettono sulle reti, che si innestano alle rispettive centrali, l'ingente quantitativo di 60 + 340 = 400 milioni di kWh annui servendo una zona di 65.000 km² con una popolazione di otto milioni di abitanti.

Se si confrontano le cifre ora indicate con la produzione totale annua in Italia di circa 6 miliardi di kWh per una popolazione di 40 milioni di abitanti, si constata che i due enti prima citati provvedono alla quindicesima parte della totale produzione italiana con una media per abitante di circa 50 kWh, contro una media generale di circa 150, risultato oltremodo cospicuo se si pensa che le industrie sono concentrate a Napoli e dintorni e non disseminate un po' dappertutto come è il caso del Piemonte, della Lombardia, del Veneto, nell'Alta Italia, e di poche altre provincie italiane; e che le condizioni locali richiedono grandi trasporti di energia per trarre profitto delle tutt'altro che larghe disponibilità di energia idraulica.

Risalgono circa all'epoca intorno al 1905 le prime concessioni notevoli di derivazioni d'acqua per venire incontro ai bisogni rapidamente crescenti di questa meravigliosa regione. Ormai sulle possibilità dei trasporti a grandi distanze con linee a moderata tensione (15 ÷ 20 mila volt) non esistevano più dubbi. Gli esempi di impianti perfettamente riusciti attestavano come su questa via una nuova grande forza nazionale stava per affermarsi, e l'Italia che aveva dato i natali al creatore della corrente elettrica prima, che aveva insegnato poi come si potesse trasformare industrialmente l'energia elettrica in energia meccanica, e nell'indicare i difetti di un primo modello di trasformatore statico, e nel fare roteare un campo magnetico senza muovere organo alcuno, aveva dischiuso un mondo, non poteva, favorita discretamente nella disponibilità di energie idrauliche, trascurare di trarne i frutti preziosi ed avviarsi a conquistare un brillante primato.

L'Ente Autonomo Volturno già con la legge 8 luglio 1904 per il « Risorgimento Economico di Napoli » riceveva dallo Stato in concessione gratuita una forza motrice idraulica di 16.000 HP ricavabili dalle sorgenti del Volturno.

Ma — come si può leggere — dalla bella e chiara relazione che la Direzione dell'Ente Volturno ha presentato in occasione della prima mostra delle attività municipali in Vercelli (autunno 1924), non segue immediatamente al 1904 il periodo della attività fattiva dell'Ente, in quanto che, per provvedere a molte necessità di carattere burocratico, modifica statuti e regolamenti, nomina del Direttore e allestimento progetti di dettaglio, deve lasciar trascorrere alcuni anni, fino al 1911. Cerca però poi di guadagnare, almeno in parte il tempo perduto, e lo troviamo nel 1917 con la Centrale di Capo Volturno in grado di funzionare regolarmente per immettere intanto provvisoriamente l'energia prodotta sulla linea del Pescara, di cui dirò poi. Ed infine nel 1920 completa anche la sua linea con la sottostazione in Città di Napoli, impiegando — sistema nuovo per la regione — gli isolatori sospesi, che d'allora in poi divennero

di uso comune in tutti gli impianti di linee ad altissima tensione. La visita che per la squisita cortesia dell'Ente Volturno potremo fare nella giornata di martedì prossimo, ci darà campo di esaminare dettagli caratteristici di questo importantissimo impianto, uno dei più ragguardevoli d'Italia, e che fa altamente onore ad un Ente pubblico dove partecipano Governo, Provincia e Comune di Napoli.

Parallelamente alla attività dell'Ente Autonomo Volturno, si è svolta, a partire pure dal 1905, quella della Società Meridionale di Elettricità, che, avendo completato in quell'anno l'impianto del Tusciano di 6000 HP, metteva in servizio per il trasporto dell'energia nel Salernitano e nella zona a Sud del Vesuvio una linea a 30.000 volt, la più alta tensione per quell'epoca nelle trasmissioni elettriche, e tale da costituire un vero ardimento. Nè si arrestava: perchè metteva mano subito dopo all'impianto del Lete, e concepiva l'ardita idea di trasmettere a Napoli parte della energia degli impianti sul Pescara a circa 200 chilometri di distanza, proponendo già nel 1910, di usare la tensione di 80.000 volt di cui allora non vi erano esempi in Europa; la costruiva e la metteva in servizio nel 1912, restando allora sorpassata solo dalla linea di Laukammer a 100.000 volt, progettata dopo, e di percorso però molto inferiore.

Nel 1917 troviamo già la Società Meridionale di Elettricità in condizioni di fronteggiare con circa 40.000 kVA di macchinario idroelettrico, 500 km di linee, parte a 80.000 volt e parte a 30.000 volt con le relative cabine di trasformazione, a quasi tutta l'energia idroelettrica occorrente allora al Mezzogiorno d'Italia, avendo esteso gradualmente le zone servite dal Salernitano a Napoli, alla Campania tutta.

Ma l'energia elettrica non ha sola funzione di soddisfare bisogni esistenti sostituendo il motore elettrico al motore a vapore nei grandi stabilimenti industriali; è anche un elemento propulsivo di primissimo ordine, facendo sorgere iniziative e stimolando attività che rimarrebbero sterili senza di essa. E' per questo che essendosi eccettuato dopo la fine della guerra vittoriosa anche nell'Italia peninsulare un fervore nuovo di vita industriale, la Società Meridionale fu indotta a dar mano a nuovi grandi impianti idroelettrici, quelli del Tanagro, dell'Aventino, del Matese, il quale ultimo, per la cortesia squisita della Società, potremo visitare nell'ultima giornata del Congresso, assieme a quello dell'Ente Volturno. Trattasi, come apprendemmo dal largo resoconto della visita di tre sezioni (Napoli, Roma e Bari) che fu dato nel nostro giornale, di una centrale di 24.000 kVA che mette in valore un lago di 14 milioni di mc. di capacità (e in prosieguo 25 milioni) a circa 50 km a Nord di Napoli. Ma non basta; perchè essendosi costituita intorno al 1915 la Società Idroelettrica per i laghi Silani, la Società Meridionale entrò in cooperazione con essa nell'intendimento di agevolare il collocamento della ingente massa di energia (non meno di mezzo miliardo di kWh annui) che con le varie centrali si dovrà produrre; le quali mentre irradieranno energia verso Taranto da un lato e verso la Sicilia dall'altro, dopo aver soddisfatto tutto il fabbisogno delle provincie di Cosenza e di Catanzaro, riserveranno ancora potenze considerevoli per Napoli che dista dai laghi Silani circa 350 chilometri e per le quali sta per essere iniziata la costruzione di una linea a 150.000 volt. L'impianto della Sila comincerà a funzionare il prossimo anno con una potenza di 60.000 kVA.

Se si pensa che già oggi la Società Meridionale, per provvedere di energia i suoi utenti diretti e tutte le Società ad essa consociate (la Generale e la Napoletana che distribuiscono in Napoli, la Società della Campania per la provincia di Caserta, la Società per Applicazioni di Energia Elettrica nella zona a Sud del Vesuvio e nella ridente penisola Sorrentina, la Società del Sannio nelle provincie di Benevento, Avellino e Campobasso, la Società Pugliese in Puglia, la Lucana in Basilicata e la Calabrese di recente costituzione per la Calabria) tiene in esercizio oltre 700 chilometri di linee ad alta tensione e ne ha in costruzione avanzata 265 chilometri a 150.000 volt e 200 chilometri a 60.000 volt per il trasporto dell'energia della Sila in Puglia e Calabria; se si riflette che per servire i principali centri che ho dianzi nominato ha in esercizio cabine di trasformazione per complessivi 130.000 kVA, di cui 48.000 in quella di Poggioreale per Napoli, e 28.000 in quella di Torre Annunziata per i

dintorni, ci persuadiamo facilmente come essa sia assunta in breve volgere di tempo ad una importanza capitale nel sistema industriale, commerciale, economico e sociale della Italia peninsulare, e possa essere paragonata a quella che hanno assunto nell'Alta Italia gruppi idroelettrici il cui nome è sulla bocca di tutti voi senza che io li abbia a menzionare particolarmente.

A completare il fuggevole accenno sulle attività di questi due grandi enti, il Volturno e la Meridionale, debbo ricordare che non mancano centrali termiche di riserva e di integrazione che potremo visitare nel pomeriggio di domani.

Notevole è quella dell'Ente Volturno alla Doganella con tre gruppi di motori Diesel da 1500 HP cadauno e relativo alternatore; ma caratteristica e imponente è la costruenda supercentrale termica a Viliena della Società Meridionale.

E' la prima in Italia che funzionerà alla pressione di 24 atmosfere e surriscaldamento di vapore a 400°. Ancora nel corso di quest'anno entrerà in servizio con due gruppi di turboalternatori di 22.000 HP di potenza normale, capaci di fornirne per brevi periodi anche 27.500. E' previsto un ampliamento fino a cinque gruppi. Così che ad impianto completo, per lo sviluppo normale di 100.000 HP, occorrerà alimentare le caldaie con circa 25 tonnellate di nafta all'ora, in attesa che, per fare un nuovo passo innanzi nella tecnica più progredita delle centrali termiche, l'alimentazione possa essere fatta con carbone finamente polverizzato. Se voi pensate alla batteria di caldaie occorrenti, ai depositi e servizi necessari per il combustibile, allo sviluppo e dimensioni delle tubazioni, ai condensatori necessari con tutto il macchinario accessorio, potrete anche immaginarvi la grandiosità dell'impianto. E visitandolo sono sicuro che avrete l'impressione ch'io stesso ricevevi visitando all'estero qualcuna di queste cosiddette « supercentrali termiche » di una sproporzione grandiosa tra quanto occorre per produrre l'energia meccanica e quanto occorre per produrre l'energia elettrica; tanto quest'ultima parte risulta ridotta per le peculiari caratteristiche proprietà dei turbo funzionanti a velocità periferiche elevatissime. Con che resterà ribadito il concetto che il vapore deve percorrere ancora molta strada nella corsa alle alte pressioni, divenute ormai non moda, ma necessità, per raggiungere maggiori compattezze di impianti e rendimenti sempre più elevati.

Supercentrali di grande stile, come questa, sono in altre regioni d'Italia, sul mare, o in costruzione iniziata o allo stato di progetto. Intanto Napoli — forse per la suggestione che esercita quella officina termica da ciclopi che è il Vesuvio — agguincerà anche questo primato agli altri che già tiene in materia di utilizzazione del vapore. Ricordo; la prima nave a vapore d'Italia, la « Ferdinando I » salpata da Napoli il 26 settembre 1818, e la prima ferrovia d'Italia, la Napoli-Castellamare con servizio iniziato nel 1839 sotto Ferdinando II.

*

Ho creduto opportuno esporvi brevemente quale sviluppo hanno preso le applicazioni della energia elettrica in Napoli nell'ultimo ventennio e quale contributo vi abbiano portato, per quanto concerne la produzione dell'ingente fabbisogno di energia, i due enti « Volturno » e « Società Meridionale » perchè la modestia singolare degli uomini che sono a capo delle rispettive organizzazioni fu grave impedimento a discorrerne in una serata — che pur era possibile destinare — durante il nostro Congresso. Essi certamente pensavano di limitarsi a soddisfare le richieste di coloro che non sono ancora a giorno di questo meraviglioso sviluppo durante le escursioni o le visite. Mi è sembrato prezzo dell'opera riassumere fin d'ora in questa solenne riunione i punti cardinali, piuttosto che illustrare in sintesi i temi che furono fissati per le discussioni di quest'anno, e dare un quadro, incompleto e sbiadito certamente, sul contributo che l'Italia Meridionale dà al nostro grande problema nazionale della energia elettrica. Che se dovessi soltanto elencarvi i nomi degli egregi colleghi — tutti nostri consoci — che con alte funzioni direttive tecniche e amministrative, o con funzioni in sottordine, quali dirigenti dei singoli reparti, hanno contribuito largamente al successo, riuscendo a creare una organizzazione mirabile in tutte le sue più svariate branche, io

dovrei richiamarvi le figure più note della Sezione di Napoli della nostra Associazione: alla quale Sezione reco qui l'omaggio sincero di quanti hanno a cuore il vigoroso ascendere del nostro Sodalizio. Faccio eccezione per una cui intendevamo portare in occasione di questa nostra riunione l'espressione del nostro altissimo compiacimento salutandola quale grande benefattrice di questa meravigliosa regione; una nobile figura di lavoratore tenace che seppe nell'audacia esplicare prudenza, nell'osare mostrare saggezza. Alludo a Maurizio Capuano, cui le ormai insidiate energie non permisero di resistere al fiero colpo della perdita di una adorata figliuola.

Non sono ancora due mesi che, appena sessantenne, egli cessava di vivere nel pieno vigore della maturità e della sua multiforme attività. Mente altamente illuminata, chiamato a occuparsi di problemi tecnici da un prepotente bisogno di attività industriale, lui che aveva compiuto studi legali, fu per le regioni dell'Italia peninsulare, uomo grandemente benefico, avendo saputo creare attorno a se un potente organismo industriale, e provocare un risveglio cospicuo nei più svariati rami dell'industria, in quella idroelettrica in particolare. E non solo Napoli e il Mezzogiorno piangono sulla improvvisa scomparsa di questo grande suo figlio cui ha dedicato tutto il suo fervido ingegno: ma tutto il mondo industriale italiano si sente duramente colpito, perchè lo riconosceva quale uno dei grandi capitani della rinascita industriale del nostro paese.

Fautore convinto di ogni attività tecnica, consapevole dei benefici immediati e lontani di cui è dispensiera, ovunque condizioni favorevoli la rendano possibile, fu nei riguardi di quella idroelettrica antesignano e precursore. Fede, competenza, attività, energie, tutto egli diede pur di raggiungere quei benefici che, con intuito sicuro prevedeva per la solatia regione quando fosse pervasa dal nuovo elemento, e fu veramente opera sua il vasto programma della valorizzazione delle forze idrauliche dell'Italia Meridionale.

Capo a soli 27 anni della Società Generale per la Illuminazione di Napoli, piccolo organismo allora, sviluppatosi in seguito fino a diventare una delle più importanti Società distributrici di energia, prevedendo con intuito lungimirante i bisogni futuri, provvide nel 1899 alla costituzione della Società Meridionale di Eletticità che, con mano sicura, egli guidò dai primi passi fino allo sviluppo attuale.

Nella tecnica aveva egli spesso più fede dei tecnici stessi. Maturava in silenzio le sue decisioni diffondendo intanto intorno a se la fiducia del successo, il coraggio nell'osare, e quel particolare ottimismo che non è il risultato di una illusione, bensì forza necessaria per risolversi, e più necessaria ancora per suscitare dagli altri tutte le energie con cui si aggrediscono le mete più ardue.

Fu proprio lui che volle adottata nel 1905 la tensione di 30.000 volt per l'impianto del Tusciano; che non indietreggiò dinanzi alla distanza di 200 chilometri, che allora nel 1910 pareva formidabile, per assicurare a Napoli la energia del Pescara, e che con ardimento tutto americano faceva adottare la tensione di 88.000 volt in partenza.

Dovrei ridere quanto esposi prima sulla formidabile attività della Meridionale nel precorrere i bisogni, spesso non riuscendovi, per far balzare agli occhi vostri, o Signori, tutte le belle qualità di questo nobile figlio di Napoli, che adunava in sé la tenacia dell'anglo-sassone, la fiducia dell'americano, la grande e prepotente genialità dell'italiano. Che se un gesto suo può essere citato per farne esponente della sua vita di industriale, basti rammentare l'impresa dei laghi Silani. Fatto suo nel 1906 l'entusiasmo di un giovane progettista, salito poi in altissima fama, l'ingegnere Angelo Omodeo, che aveva delineato la grandiosa utilizzazione, sopravanzando gli inetti che disconoscevano l'importanza dell'opera, i pavidetti che la giudicavano temeraria per la mole e per la distanza dei centri di utilizzazione possibile, incoraggiò il progettista, lo soccorse del proprio mandandolo all'estero a studiare le più vaste applicazioni del prezioso quid; ebbe chiara la visione dell'enorme importanza degli impianti elettrochimici per il nostro paese per i prodotti nitrati di cui largamente beneficiano le terre, o si alimentano i flagelli della guerra, purtroppo non sempre evitabile.

Non si sgomentò. Fu tanta la fede da degradarne quella

di tanti altri che pur vollero con tenacia inflessibile in altre imprese e non riuscirono. E già vi dissi che l'anno prossimo la regione della Sila, così celebre per le sue silvestri bellezze, si farà centro di un grandioso benessere con una prima centrale di 60.000 kVA. E sarà prodigio dovuto a Maurizio Capuano.

L'attività sua non ebbe sì può dire limiti perchè si estese in tutti i campi e nelle forme più svariate della Economia nazionale. Egli partecipava a 37 Società industriali, nei cui Consigli di Amministrazione portava la esperienza del suo vivido ingegno, del suo assiduo instancabile lavoro. Di molti importanti organismi teneva personalmente il controllo: della Meridionale in particolare, che amava come la pupilla degli occhi suoi.

Fu cittadino sommo e patriota fervente. Troppo talento dimostrava per non essere chiamato d'ogni parte a partecipare a missioni, incarichi, incombenze delicate e difficili. Gli industriali delle provincie meridionali lo consideravano come la figura più rappresentativa, anche perchè di rettitudine assoluta e cristallina coscienza, accomunate con sincera modestia.

Esempio di vita interamente dedicata all'amore verace per il proprio paese, di lui si può dire:

Morte lo colse, ma vita lo rinnova

perchè lascia tanta traccia imperitura della sua attività sconfitta, che mai la memoria sua potrà essere obliata nel tempo.

Dal pensiero di lui io assurgo o Signori ad un altro più vasto, più grande, più solenne: la grandezza del nostro Paese, della nostra amatissima Italia. Questi uomini, come Maurizio Capuano (e molti altri potrei nominare) che del continuo ascendere della nostra patria hanno avuto una visione più larga di ogni più vasto sogno, questi uomini che manovrando uno strumento le cui origini sono prettamente italiane, e le prime intelligenti applicazioni seppero iniziare, sviluppare, potentemente ampliare, formando così organismi atti a trarre profitto di una delle poche materie prime discretamente abbondanti sotto il nostro magico cielo, costituiscono una pleiade di grandi che realmente bene meritano e bene meritano della patria. E quando i tecnici esteri, siano essi inglesi o americani, reduci da Londra dalla prima Conferenza Mondiale dell'Energia, siano essi francesi, vecchie e giovani reclute della Société Française des Électriciens, scendono tra noi per visitare questo nostro potente strumento di benessere industriale, economico, sociale, le nostre imponenti centrali, la nostra magnifica rete di linee ad alta ed altissima tensione, e noi li vediamo grado grado passare dall'attenzione alla meraviglia, e dalla meraviglia all'entusiasmo quando si convincono che nella nostra Italia nel campo della produzione e utilizzazione dell'energia idroelettrica ci furono e ci sono uomini i quali riuscirono ad ottenere, nel coordinamento e nella mutualità dei più svariati interessi, dei risultati che per loro sono ancora allo stato di semplice desiderio, noi non possiamo sottrarci ad un senso di legittimo orgoglio.

Quindici giorni fa io mi trovavo a Grenoble a quella esposizione internazionale del carbone bianco dove l'Italia poté realmente rivelarsi al mondo intero. Membro della Giuria per le classi relative alla produzione e al trasporto dell'energia, ho seguito i lavori della Commissione che esaminò e vagliò quanto fu esposto dalla Francia, dall'Italia, dalla Svizzera, dalla Germania, dalla Norvegia, dalla Ceco-Slovacchia, da quasi tutti i paesi europei insomma. E posso assicurarvi che ho trascorso due giornate di grandi emozioni, di indicibile fierezza nazionale. Quella Commissione internazionale, dopo la diligente visita del padiglione italiano era veramente *ebloüe*, e non rifiniva di esaltare l'opera compiuta dal nostro paese in un trentennio di pertinace lavoro, collocandosi ai primi ranghi, per l'importanza delle utilizzazioni fatte, della imponente dei trasporti eseguiti, dei collegamenti effettuati, approfondendo nella originalità delle soluzioni e nella perfezione dei mezzi per raggiungerle, tutta la bella e sempre viva genialità italiana.

A meglio convincervene ecco un brano del discorso pronunciato da una eminente personalità del gruppo di colleghi francesi che visitò di recente alcune delle grandi centrali idroelettriche dell'Alta Italia, il Prof. Brylinski, in occasione del pranzo dato in loro onore dalla Sezione di Milano.

« Et, puisque l'occasion s'est présentée pour moi d'évoquer l'Exposition de Grenoble, à laquelle les électriciens fran-

« çais attachent une grande importance, laissez-moi vous dire, « o amis italiens, que tous les visiteurs ont été émerveillés de « la magnifique Section italienne de cette Exposition. Ils sont « reconnaissants à l'industrie italienne de l'effort considérable « qu'elle a développé et qui a été couronné du succès le plus « complet, car la Section italienne n'a été égalée par aucune « autre Section étrangère de l'Exposition : cette Section laisse « une impression de plénitude dans le résultat, et de perfection « dans la réussite qui donne une idée particulièrement haute « de la valeur de l'industrie électrique italienne. Cette indu- « strie, dont beaucoup d'entre nous ont ainsi admiré les té- « moignages à l'Exposition de Grenoble, nous avons dans ce « voyage le privilège de pouvoir l'apprécier sur place. Nous « avons pu constater dans la contemplation de ces magnifiques « ouvrages hydrauliques : barrages — réservoirs, conduites for- « cées, usines, si soigneusement étudiés, si judicieusement « combinés et sachant allier à la solidité de la construction la « beauté d'une architecture qui en fait un ornement pour le « paysage, — dans la vue de ces turbines, de ces tableaux « de distribution, de ces appareils de mesure qui ne le cèdent « à aucun autre matériel dans le monde, — jusqu'à quel point « l'industrie électrique italienne a réussi à se hausser au pre- « mier rang, et nous sommes heureux de vous apporter ici le « témoignage de notre admiration avec nos plus sincères féli- « citations pour les résultats splendides que vous avez obtenus ».

Ma ritornando alla esposizione di Grenoble io debbo rile-
vare che di questo, naturale se vuolsi, ma oltremodo significa-
tivo successo, noi dobbiamo essere grati ad un nostro eminente
collega, l'Ing. Guido Semenza, che, quale Commissario Gene-
rale Italiano per la detta Esposizione, in un tempo quanto mai
ristretto e con modestissimi mezzi, è riuscito ad allestire due
padiglioni che formano un insieme dei più pregevoli nella ben
riuscita mostra. L'alta sua autorità, la sua convincente parola,
il suo personale prestigio, ottenne a Grenoble gli spazi e la po-
sizione preminente come egli intendeva dovesse esser riser-
vato all'Italia; e qui in paese riuscì a persuadere industriali,
produttori, distributori, le grandi Associazioni, le grandi So-
cietà, a presentare in sintesi il loro lavoro, la loro fatica. Egli
ha ormai ricevuto tante congratulazioni, il Presidente stesso del-
la Repubblica lo ha così cordialmente felicitato per il suo no-
bile sforzo, tanto splendidamente riuscito nel risultato, che ag-
giungere nuove espressioni può sembrare superfluo. Ma in
questa festosa riunione degli Elettrotecnici italiani, in questa
occasione solenne non è possibile non arrivi l'eco di quanto
egli ha benemeritato, ed io rendendomi interprete del senti-
mento comune, gliene reco l'espressione, viva, profonda, cor-
diale. (*L'assemblea acclama vivamente l'Ing. Guido Semenza*).

✱

Ho parlato dianzi di quanto fu fatto nel Mezzogiorno d'Ita-
lia per l'approvvigionamento dell'energia elettrica: parallela-
mente dovrei accennarvi a tutto l'incremento che subirono le
industrie le quali oggi traggono dall'energia elettrica talvolta
la loro ragione d'essere, tal'altra almeno il loro vitale sosten-
tamento. Ma sarò breve.

Scomparse ormai le singole centrali di produzione, tutti
i servizi di privata e pubblica illuminazione, nonchè quelli
di forza motrice, si alimentano con energia idroelettrica. Tutti
i servizi tramviari intorno a Napoli provvedono, mercè tra-
sformazione a corrente continua, al movimento ingentissimo
della popolazione che richiede oggi circa 8000 kW compren-
dendo i trams comunali di Napoli, e di Società private (Tram
Napoletani, Trams del Nord, Trams Provinciali, Circumvesu-
viana, Tramvie di Salerno, Sorrentine, Ferrovia Alifana e
Sangritana). Ultima entrata nell'esercizio è la Ferrovia di
Stato Napoli-Pozzuoli, destinata a cortocircuitare percorsi lun-
ghissimi delle tramvie lungo la riva del mare, e che consen-
tirà a questa grande Metropoli un più rapido sviluppo delle
sue magnifiche plaghe industriali. Così Napoli che per tanti
titoli gode primati cospicui (e di cui ho già fatto cenno) avrà
anche quello della prima Metropolitana Italiana. Avremo occa-
sione di constatarne il magnifico servizio.

Lo sviluppo industriale della regione e di Napoli in par-
ticolare, ha preso in questi ultimi tempi un ritmo che con-
sente di presagire un avvenire superbo. Numerosi ed im-

portanti stabilimenti tessili richiedono all'intorno di 10.000
kW di cui 2000 per le sole Cotoniere Meridionali. Più an-
cora assorbono gli Stabilimenti Metallurgici dell'Ilva a Torre
Annunziata e Bagnoli, e quelli di Armstrong a Pozzuoli. L'in-
dustria molitoria non assorbe meno di 4000 kW e quella
dei prodotti conservati, assai diffusa nelle zone di Napoli e
di Salerno, fa anch'essa una richiesta ingente. Menzione spe-
ciale merita la Elettrochimica Pomilio che intravide, ancora
prima che cessasse la guerra, la possibilità di ritrarre dagli
impianti del Volturno e dei laghi Silani l'energia a modico
prezzo per diversi prodotti, come idrogeno, cloro, soda cau-
stica e cellulosa da adibirsi alle più svariate applicazioni; più
importante fra tutte l'ultima, per la sua immediata applica-
zione alla seta artificiale, la cui industria in Italia si orienta
verso una produzione giornaliera di 100 tonnellate.

L'industria della costruzione del macchinario elettrico non
è ancora sviluppata: ma provvedono a tutti i bisogni della zona
per le condutture necessarie gli Stabilimenti della Società Me-
tallurgica Giacomo Corradini e la Fabbrica Italiana Conduttori
Elettrici, splendidamente attrezzate.

Per quanto disadorno ed incompleto il quadro che vi ho
rappresentato è certamente sufficiente a Voi, o colleghi tecnici,
che vivete al Nord di questa terra solatia, per convincervi che
vi è qui il fermento per produrre miracoli, e vi è più che tutto
la volontà di farla risorgere avviandola ai suoi più alti destini.
La redenzione agricola di terre dove stagnano le acque ha ormai
qui proseliti ferventi ed illuminati; la necessità della bonifica
agraria ha fautori convinti che per propagarne i mirabili ri-
sultati vollero qui quest'anno una esposizione nazionale, otti-
mamente riuscita. Celebre è la feracità del suolo dove il sole vi
opera trasformazioni delle più saporose e profumate. E quan-
do l'energia elettrica vi sarà largamente diffusa, e le industrie
si moltiplicheranno a mille a mille, nessuno potrà più ricono-
scere la Napoli di un tempo ormai lontano che una lunga in-
terminabile serie di dominatori avevano finito di snaturare,
creandovi abitudini e tendenze piuttosto orientali, eminente-
mente in ciò favorite dalla dolcezza del clima.

E' la resurrezione piena e completa, e possiamo dire che
questa opera imponente e magnifica è frutto della intelligenza,
della tenacia, dell'ardimento dei figli suoi.

Che se vi può essere per tanto rigoglioso risveglio, per
tanto promettente sviluppo, per tante avversità superate con
animo invitto, una espressione, un simbolo, un nome, che tutto
riassuma e comprenda in nobiltà di intenti ed in riuscita di
opere egregie ed ardite, ebbene, lasciatemelo trovare in un figlio
di questa terra, di questa Napoli divina, nel Comandante De
Pinedo che col suo « Gennariello », solo nel cielo con un umile
compagno, sorvolando sulle sconfinite vastità dei mari dalle in-
sidie tremende, compie epico gesto, portando insieme al palpito
del suo cuore di puro italiano, i fiammeggianti colori della nostra
bandiera.

I vivissimi applausi che seguirono queste parole, chiusero
la brillante seduta inaugurale. I Congressisti si recarono poi al
Municipio al signorile ricevimento offerto nelle magnifiche gal-
lerie superiori.

Discorso pronunciato dall'Ing. G. Cenzato.

Le alte e nobili parole con le quali il nostro Presidente Ge-
nerale ha voluto ricordare nella seduta inaugurale del nostro
Congresso il nostro Grande Scomparso, l'appassionata evoca-
zione dell'illustre prof. Lombardi, le manifestazioni pervenute
da ogni parte con commovente spontaneità, le espressioni af-
fettuose dei più intimi che sapevano la mia infinita devozione e
indovinavano il mio profondo cordoglio, mi fanno certo che un
nome si è affacciato alla mente di tutti quando io mi sono
alzato; e questa certezza dolorosa e cara aumenta la mia tre-
pidazione.

Era Maurizio Capuano che doveva portarvi qui il nostro
saluto, imparare a conoscere i più giovani, risalutare i più an-
ziani che già nel 1903 aveva ricevuti in rappresentanza della
Società Meridionale di Eletticità all'impianto del Tusciano. E
rivederli quando con la sua opera silenziosa e tenace era giunto
dal primo modesto impianto all'attuale organismo che ormai

stende, dai piedi della Majella all'altipiano della Sila, dalla vigilante Gaeta alla bianca Lecce leggiadra, le sue arterie vivificatrici.

Ma se mi era impossibile non ricordare il nome dell'Uomo alla cui ombra abbiamo lavorato fin qui, con la tranquillità che ci dava la forza del suo ingegno e la carezza della sua bontà, non vorrò stasera ridestare le amarezze di un lutto che ha colpito oltre la nostra famiglia il Mezzogiorno nella sua figura più rappresentativa e nel Mezzogiorno l'intero Paese. D'altra parte l'infinita modestia del caro perduto mi ammonisce a non insistere sulle sue grandi benemeritenze e sulle sue virtù eccezionali. Una sola cosa ricorderò di lui, perchè a noi deve farlo più caro, la sua fede nella capacità della tecnica italiana.

Quest'uomo non tecnico aveva dei nostri problemi un intuito veramente geniale che m'ha sovente riempito di meraviglia. Gli ardimenti della Meridionale — il primo impianto a 30.000 volt, il primo impianto a serbatoio montano, la prima linea a 88.000 volt — trovarono in Lui il più fervido propugnatore. E più recentemente, quando si studiavano le linee di trasporto dalla Sila a Bari e a Napoli, fu ancora Lui che spinse noi tecnici verso i 150.000 volt, giustamente giudicando che un incremento della tensione non avrebbe grandemente aumentate le difficoltà dell'opera, mentre sorrideva alla sua mente di industriale la maggiore capacità dei trasporti. Il problema Silano è del resto quello in cui più risaltano l'intuito e la fede di Maurizio Capuano, e giustamente il nostro Presidente Generale la citava come l'impresa tipica dell'uomo. Quest'opera che fra tutte era anche per lui la più grande e la più cara, è stata da lui intuita, difesa, voluta contro la sfiducia dei più; e mancando l'ausilio altrui, soccorsa in proprio quando la sua fortuna era ancora modesta.

Così amava la tecnica quest'Uomo meraviglioso, che ha sempre lavorato in silenzio, schivo degli onori, considerandosi della sua Napoli l'umile figlio devoto chiamato a servirla; questo grande Capitano che ha portato la Meridionale in primissima linea fra i grandi organismi elettrici del Paese, e saputo creare intorno a sé una famiglia devota, pervasa del Suo spirito, improntata alla sua onestà laboriosa, elevata nella visione di una missione da compiere.

Il nostro Presidente gr. uff. ing. Pietro Fenoglio, impossibilitato per doveri dei suoi alti uffici a intervenire alla nostra riunione, mi ha così telegrafato:

« Una seduta Consiglio Banca lunedì Milano impediscemi « essere costì come era mia intenzione e desiderio. Pregola « sostituirmi nel porgere colleghi convenuti a Napoli benve- « nuto e saluti augurali nostra Società esprimendo tutto mio « dispiacere forzata assenza saluti — Fenoglio ».

Di questa grande famiglia Meridionale tocca quindi a me l'onore immeritato di portarvi il saluto, e per essa a me di ringraziare S. E. il generale Albricci, il R. Commissario del Comune di Napoli, e tutte le autorità civili e militari, della cortesia con cui hanno accolto il nostro invito e voluto con la loro ambita presenza imprimere alla nostra riunione un significato che certo non sfugge a nessuno di voi.

Ma debbo nel contempo farmi perdonare se l'accoglienza non è stata pari all'avvenimento e rammaricarmi soprattutto che non ci sia riuscito, com'era nelle nostre intenzioni e nel nostro desiderio, di preparare ai colleghi qualche cosa di più completo sui nostri impianti e sui nostri studi, che desse a loro la visione perfetta del lavoro compiuto nell'Italia Meridionale e permettesse quello scambio di esperienze e quella discussione di dettagli che sono fra i più proficui frutti delle nostre riunioni, e che indubbiamente hanno contribuito al progresso della nostra tecnica e al prodigioso sviluppo dei nostri impianti di cui andiamo giustamente orgogliosi.

Orgogliosi, è anche la parola del nostro Presidente Generale. Confessiamo apertamente la colpa, se pure questa è una colpa. Ma non del piccolo orgoglio di singoli, chiusi in un'ambizione personale, ma dell'orgoglio di tecnici che sanno l'incidenza del proprio lavoro con le grandi fortune della Patria; di tecnici che per la loro Patria, duce Guido Semenza e gregari tutti i volenterosi della nostra famiglia, hanno vinto recentemente la grande battaglia che ha nome Grenoble; di tecnici

che hanno, anche in un campo dove l'esportazione pareva impossibile, portato oltre i confini l'ingegno italiano, affermandosi in gare mondiali come produttori e come progettisti.

Del resto in noi l'amore della Patria e l'amore della realizzazione sono in stretta interdipendenza. Io ho avuto sovente occasione di meditare sui riflessi del nostro abito mentale di tecnici nella vita sociale. E ho dovuto sempre, con una logica rigorosa che mi confortava della negletta modestia, convenire che la nostra natura di realizzatori è un elemento potente di ordine e di equilibrio. E se la melanconia ammonitrice che tradisce il mio invecchiare non è troppo affliggente, vorrei aggiungere che di fronte alle grandi immobilizzazioni che le nostre industrie richiedono, di fronte al fatale raggrupparsi delle diverse iniziative in organismi sempre più vasti, di fronte alle preoccupazioni monopolistiche cui non vorrò negare un fondamento astratto, i tecnici rappresentano una solida garanzia di equilibrio e di equità: che è superfluo e forse vano, e quindi dannoso, cercare d'infrenare gli svolgimenti che la tecnica richiede e contrapporre ai grandi organismi che si evolvono organismi nuovi concorrenti, fino a che i tecnici, i quali avranno sempre di mira il miglioramento dei loro impianti e non saranno mai degli speculatori, saranno direttamente o indirettamente i dirigenti.

Con un simile amore alle nostre cose e con siffatti intendimenti la Società Meridionale che si gloria del nome di Maurizio Capuano lavora e lavorerà nell'avvenire: con una fede e un entusiasmo che sovrastano il materiale interesse. Fra poco nell'ampia vallata dell'Ampollino si stenderà il primo lago Silano; fra pochi mesi la Centrale di Timpa Grande comincerà a funzionare e l'energia discenderà dagli altipiani all'industria Cotrone, a quei meravigliosi Stabilimenti della Montecatini dove nulla si vede entrare e invece ogni giorno uscire tonnellate di prodotto, come per un prodigio; arriverà nelle Puglie, preparandosi ad arrivare a Napoli, sognando di varcare lo Stretto per arrivare in Sicilia. L'avvento degli impianti Silani, la loro coordinazione con gli altri impianti della regione completerà il primo regolatore elettrico a cui la Società Meridionale ha dedicato tanta parte delle sue fatiche, darà la ricchezza di energia idroelettrica da cui il Mezzogiorno attende le sue maggiori fortune.

Figlio di veneti e cresciuto nella grande metropoli lombarda, m'è caro ripetere qui il mio profondo convincimento che alle fortune del Mezzogiorno siano legate le fortune d'Italia; che il problema del Mezzogiorno, al quale il Governo Nazionale dedica le sue migliori energie, sia insieme un problema di giustizia e un problema di vita per la Nazione. Ho detto prima che qui si lavora con una fede e un entusiasmo che sovrastano il materiale interesse. Giungano queste parole a S. E. Castelli, che ci duole di non avere fra noi, all'Uomo che la nostra fortuna e l'alta sapienza di S. E. Mussolini hanno voluto a capo del risorgimento del Mezzogiorno, all'uomo a cui tutta Napoli tiene gli occhi fissi in attesa del miracolo. La parola è forse eccessiva, e io per il primo ho sovente ammonito che miracoli non si fanno; ma vedendo S. E. al lavoro con la calma e la serenità dei forti, ho sovente pensato che a suo tempo avremo pena a trovare, per l'opera compiuta, un'altra parola.

Eccellenza, Signore e Signori, Amici e Colleghi carissimi. Di questa Napoli bellissima è impossibile non sentire il fascino, che gli antichi hanno racchiuso per l'eternità nel mito di Partenope, dagli occhi dolci e pensosi. Raccogliendo nel mio spirito, senza tentare di esprimerli, i sentimenti di profonda devozione per le Autorità che ci hanno onorato della loro presenza: i sentimenti di affettuosa amicizia per tutti voi; salutandovi tutti nel nostro Presidente Generale, degnissimo fra i degni, per l'intelletto, per la coltura, per il cuore magnanimo; innalzando il pensiero all'avvenire della nostra Associazione; risalendo per i sentieri fioriti della nostra fede alla visione della Italia nostra che reca in fronte il segno della sua grandezza infallibile, quasi lieto della mia incapacità a dire di più, chiudo leggendo nei vostri cuori e coronando quanto in questo momento ci fa più uniti e migliori del nome di Colui che in questa Città fascinatrice, che distende armoniosa le sue insuperabili bellezze nell'incanto del golfo, ebbe i natali: col nome augusto del Primo Soldato d'Italia.

* *

Notizie delle Sezioni**SEZIONE DI MILANO**

La sera del 9 febbraio numerosi soci si sono riuniti nella sala di dimostrazione della Società Edison Clerici, gentilmente concessa, per udire una conferenza del Comm. Ing. Carlo Clerici, sulla illuminazione razionale.

In assenza del Presidente, il Vicepresidente della Sezione, Ing. Manfredi, ha ringraziato la Società Clerici dell'ospitalità ed ha invitato l'oratore a prendere la parola.

I problemi di illuminazione sono stati messi in rilievo dal conferenziere, richiamando l'uditorio alla grande importanza della luce quale fattore di benessere e di produzione.

«La battaglia della luce», tale era il titolo della conferenza, deve essere affrontata senza ulteriore indugio anche in Italia, come già da alcuni anni ha fatto l'America, onde accentuare alle nostre industrie e commercio quell'incremento che si è verificato con crescente ritmo in tutti i campi.

In Italia si consuma per luce circa un decimo di quanto si consuma in America, cioè si è quasi al buio, con danno rilevante agli interessi di tutte le categorie di cittadini.

Mentre le macchine e gli utensili hanno raggiunto uno stadio di grande perfezione, i sistemi di illuminazione sono ancora quelli di molti anni fa. Uno dei più nocivi fenomeni delle lampade è l'abbagliamento che può portare a disturbi nervosi ed indebolimenti dell'occhio, talvolta perenni.

Occorre pertanto che le lampade siano racchiuse entro apparecchi riflettenti e diffondenti, tali da eliminare l'abbagliamento e le ombre troppo intense, ed assicurare una illuminazione diffusa ed uniforme, di intensità tale da ottenere il massimo benessere nelle abitazioni private, e la massima resa in produzione nelle industrie, negli uffici, nei negozi di vendita, nelle vetrine, che sono la ragione di essere dei negozi stessi.

Una buona illuminazione delle strade e delle piazze, oltreché essere una necessità estetica, garantisce l'integrità delle persone e delle cose.

Nelle scuole e negli ospedali l'igiene dell'occhio, dovuto alla razionale illuminazione è pure di massima importanza. E' stato pure riscontrato che gli infortuni negli stabilimenti diminuiscono considerevolmente, specie nella stagione invernale, in cui la percentuale relativa è da noi molto alta per insufficienza di luce.

L'Ing. Clerici ha illustrato la sua conferenza con dimostrazioni pratiche interessantissime e con proiezioni corredate da cifre che hanno suscitato un grande interesse, specie nella parte riguardante il variare delle proprietà fisiologiche dell'occhio, delle vendite dei negozi, e della produzione dell'industria, in funzione della qualità e della quantità della luce.

L'Ing. Clerici si è anche intrattenuto sulle qualità della luce solare in rapporto a quella fornita da lampadine ordinarie, ed ha mostrato esempi di apparecchi speciali che davano una luce eguale a quella del giorno. Varie tavole di carte da apparati apparivano sotto colori molto diversi se illuminati con luci solari ed ordinarie.

Nella sala erano installati vari sistemi con apparecchi dai più antiquati a quelli più moderni, montati questi ultimi secondo precise norme tecniche, e venivano accesi successivamente mettendo in rilievo i difetti degli uni ed i vantaggi degli altri.

Una vetrina sperimentale veniva pure illuminata coi sistemi antichi purtroppo ancora in uso e poi con sistemi razionali, risaltandone una enorme differenza nell'effetto reclamistico degli oggetti esposti. Altri esperimenti di vera attrazione venivano eseguiti ed accompagnati dall'arguta e competente parola dell'Ing. Clerici, che ha chiuso la sua ascoltattissima conferenza, mettendo in guardia il pubblico dall'usare apparecchi sedicenti moderni, e confidando nella cooperazione di tutti i presenti allo sviluppo della razionale illuminazione, affinché la battaglia della luce sia coronata dal pieno successo per una maggiore ricchezza nazionale.

Il Vice Presidente, Ing. Manfredi, si è quindi congratulato col l'Ing. Clerici per la interessante comunicazione ed ha nuovamente ringraziato a nome dei soci la Società Edison Clerici.

* *

SEZIONE DI BARI

Il giorno, martedì 19 gennaio c. a., alle ore 17,30, presso la sede della Sezione, si è riunita l'assemblea generale ordinaria dei soci per svolgere il seguente Ordine del giorno:

- 1) Relazione sull'attività svolta dalla Sezione durante l'anno 1925;
- 2) Approvazione delle nuove quote sociali per l'anno 1926 in base al deliberato del XXX Congresso annuale dell'A. E. I. (7-13 ottobre 1925);
- 3) Discussione e approvazione del Bilancio consuntivo 1925 e del Bilancio preventivo 1926;
- 4) Comunicazioni varie della Presidenza.

Il Presidente, Ing. M. Ascoli, constatata la presenza di 48 soci, dichiara regolarmente aperta la seduta.

Sul n. 1 prende la parola il Presidente, il quale fa una succinta relazione sull'attività svolta dalla Sezione durante l'anno 1925, rilevando come la Sezione stessa, sorta appena il 1° agosto 1920, abbia saputo prendere, in breve volger di tempo, uno sviluppo molto promettente.

Dopo aver accennato alle conferenze, esposizioni, riunioni e gite fatte durante l'anno 1925, ed alle principali quistioni trattate, il Presidente riferisce sulla recente iniziativa presa dalla Sezione d'accordo con l'Ente Pugliese di Cultura e di Educazione Professionale, in seguito alla quale il 15 dicembre 1925 si è aperto in Bari un corso pratico per elettricisti, diviso in due Sezioni, in cui l'insegnamento è impartito da due soci della Sezione.

Sul n. 2 prende ancora la parola il Presidente, il quale, richiamandosi al deliberato del XXX Congresso dell'A. E. I., ed alla urgente necessità di porre la Sezione in grado di far fronte alle spese indispensabili per la sua vita ed il suo sviluppo, propone che per l'anno 1926 le quote sociali siano fissate come segue:

Soci individuali L. 65.

Soci collettivi (Ditte, Enti di Cultura, ecc., escluse le Società anonime) L. 140.

Soci collettivi (Società anonime) L. 200.

La proposta del Presidente, messa ai voti, viene approvata ad unanimità.

Sul n. 3 il Presidente dà la parola al Cassiere, Sig. Giovanni Scippa, il quale espone i seguenti dati, relativi al Bilancio consuntivo 1925 ed al Bilancio preventivo 1926 (compilato in base alle nuove quote approvate dall'assemblea).

Bilancio consuntivo anno 1925.**Attività:**

In cassa al 31 dicembre 1924	L. 1.470,35
Quote 1925 incassate nel 1924:	
Soci individuali 6 a L. 50	" 300,—
Soci collettivi 1 a L. 100	" 100,—
Quote 1925 incassate nel 1925:	
Soci individuali 129	" 6.450,—
Soci collettivi 21	" 2.100,—
Interessi sul libretto Comit.	" 294,45
Quote iscrizione esami installatori	" 610,—
Per vendita «Norme A. E. I.» e varie	" 17,20
Totale	L. 11.342,—

Passività:

Contributi pagati alla Sede Centrale	L. 6.521,—
Stampati	" 760,50
Postali, telegrafi, bolli, ecc.	" 886,85
Per acquisto Norme A. E. I.	" 315,—
Gratificazioni varie	" 875,—
Totale	L. 9.358,35

Totale attività	L. 11.342,—
" passività	" 9.358,35

Saldo in cassa al 31 dicembre 1925	L. 1.983,65
---	--------------------

Bilancio preventivo anno 1926.**Attività:**

Quote soci individuali n. 140 a L. 65	L. 9.100,—
" " " 11 a " 140	" 1.540,—
Quote soci collettivi } " 10 a " 200	" 2.000,—
Totale	L. 12.640,—

Passività:

Contributi alla Sede Centrale:	
Quote soci individuali n. 140 a L. 45	L. 6.300,—
" " collettivi n. 21 a L. 120	" 2.520,—
Stampati	" 800,—
Postali, telegrafiche, bolli, ecc.	" 900,—
Gratifiche varie	" 900,—
Totale	L. 11.420,—

Totale attività	L. 12.640,—
" passività	" 11.420,—

L. 1.220,—	
dell'esercizio 1925 e precedenti	" 1.983,65

Presumibile rimanenza di cassa al 31 dicembre 1926	L. 3.203,65
---	--------------------

Dopo breve discussione, il Presidente mette ai voti i Bilanci, i quali risultano entrambi approvati ad unanimità.

Sul n. 4 prende la parola il Presidente, il quale invita l'assemblea a decidere circa la convenienza o meno di portare la Sede della Sezione nei nuovi locali occupati dalla Sezione di Bari dell'A. N. I. A. I.

Da parte sua dichiara di essere stato a visitare quei locali e di averli trovati troppo angusti e non rispondenti allo scopo.

Dopo breve discussione l'assemblea, in considerazione dell'insufficienza dei nuovi locali, e del fatto che col cambiamento di Sede si verrebbero a sostenere notevoli spese mentre la Sede attuale della Sezione, oltre ad essere sufficientemente ampia, e per di più gratuitamente concessa dalla Società Generale Pugliese di Elettricità, delibera ad unanimità di soprassedere, per quest'anno, al progettato cambiamento di Sede.

Il Segretario, Ing. Nico Cafarò, fa presente che a mente dell'art. 36 del Regolamento interno della Sezione, occorre procedere alla nomina della Commissione annuale per l'esame dei bilanci.

In seguito a votazione vengono nominati ad unanimità:

Revisori effettivi:

Ing. Tabernacolo Nicola; Marinelli-Giovene Giuseppe.

Revisori supplenti:

Sig. Tagliaferri Aldo Jacques; Sig. Colasanti Rodolfo.

Il Segretario fa inoltre presente che, a mente dell'art. 23 del Regolamento interno della Sezione due dei tre Consiglieri Delegati alla Sede Centrale devono essere rinnovati.

In conseguenza di quanto sopra ed in seguito ad estrazione a sorte sono dichiarati scaduti di carica:

l'Ing. Centonze Angelo, l'Ing. Sainati Francesco;

e al loro posto vengono eletti all'unanimità:

l'Ing. Pollice Ugo e il Sig. Vergnano Emilio.

Esauriti gli argomenti all'Ordine del giorno e non essendoci altri soci a chiedere la parola, l'Ing. Mario Ascoli dichiara chiusa la seduta.

*

La stessa sera del 19 gennaio c. a. l'Ing. Mario Ascoli parlò sul tema: «Le tariffe per la vendita dell'energia elettrica e i preconcetti degli utenti».

Premesso che avrebbe trattato non della misura assoluta dei prezzi ma del meccanismo delle tariffe, accennò ai criteri del costo e del valore del servizio e mostrò che assai spesso le tariffe non vengono applicate praticamente nella forma pura e razionale, bensì più o meno modificata per adattarle ai gusti degli utenti che dimostrano sempre ostilità ai canoni fissi indipendenti dal consumo, e fanno cattiva accoglienza ai minimi garantiti, particolarmente agli inizi delle distribuzioni elettriche in una plaga dove prima non esistevano.

Molte volte il distributore deve cercare, in queste condizioni, delle soluzioni di compromesso per diffondere l'uso dell'energia elettrica.

* *

SEZIONE DI CATANIA

Assemblea del 15 gennaio 1926.

Ordine del Giorno:

- 1) Rendiconto morale e finanziario del triennio 1923-25;
- 2) Aumento della quota sociale;
- 3) Premio Vismara;
- 4) Rinnovazione delle cariche.

Sono presenti numerosi soci.

Presiede il Presidente, Gr. Uff. Ing. Francesco Fusco.

In principio di seduta, il Segretario, Ing. Enrico Licciardello, anche nella qualità di Cassiere, per le dimissioni dell'Ing. Francesco Rapisardi, dà sommaria notizia dello sviluppo della Sezione nel triennio 1923-25.

Riandando a tre anni or sono, espone rapidamente tutte le difficoltà di ordine amministrativo e finanziario superate per riorganizzare la Sezione che tendeva decisamente a scomparire.

Pone in rilievo la costituzione ex novo della biblioteca che si va arricchendo ogni giorno di volumi interessanti ed è dotata delle più importanti riviste di elettrotecnica italiane e straniere.

Ricorda il lavoro svolto dalla Sezione con conferenze e visite agli impianti della Società Generale Elettrica della Sicilia. Mette in evidenza l'incremento del numero dei soci. Difatti mentre al 1° luglio del 1922 la Sezione contava appena n. 40 soci individuali e n. 9 soci collettivi, con tendenza alla diminuzione rispetto agli anni precedenti, oggi la Sezione conta n. 98 soci individuali, n. 12 soci collettivi e n. 15 soci studenti con un incremento complessivo nel triennio, di 76 soci, cioè di circa il 160 per cento ed è oggi l'unica Sezione dell'Associazione che abbia così gran numero di soci studenti.

Quindi dà lettura del rendiconto finanziario dell'anno 1925, che viene senz'altro approvato.

Rendiconto finanziario anno 1925.

Entrata:

Esistenza in cassa al 31 dicembre 1924	L. 836,75
Contributi pel 1925:	
N. 93 soci individuali a L. 50	» 4.650,—
» 1 socio individuale	» 25,—
» 12 soci collettivi a L. 100	» 1.200,—
» 14 » studenti a L. 15	» 210,—
N. 120 soci paganti al 31 dicembre 1925.	L. 6.085,—
Interessi attivi al 31 dicem. 1925 su libretto della Comit	» 72,70
Recuperi vari	» 10,10

Totale entrate L. 7.004,55

Uscita:

Contributo alla Sede Centrale per quote 1925:	
N. 96 soci individuali a L. 35	L. 3.360,—
» 1 socio individuale	» 17,50
» 12 soci collettivi a L. 70	» 840,—
N. 109 soci	L. 4.217,50
Biblioteca:	
Acquisto periodici	L. 319,70
Acquisto libri	» 922,—
Rilegature	» 110,—
Cancelleria e stampati	» 58,70
Segreteria e varie	» 345,70

Totale uscite L. 5.973,60

Esistenza in cassa al 31 dicembre 1925	» 1.030,95
	L. 7.004,55

Attivo:

Esistenza in cassa	L. 1.030,95
Crediti per quote arretrate	» 165,—
Totale	L. 1.195,95

Per memoria:

Biblioteca:	
Costo al 31 dicembre 1924 (oltre i libri ricevuti in dono)	L. 4.021,25
Acquisto libri nel 1925	» 1.351,70
Totale	L. 5.372,95

Il Presidente pone ai voti l'aumento delle quote sociali in conformità agli aumenti effettuati dalla Sede Centrale nei contributi delle Sezioni.

Dopo ampia discussione, le quote sociali vengono così fissate: soci collettivi di prima categoria (con capitale da 1.000.000 in su) L. 200; soci collettivi di seconda categoria (con capitale inferiore a 1.000.000) L. 150; soci individuali (residenti e non residenti) L. 70; soci studenti L. 15.

Sulla proposta d'istituzione del premio Vismara, parlano vari soci e viene nominata su proposta del Presidente, una Commissione che dovrà studiarne le modalità e presentare all'assemblea delle proposte concrete. Essa risulta così costituita:

Presidente: Prof. Ernesto Drago;
 Segretario: Ing. Enrico Licciardello;
 Membri: Campetti Prof. Adolfo;
 Cuoco Ing. Guido;
 De Luca Prof. Ugo;
 Leanza Ing. Carmelo;
 Patanè Ing. Giuseppe.

Il Presidente quindi informa che, a sensi del Regolamento, è scaduto di carica l'attuale Consiglio e invita l'assemblea alla elezione del nuovo Consiglio direttivo per il triennio 1926-1928.

Vengono eletti alla unanimità:

Presidente: Fusco Ing. Gr. Uff. Francesco;
 Vice Presidente: Drago Prof. Ernesto;
 Segretario: Licciardello Ing. Enrico;
 Cassiere (con funzione di Bibliotecario): Cutore Ing. Emanuele;
 Consiglieri: Arena Ing. Gaetano; Bellia Prof. Concetto; Buscemi Ing. Gaetano; Clementi Ing. Cav. Ignazio; Cuoco Ing. Guido; Ghisi Ing. Cav. Uff. Icilio.
 Consiglieri delegati: Campetti Prof. Adolfo; Patanè Ing. Giuseppe; Piazzoli Ing. Comm. Emilio.

La seduta è tolta alle ore 20.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benefici della Associazione.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Le discussioni di Napoli.

Continuiamo la pubblicazione dei verbali della riunione di Napoli con quelli della prima seduta tecnica.

Richiamiamo su di essi l'attenzione dei lettori perchè effettivamente da qualche anno a questa parte i verbali delle riunioni annuali hanno acquistato un notevole interesse. Il progresso compiuto nel senso di dedicare tali riunioni prevalentemente alle discussioni è stato più che soddisfacente e d'altra parte si è notevolmente perfezionata anche la compilazione dei resoconti sugli appunti stenografici, cosicchè la lettura dei verbali può dare veramente una buona idea dello svolgimento delle discussioni ai numerosi soci che ad esse non poterono partecipare. Naturalmente molto rimane ancora da fare per quanto concerne l'organizzazione e l'incanalamento delle discussioni, ma non v'è dubbio che siamo ormai sulla buona strada. Così, in particolare, la prima seduta tecnica di Napoli di cui diamo oggi il verbale, avrebbe dovuto discutere da un punto di vista tecnico i diversi gruppi e sistemi di conversione dell'energia elettrica dall'una all'altra forma. Invece, prendendo lo spunto da una comunicazione del Prof. SOLERI, solo in parte rientrante nell'argomento del Congresso (tanto che lo stesso Autore era rimasto in dubbio se presentarla o meno) la discussione si è svolta soprattutto sopra la fornitura di energia elettrica alla trazione ferroviaria, ma è riuscita di grandissimo interesse per la partecipazione preordinata dei più eminenti tecnici delle Ferrovie dello Stato, e, per quanto necessariamente un po' unilaterale, ha mostrato quanto tutti ancora si appassionino ai problemi relativi alla grande trazione elettrica.

Il ritorno per la terra e i disturbi telegrafici e telefonici.

All'argomento dell'elettrotrazione si ricollega in parte lo scritto dell'Ing. AJANI di cui iniziamo oggi la pubblicazione. In esso l'Autore ha raccolto e riassunto tutti i più importanti lavori sviluppati in questi ultimi anni all'estero sull'argomento dei disturbi che le correnti forti recano alle telecomunicazioni.

La questione è sempre all'ordine del giorno anche da noi e la nostra Associazione aveva anzi anni addietro nominata una apposita Commissione per lo studio del problema, la quale, come spesso accade a simili organismi, non ha potuto concludere gran che.

Lo scritto dell'Ajani rappresenta un notevole contributo ad una eventuale ripresa della questione e non possiamo che fare nostro l'augurio finale dell'Autore che anche da noi si intraprendano dei seri studi sperimentali o quanto meno si rendano di dominio pubblico quelli che eventualmente fossero già stati fatti.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

PROPAGAZIONE DELLE CORRENTI DI TERRA NEGLI IMPIANTI ELETTRICI E FENOMENI CONNESSI DI INDUZIONE ELETTROMAGNETICA SULLE LINEE DI TELECOMUNICAZIONE

FRANCESCO AJANI

1. — Un esame accurato dei fenomeni d'induzione elettromagnetica è già stata fatta dal Prof. Revessi (Atti A. E. I., 1913) e dal Prof. Di Pirro (Relazione alla Riunione annuale A. E. I., 1920); come pure dello stesso Prof. Di Pirro è l'invito ad una stretta collaborazione fra i tecnici delle correnti forti e deboli nello studio della coesistenza degli impianti telegrafici e degli impianti elettrici, avuto speciale riguardo agli effetti delle correnti residue (Congresso A. E. I., 1922).

Il richiamo specifico alla « corrente residua dipendente dalla propagazione di questa nella terra e quindi dalla profondità del filo immagine nel quale si può supporre raccolta la corrente suddetta » ricorda l'osservazione fatta dallo stesso Prof. Di Pirro, durante la discussione della memoria Revessi: « Sarebbe del più grande interesse verificare l'esattezza delle formule generali che ordinariamente si impiegano per il calcolo dei coefficienti d'induzione. Tali formule che pure danno risultati attendibili allorchè trattasi di circuiti completamente metallici, più non valgono quando la terra venga assunta come conduttore di ritorno »; e citando alcune prove eseguite da parte dell'Istituto Superiore Telegrafico e Telefonico, conclude che: « nessuna delle formule date per il calcolo dei coefficienti d'induzione mutua elettromagnetica permette neanche approssimativamente di ritrovare i valori sperimentali ».

In questi ultimi anni, ricerche di Plejel⁽¹⁾, Krause, Zastrow⁽²⁾, Droste⁽³⁾, hanno messo sotto nuova luce l'importanza dell'induzione mutua nei fenomeni di disturbo causati specie dalle linee di trazione elettrica; d'altra parte Campbell⁽⁴⁾, Breisig⁽⁵⁾, Rüdenberg⁽⁶⁾, Mayr⁽⁷⁾, hanno pubblicato nuovi studi circa la propagazione della corrente residua di terra degli impianti elettrici e la sua correlazione coi fenomeni d'induzione elettromagnetica.

Il problema, come Rüdenberg insiste, è connesso anche a quello tanto dibattuto delle « terre » degli impianti elettrici; e come diventi di giorno in giorno più necessaria una conoscenza del modo col quale si propagano le correnti alternative nel terreno, l'ebbe a farlo rilevare su questo giornale anche il Sen. Conti.

Quanto segue avrebbe di mira, oltre coordinare gli studi teorici in argomento (che, come si esprime lo stesso Breisig, sono molto involuti) di metterli a confronto coi dati delle esperienze pratiche eseguite all'estero.

(1) Untersuchungen über Schwachstromstörungen bei Einphasen-Wechselstrombahnen - Oldenbourg.

(2) Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern - II Band, 1922.

(3) Archiv. für Elektrotechnik, 3 febbraio 1925.

(4) Bell, System T. I., 1923.

(5) Telegraphen und Fernsprech Technik - aprile 1925.

(6) E. T. Z. - 36 - 1925, pag. 1342.

(7) E. T. Z. - 36 - 1925, pag. 1352.

2. — Il modo forse più intuitivo per iniziare lo studio del fenomeno elettromagnetico, (dedotto dall'analogia col fenomeno elettrostatico) è quello di supporre che il ritorno della corrente si effettui idealmente entro un filo immagine rispetto al piano di terra. Si viene implicitamente ad ammettere infinita la conducibilità del terreno.

Per eliminare poi la difficoltà che la distribuzione reale delle correnti di ritorno nella terra è ben diversa da quella supposta, si pensò di variare la distanza del conduttore fittizio rispetto al piano di terra.

Le esperienze e misure eseguite hanno condotto a risultati assai disparati fra di loro.

TABELLA I.

Railroad Commission of California	m. 300 sotto il suolo
Barbillon Brilinski	" 400 " "
Di Pirro - Linea del Sempione	" 500 " "
Chemin fer du Midi (Perpignan-Prades)	" 1800 " "
Girousse	" 2000 " "

E' noto il procedimento di calcolo del coefficiente d'induzione mutua fra due fili paralleli aventi il ritorno a distanza grandissima. Si consideri (Sumec) (*) un filo AB percorso dalla corrente I ed un circuito costituito dal filo di andata CD e da quello di ritorno EF , relativamente alla loro lunghezza vicini fra di loro. Il coefficiente d'induzione mutua si calcola coll'integrale di Neumann che in questo caso si riduce a:

$$M = \int_0^l \int_0^l \frac{dx dx'}{r} = \int_0^l \int_0^l \frac{dx dx'}{\sqrt{(x_1 - x)^2 + d^2}}$$

$$M = 2 [l \cdot \log_n \frac{l + \sqrt{l^2 + d^2}}{d} - \sqrt{l^2 + d^2} + d] \text{ e posto } \frac{l}{d} = a$$

$$\frac{M}{d} = 2a \left[\log_n (a + \sqrt{a^2 + 1}) - \sqrt{a^2 + 1} + 1 \right]$$

$$= 2a \left(\log_n 2a - 1 + \frac{1}{a} - \frac{1}{4a^2} + \frac{1}{32a^4} - \dots \right).$$

Ora se a è molto grande (l grandissimo rispetto a d)

$$\frac{M}{d} = 2a (\log_n 2a - 1) \quad M = 2AB \log_n \frac{2}{e} \frac{AB}{AC}$$

$$(1) \quad M = AB \log_n \frac{0736 AB}{AC}$$

e = base log naturali.

Se si confronta quest'ultima colla formula solita del calcolo dell'induzione ove entra l'espressione $\log \frac{d}{s}$ si deduce che la distanza s è circa $3/4$ della lunghezza l del filo

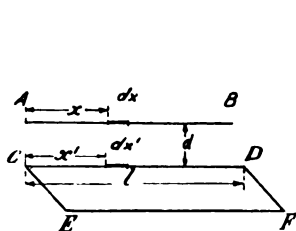


Fig. 1.

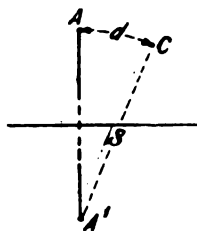


Fig. 2.

inducente. Ora per l'ipotesi fatta di d piccolo ed l grande la distanza del filo c dal piano ideale di terra sarà approssimativamente $3/8 l$. Il metodo suesposto riduce quindi il calcolo del coefficiente d'induzione mutua allo studio del filo immagine di ritorno, supposto questo ad una distanza dal piano di terra in funzione della lunghezza l del filo stesso. Questa supposizione, che non trova naturalmente esatta corrispondenza nel fenomeno fisico, deriva dall'aver considerato l'azione di due elementi di linea, non tenendo calcolo che questi sono parte di circuiti chiusi.

In quest'ultimo caso il campo, in una sezione di linea intermedia, è costante e perciò l'induttanza semplicemente proporzionale alla lunghezza. Il procedimento teorico di calcolo sia dell'induttanza propria chilometrica del filo inducente di rag-

gio n , sia dell'induttanza mutua con un altro filo pure di ugual sezione e distante dal primo di d , dovrebbe essere il seguente.

Si suppone il filo induttore steso lungo l'asse di un mezzo cilindrico avente permeabilità costante (ad esempio $\mu = 1$) e di raggio B ($B \gg d$); all'interno di detto cilindro il mezzo abbia permeabilità nulla.

Si avrà allora l'induttanza propria del filo per chilometro:

$$L = 2 \left(\log \frac{B}{\rho} + 0,25 \right)$$

e l'induttanza mutua sempre per chilometro:

$$(2) \quad M = 2 \log \frac{B}{d}$$

ossia indipendente della lunghezza del filo.

Si è voluto accennare a questo procedimento perchè in seguito se ne farà un'applicazione.

Per il calcolo pratico Brauns (*) ha proposto la seguente formula empirica dedotta dalla (1):

$$(3) \quad M = 2 \left(\log \frac{2l}{d} - q \right) 16^{-1} H/km.$$

Sostituendo ai valori numerici di q i valori equivalenti a base e si deduce che il termine di correzione introdotto da Brauns non ha altro scopo che avvicinare la formula teorica

ai risultati fisici. Il fattore $\frac{2}{e^q}$ tende a diminuire col crescere della lunghezza AB e vorrebbe correggere l'aumento rilevante dell'altro fattore $\frac{AB}{AC}$.

TABELLA II.

Supposto d compreso fra 0 - 20 metri

$l = km.$	1	2	5	7	10	15	20
$q =$	0,8	1,2	1,6	2,2	2,6	2,95	3,3

valore massimo di $q_j = 5$

3. — E' stato il Brauns che ha suggerito a Breisig di riprendere lo studio della mutua induzione, considerando la terra come un semiconduttore, coll'analisi del circuito costituito da un filo di trasporto di energia e dai filetti di corrente di ritorno nella terra. E' quest'ultimo problema che viene svolto in questo paragrafo.

In pratica avremo due casi che maggiormente interessano: quello dianzi indicato di un filo di trasporto di energia con ritorno di terra e quello della trazione elettrica, in cui il ritorno si effettua parte nella rotaia, parte nella terra.

Com'è evidente anche a priori quest'ultimo caso, salvo alcune particolarità di cui si farà cenno in seguito, rientra nel primo.

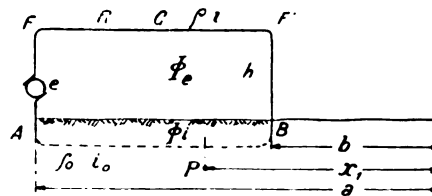


Fig. 3.

Si applichi (fig. 3) la seconda legge di Kirchhoff ad un filetto di corrente:

$$e - i_0 \rho_0 - i \rho - \frac{d\Phi}{dt} = 0$$

ove e = f. e. m. applicata sull'unità di lunghezza

i_0 = densità media di corrente nel terreno;

i = densità di corrente nel conduttore;

ρ_0 = resistività del terreno;

ρ = resistività del filo (induttanza propria trascurata);

Φ = flusso abbracciato.

S'intende che i valori dati sono istantanei e complessi.

(*) E. T. Z. - 1910.

(*) Telegraphen- und Fernsprechk. Technik, 1919, n. 5.

In via approssimativa si supponga il semiconduttore di permeabilità $\mu = 1$, ed il flusso in due parti, l'uno Φ_e abbracciato dal filo e dal suolo, l'altro Φ_i nel semiconduttore terra.

Occorre qui osservare che nello studio fatto da Mayr (l. c.) viene supposto la lunghezza del filo infinita e si trascura il termine $i_0 \rho_0$. Si calcola allora solo l'effetto induttivo del campo.

Questo modo di procedere può condurre a qualche confusione fra la densità i_x così calcolata e quella effettiva nel terreno. Sotto questo punto di vista è più precisa la trattazione fatta da Steinmetz ⁽¹⁰⁾ che si limita a studiare l'azione del campo elettromagnetico di un filo avente ritorno all'infinito.

Per raggiungere un risultato concreto pur restando nel campo fisico, senza cioè ricorrere ad artifici di calcolo, è opportuno (come l'ha dimostrato J. Carson trattando un altro caso ⁽¹¹⁾), partire dalle leggi fondamentali e dal concetto del tensore elettromagnetico di Maxwell (Appendice I^a).

L'intensità della forza elettrica in un punto è data dalla seguente relazione di carattere generale:

$$(4) \quad \mathbf{E} = - \frac{\partial \mathbf{K}}{\partial t} - \nabla \psi \quad \text{ove}$$

$$(5) \quad \mathbf{K} = \int_v \frac{\mathbf{j}}{r} dv + \int_s \frac{\mathbf{j}'}{r} ds$$

$$(6) \quad \psi = c^2 \int_v \frac{\rho'}{r} dv + c^2 \int_s \frac{\Omega}{r} ds$$

$$(7) \quad \mathbf{j} = \sigma \mu \mathbf{E} + \frac{1}{4\pi} \left(\frac{\epsilon''}{c^2} - p^2 \right) \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}$$

$$(8) \quad \mathbf{j}' = \frac{\mu_1 - \mu_2}{4\pi} [\mathbf{H} \bar{n}]$$

ove c = costante universale

ρ' = densità elettrica di volume;

Ω = densità superficiale;

p = costante di propagazione;

σ = conducibilità del mezzo;

μ = permeabilità del mezzo;

ϵ = costante dielettrica del mezzo;

H = intensità magnetica del campo;

$\bar{n}$ = vettore unità nel senso normale;

∇ = operatore di Hamilton;

$[\mathbf{H}\bar{n}]$ = vettor prodotto di H , $\bar{n}$.

ψ è il potenziale scalare elettromagnetico (ritardato); K è il potenziale vettore elettromagnetico (ritardato) e del quale Lenz ⁽¹²⁾ ne ha dimostrato l'importanza anche nelle trattazioni elettrotecniche. Secondo Lenz rappresenterebbe nel caso di correnti variabili, un campo di corrente vorticali.

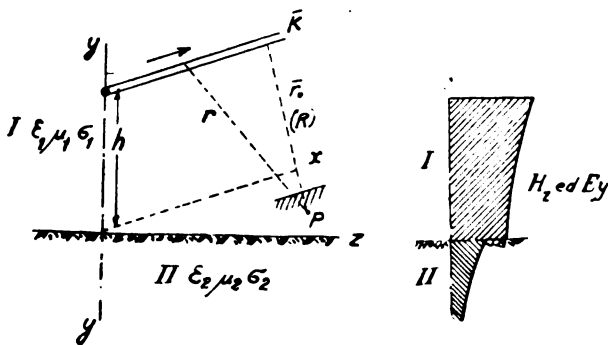


Fig. 4.

La condizione di passaggio da un mezzo ad un'altro avente caratteristiche diverse (ϵ , σ , μ) è (per il principio di Huggens) che E sia funzione solo degli integrali di superficie e non dagli integrali di volume.

Si supponga che il fenomeno sia periodico $E = E' e^{j\omega t}$; sarà anche $\rho' = 0$. La condizione sopraindicata si riduce:

$$4\pi\sigma\mu + j\omega \left(\frac{\epsilon''}{c^2} - p^2 \right) = 0$$

ossia $p = n - jk$ ⁽¹³⁾.

La figura 4 dà un'idea dell'andamento della forza magnetica H_x e della forza elettrica trasversale E_y . In generale si avrà:

A) campo principale costituito da:

- 1) campo magnetico — H_x ;
- 2) campo elettrico trasversale — E_y ;
- 3) filetto di corrente longitudinale tanto nel filo conduttore che nella terra (il mezzo) — I_x .

B) campo secondario costituito da:

- 4) campo elettrico longitudinale E_x ;
- 5) corrente trasversale per capacità e perditanza I_y .

Nel caso che il I° mezzo sia un dielettrico $\sigma = 0$ e p si riduce a $p = n = \sqrt{\frac{\epsilon\mu}{c^2}}$.

$$\text{duce a } p = n = \sqrt{\frac{\epsilon\mu}{c^2}}$$

Stabilita la condizione di passaggio della forza elettrica e della forza magnetica, si riprenda lo studio del circuito, fig. 3, e si supponga che il mezzo in cui si trova il filo sia di permeabilità uguale a quella del semiconduttore.

Il potenziale vettore (5) si ridurrà quindi:

$$\mathbf{K} = \int_v \frac{\mathbf{j}}{r} dv$$

Occorre insistere sui valori della corrente: innanzi tutto vi sarà una j_n in direzione dell'asse del filo, l'altra j_s (corrente di capacità e di perdita) normale alla superficie del filo.

Nei punti singolari A, B (fig. 3), supposto che la immisione della corrente nella terra avvenga con elettrodi sferici, si avrà $\Omega = \int j_s'' dt = \frac{Q_A}{4\pi} = \frac{Q_B}{4\pi}$ ove Q è la quantità di elettricità.

Inoltre:

$$\int j_s ds = - \frac{\partial j_n}{\partial x} dx; \quad \int j_{nlo} dv = k j_n dx$$

ove k è un vettore unità nella direzione di x .

Si supponga infine $j_n = I = I_0 e^{j(\omega t - \gamma x)}$ e per la

$$j_s'' = \frac{I_0}{4\pi} e^{j(\omega t - \gamma x)} \frac{\partial j_s''}{\partial t} = \frac{\omega}{4\pi} I_0 e^{j(\omega t - \gamma x)}$$

ove γ è la costante di propagazione nel terreno.

La relazione (4) si trasforma:

$$(9) \quad \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = - \bar{k} \frac{\partial^2}{\partial t^2} \int_v \frac{I}{r} dx + c^2 \nabla \int_s \frac{1}{r} \frac{\partial I}{\partial x} dx - c^2 \nabla \int_s \frac{I \bar{n}}{z} ds$$

Dallo sviluppo di calcolo riportato all'appendice II^a risulta l'espressione generale della forza elettrica:

$$(10) \quad \mathbf{E} = 2\bar{k}\pi\omega I_0 e^{j(\omega t - \gamma x)} H(Rm) + \frac{j\pi c^2}{\omega} \gamma I_0 e^{j\omega t} \nabla e^{-j\gamma x} H(Rm) - \frac{c^2}{4\pi} I_0 e^{j\omega t} \left(\frac{x_1 - a}{r_a^3} e^{-j\gamma x_a} - \frac{x_1 - b}{r_b^3} e^{-j\gamma x_b} \right)$$

ove $H(Rm)$ è la nota funzione di Bessel $H_2(Rm) = J(Rm) + jN(Rm)$ ⁽¹⁴⁾. Notando che

$$\bar{r}_0 \nabla = \frac{\partial}{\partial R} \quad \bar{k} \nabla = \frac{\partial}{\partial x}$$

si ha

$$j \frac{\pi c^2}{\omega} I_0 e^{j\omega t} \nabla e^{-j\gamma x} H(Rm) = j \bar{r}_0 \frac{c^2 \gamma}{\omega} I_0 e^{j\omega t} e^{-j\gamma x} H'(Rm) + \bar{k} \frac{c^2 \gamma^2}{\omega} I_0 e^{j\omega t} e^{-j\gamma x} H(Rm)$$

Riassumendo la E si compone di

1) E_x nel senso del vettore unità $\bar{k}$ uguale a

$$(11) \quad E_x = \left[2\bar{k} I_0 e^{j(\omega t - \gamma x)} H(Rm) \right] \left[\pi\omega + \frac{c^2 \gamma^2}{\omega} \right]$$

⁽¹⁴⁾ E. YAHNKE-E. EMDE: Funktionaltafeln, pag. 95.

⁽¹⁰⁾ Transient Electric Phenomena, 1909, pag. 390.

⁽¹¹⁾ Journal of A. I. E. E., ottobre 1924.

⁽¹²⁾ Archiv. für Elektrotechnik, 1913, pag. 383.

⁽¹³⁾ Abraham-Föppel: Theorie der Elektrizität, 1923, vol. I, pag. 268.

2) E_y nel senso del vettore unita $\bar{r}_0$ uguale a

$$(12) \quad E_r = j 2 \bar{r}_0 \frac{c^2 \gamma^2}{\omega} I_0 e^{j(\omega t - \gamma r)} H' (Rm)$$

3) E_x , esclusivamente nel semiconduttore nella direzione x

$$(13) \quad E_x = -\frac{c^2}{4\pi} I_0 e^{j\omega t} \left(\frac{x_1 - a}{r_a^3} e^{-j\gamma r_a} - \frac{x_1 - b}{r_b^3} e^{-j\gamma r_b} \right)$$

La forza magnetica invece sarà nel senso del vettore unita $\bar{r}_0$

$$(14) \quad H_\gamma = \bar{r}_0 2 I_0 e^{j(\omega t - \gamma r)} H' (Rm)$$

Se si trascurano le correnti di spostamento nel terreno, si potrà concludere ($E = \rho i$) che vi saranno correnti vorticosi (E_x) nella stessa direzione della corrente principale del filo e correnti di ritorno nel senso opposto (E_x).

Introducendo poi nelle formule i valori approssimati di $H(\gamma r)$ valevoli per $\gamma R < 0,2$, (appendice II^a) se si suppone $\gamma = 0$ cioè il fenomeno quasi stazionario e se si trascurano le correnti di ritorno nel conduttore; in altri termini se si calcola solo il valore dell'effetto induttivo, si arriva alle formule di Rüdenberg, Mayr.

4. — La relazione di E trovata seguendo un ragionamento fisico e non con semplici artifici di calcolo, è adunque generale.

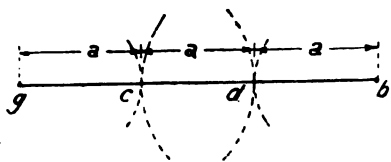


Fig. 5.

Giova ora studiare separatamente le correnti di ritorno e le correnti indotte.

A) correnti di ritorno propriamente dette.

Si considerano nel terreno due punti sorgente (+, —) g, b , e due punti pilota c, d , situati sullo stesso asse ed ugualmente distanti sia fra di loro sia dai punti g, b . La d. d. p , fra c, d , sarà come risulta dalla

$$(15) \quad \begin{aligned} \eta_1 - \eta_2 &= \frac{I \rho}{4\pi} \left(\frac{e^{-\gamma a} + e^{\gamma a}}{a} - \frac{e^{-2\gamma a} + e^{2\gamma a}}{2a} \right) \\ &= \frac{2 I \rho}{4\pi} \left(\frac{\cosh \gamma a}{a} - \frac{\cosh 2\gamma a}{2a} \right) \end{aligned}$$

ove $\cosh$ = coseno iperbolico.

Nel caso che $\gamma a < 0,1$ si può ritenere con un'approssimazione del 2% che $\cosh \gamma a = \cosh 2\gamma a = 1$, quindi:

$$\eta = \frac{I \rho}{4\pi a}$$

Per essere sicuri che nei punti c, d si trovi l'eguale densità di corrente, limitando per semplicità di calcolo la propagazione entro una lamina di spessore h , occorre osservare quanto segue.

Si ha

$$(16) \quad \begin{aligned} I &= 2\pi r E h = -2\pi r h \frac{d\varphi}{dr} \\ \varphi &= -\frac{I}{2\pi h c} \log r \\ \varphi_x &= \frac{I}{2\pi h c} \log \frac{r_1}{r} \end{aligned}$$

che ci fa conoscere la nota disposizione delle curve isoelettriche, e delle curve di corrente ortogonali alle prime.

Per la ricerca delle curve di uguale densità di corrente in un punto qualunque, si ricorre alla

$$\frac{\partial \varphi}{\partial r} = \frac{I}{2\pi h c} \left(\frac{dr'}{r} - \frac{dr}{r} \right),$$

la quale va modificata in modo di esprimere la variazione di r in funzione di R raggio della corrispondente curva isoelettrica.

Un calcolo semplicissimo dà

$$(17) \quad \frac{\partial \varphi}{\partial R} = \frac{I}{2\pi h c} \frac{2d}{r r_1} = -E$$

quindi le curve di uguale densità di corrente saranno le curve che verificano la relazione $rr' = \text{costante}$ (lemniscate).

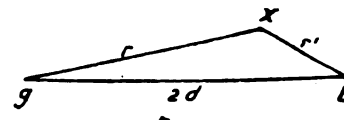


Fig. 6.

Ciò premesso si prenda in esame la disposizione segnata alla fig. 7. Siano A, B, C, D , quattro punti nel terreno, in A entri una corrente I che esce da B , in C (simmetrico di A ri-

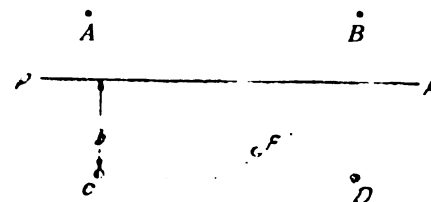


Fig. 7.

petto al piano pp) una corrente identica I che esce da D , pure simmetrico di B rispetto al piano pp . Siano i punti piloti, E, F .

$$\begin{aligned} \eta_{EF} &= \eta_{C(EF)} + \eta_{D(EF)} + \eta_{A(EF)} + \eta_{B(EF)} \\ &= \frac{I \rho}{4\pi} \left(\frac{1}{r_{CF}} - \frac{1}{r_{CE}} + \frac{1}{r_{DE}} - \frac{1}{r_{DF}} + \frac{1}{r_{AF}} - \frac{1}{r_{AE}} + \frac{1}{r_{BE}} - \frac{1}{r_{BF}} \right) \end{aligned}$$

Data la disposizione simmetrica, nessuna linea di corrente passerà attraverso il piano pp , di modo che per il principio delle immagini si possono considerare i punti A, B come le immagini di C, D . Si supponga ora che, come prima:

$$\begin{aligned} r_{CF} &= a \quad r_{CE} = 2a \quad r_{DE} = a \quad r_{DF} = 2a \quad r_{AF} = \sqrt{4b^2 + a^2} \\ r_{AE} &= \sqrt{4b^2 + 4a^2} \quad r_{BE} = \sqrt{4b^2 + a^2} \quad r_{BF} = \sqrt{4b^2 + 4a^2} \\ R &= \frac{\rho}{4\pi} \left[\frac{2}{a} - \frac{1}{a} + \frac{2}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{2}{\sqrt{4a^2 + 4b^2}} \right] \\ \varphi &= \frac{4\pi R}{1 + \frac{2a}{\sqrt{a^2 + 4b^2}} - \frac{2a}{\sqrt{4a^2 + 4b^2}}} \end{aligned}$$

Su questo principio è basato lo schema potenziometro (fig. 8) studiato da Frank Wenner per la misura della resistività

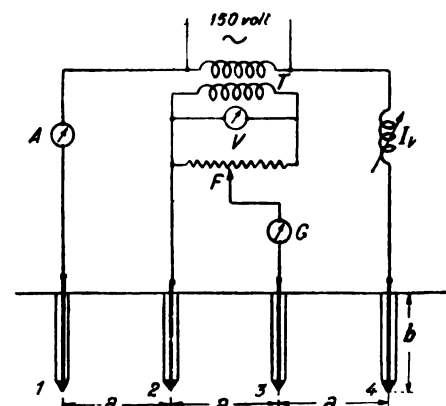


Fig. 8.

del terreno; la trattazione suesposta indica le cause sistematiche di errore ed i limiti di approssimazione. (13)

(13) Scientific Papers of Bureau of Standard n. 258.

Le esperienze di I. A. Gunliffe sulla resistenza effettiva delle terre (fig. 9), confermano quanto la teoria prevede circa il comportamento delle correnti alternative rispetto alle continue. (Appendice III).

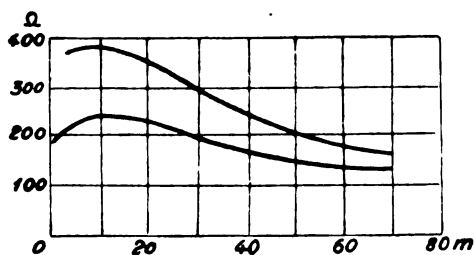


Fig. 9.

Occorre notare che finora non venne fatta alcuna ipotesi sulla conducibilità specifica del terreno. Questa si presenta di natura elettrolitica e quindi molto variabile. Si può ritenere tuttavia che la resistività specifica vari a seconda del contenuto di umidità e soluzioni saline fra $5,13^3$ e $10^3 \Omega \text{ cm}$, e come valore medio $10^4 \Omega \text{ cm}$ o $10^{13} \frac{\text{cm}^2}{\text{sec}}$.

B) Correnti indotte.

Dal diagramma (fig. 4) si deduce che la densità delle correnti d'induzione prodotte nel terreno è in funzione dell'altezza del filo di trasporto sulla terra. Dall'esame del diagramma (Appendice II) si vede che il valore assoluto della funzione $H_0(\kappa R)$ decresce sia aumentando R od κ .

Per $\kappa R < 0,2$ si può usare la formula più semplice

$$(19) \quad i_i = \frac{l \omega}{\rho} I_0 \left[\frac{\pi}{2} + 2j \log \left(\delta \frac{R \kappa}{2} \right) \right]$$

Può interessare conoscere a quale distanza dal piano del filo vi sarà la massima densità di corrente induttiva. Si nota che il max di $(\kappa R) |H(\kappa R)|$ si ha per $\kappa R = 0,77$ per cui

$$(20) \quad R = 0,087 \sqrt{\frac{1}{\nu \sigma}}$$

ove ν è la frequenza.

Per distanze notevoli, $\kappa R = 1$, la funzione $H_0(\kappa R)$ si avvicina al seguente valore (Appendice II^a).

$$\frac{e^{-\frac{\kappa R}{\sqrt{2}}}}{\sqrt{\frac{1}{2\pi} \kappa R}} e^{j \left(\frac{\kappa R}{\sqrt{2}} - \frac{3}{8} \pi + \omega t \right)}$$

e quindi

$$(21) \quad i_i = \frac{l \omega I}{\rho} \frac{e^{-\frac{\kappa R}{\sqrt{2}}}}{\sqrt{\frac{\kappa R}{2\pi}}} e^{j \left(\omega t + \frac{\kappa R}{\sqrt{2}} - \frac{3}{8} \pi \right)}$$

La propagazione può essere paragonata ad un'onda trasversale di lunghezza $\lambda = \sqrt{\frac{1}{\nu \sigma}}$ ed avente un'attenuazione pari a $e^{-\frac{\kappa R}{\sqrt{2}}} = e^{-\frac{2\pi R}{\lambda}}$.

E' possibile stabilire la zona trasversale di disturbo, supposto questo trascurabile se ridotto ad es $1/\lambda$ del suo valore iniziale. Il raggio di questa zona sarà:

$$(22) \quad R_* = \frac{2,30}{\pi} \sqrt{\frac{1}{\nu \sigma}}$$

La velocità di questo moto trasversale è data da $v = \sqrt{\frac{\nu}{\sigma}}$ ed è dell'ordine per le frequenze comprese fino a 1000 Hertz di 200 a 500 km/sec.

Se si osserva il diagramma di $H(\kappa R)$ (Appendice II^a) si vede che la parte immaginaria è nella vicinanza del filo nella stessa direzione della corrente di ritorno $p d$, mentre che ad una certa distanza prende lo stesso senso della corrente del filo.

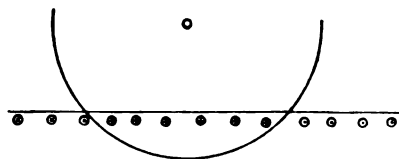


Fig. 10.

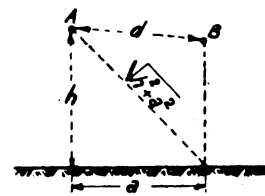


Fig. 11.

La densità delle correnti avrà un'andamento come segnato nella figura 10. Il punto in cui la parte immaginaria cambia segno è per

$$(23) \quad \kappa R_{**} = 1,70 \quad \text{ossia} \quad R_{**} = 0,223 \sqrt{\frac{1}{\nu \sigma}}$$

5. — In base a quanto suesposto non è difficile ora determinare (fig. 11) il coefficiente d'induzione mutua di due circuiti con ritorno a terra. Se A è il filo inducente, B il filo indotto distante d dal primo, trascurando le correnti di ritorno $p d$.

$$(24) \quad E_B = l \cdot \omega \cdot I \cdot \pi \cdot H_0(\kappa R) + 2j \omega l \cdot I \log \frac{\sqrt{h^2 + a^2}}{d}$$

ove l è la lunghezza della linea.

$$(25) \quad \overline{\mathfrak{M}} = \frac{E_B}{I} = l \cdot \omega \cdot \pi \cdot H_0(\kappa R) + 2j \omega l \cdot \log \frac{\sqrt{h^2 + a^2}}{d'}$$

Il valore assoluto sarà:

$$(26) \quad |M| = \frac{|\overline{\mathfrak{M}}|}{\omega}$$

TABELLA III.

Misure sulla linea di trasmissione 30 kV della

L I N E A	Lunghezza	Impedenza del circuito filo-terra					Dalla misura risulterebbe κ uguale
		misurata		con $\kappa = 8 \times 10^{-5}$ calcolata		secondo la formula Brauns	
		$R + R_e$	$L + \omega$	$R + R_e$	$L \times \omega$		
Eisenach-Inselsberg-Breitungen-Meiningen	54 km.	28,5 Ω	40,8 Ω	27,1 Ω	41,5 Ω	55,3 Ω	$1,025 \cdot 10^{-5}$
Breitungen-Meiningen	22 »	10,9 »	16,5 »	10,4 »	16,8 »	21,2 »	$1,020 \cdot 10^{-5}$
Breitungen-Meiningen	22 »	10,95 »	12,8 »	10,85 »	12,0 »	—	—

L I N E A S = lungo la strada ordinaria F = lungo la ferrovia	Distanza della linea di trasmissione in km	Lunghezza dei tratti paralleli in km	F. e. m. indotta per 10 ³ A/km			Dalle misure risulterebbe κ uguale
			misurata		secondo la formula di Brauns	
			V	calcolata con $\kappa = 0,65 \cdot 10^{-5}$ V		
S Schonfeld-Ortrand	0,8	9,7	6,3	6,15	14,0	$0,63 \cdot 10^{-5}$
S Schonfeld-Ruhland	1,85	21,3	3,25	3,17	13,3	$0,64 \cdot 10^{-5}$
S Grossenhain-Ruhland	2,20	32,3	2,60	2,67	14,2	$0,66 \cdot 10^{-5}$
F Grossenhain-Ortrand	2,70	20,7	2,10	6,3	2,04	$0,64 \cdot 10^{-5}$
S Schonfeld-Grossenhain	3,10	11,0	1,56	1,63	6,0	$0,68 \cdot 10^{-5}$

Misure eseguite sui fili di telecomunicazione in prossimità della linea di trasmissione a 100 kV.

S Schonfeld-Ortrand	0,8	9,7	6,3	6,15	14,0	$0,63 \cdot 10^{-5}$
S Schonfeld-Ruhland	1,85	21,3	3,25	3,17	13,3	$0,64 \cdot 10^{-5}$
S Grossenhain-Ruhland	2,20	32,3	2,60	2,67	14,2	$0,66 \cdot 10^{-5}$
F Grossenhain-Ortrand	2,70	20,7	2,10	6,3	2,04	$0,64 \cdot 10^{-5}$
S Schonfeld-Grossenhain	3,10	11,0	1,56	1,63	6,0	$0,68 \cdot 10^{-5}$

Il diagramma dato da Mayr (l. c.) indica il valore assoluto $|M|$ di due circuiti con ritorno a terra e per una frequenza della corrente inducente di 50 periodi. Come pure del Mayr sono le tabelle riassuntive di prove eseguite in Germania. I risultati conseguiti sono evidenti.

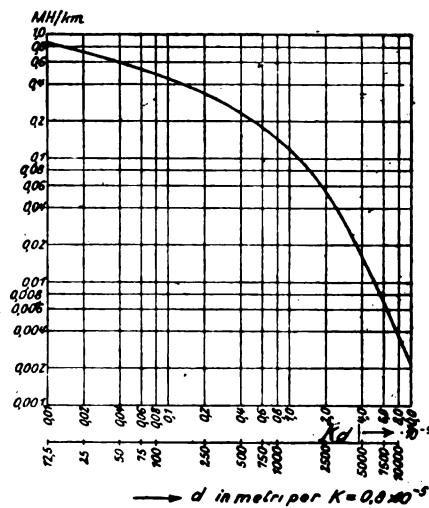


Fig. 12.

6. — Queste prove si collegano ad altre già eseguite parecchi anni prima per uno scopo analogo; e cioè per determinare l'importanza dell'induzione mutua nei fenomeni di disturbo causato sulle linee di telecomunicazione dalla vicinanza delle linee ferroviarie a trazione elettrica alternata.

Il Prof. Plejel, membro della Commissione Svedese di studio sui fenomeni di disturbo, ha richiamato per il primo l'attenzione e cita (l. c.) alcune misure eseguite sulla Riksgränsbahn, a trazione monofase, 15 periodi. Nell'ipotesi che il 50 % della corrente ritorni attraverso le rotaie, aventi quest'ultime una resistenza di 0,2 ohm/km, per una lunghezza di linea di 130 km e per un'intensità di 80 ampères nel filo, ne conseguirebbe una caduta di tensione nelle rotaie di 1040 volt. L'esperienza diede invece una d. d. p. massima di 175 volt.

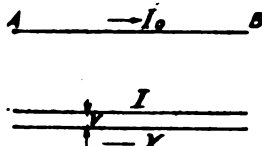


Fig. 13.

Plejel paragona il filo di trazione ad un filo A B inducente (fig. 13) e le rotaie ad un circuito parallelo aventi costante chilometriche R, L, G, C . In questo caso le solite equazioni del telegrafista, tenendo pure calcolo dell'induzione mutua prodotta dal flusso magnetico $\Phi_2 = m d \times I_0$ (m = coeff. d'induttanza mutua) si riducono:

$$-\frac{dV}{dx} = (R + j\omega L)I + j\omega m I_0$$

$$(27) \quad -\frac{dI}{dx} = (G + j\omega C)V$$

$$\text{Plejel pone } I' = I + K I_0 \quad \text{ove } K = \frac{j\omega m}{R + j\omega L} \quad (28)$$

$$(29) \quad -\frac{dV}{dx} = (R + j\omega L)I'$$

Indi applica le formule trovate alle misure surriferite e trova una corrispondenza coi dati pratici.

In base a questa disposizione si arriva al risultato seguente: l'azione induttiva può considerarsi suddivisa in due parti: la prima dovuta alla corrente $k I_0$ che percorre il circuito filo di trazione-terra. Mentre la prima in generale è trascurabile, la seconda è preponderante. Di qui i rimedi:

a) aumentare $k I_0$, diminuendo per quanto è possibile la resistenza delle rotaie come risulta dalla tab. II (Zastrow) ⁽¹⁶⁾.

⁽¹⁶⁾ Siemens Zeitschrift, ottobre 1924

TABELLA IV.

F. e. m. indotte in linee aeree.
Distanza della linea dal filo di trazione m. 8

a) Rotaie sprovviste di giunti				
60 amp.	4,4 %	113°00'	10,6 volt	115°10'
100 »	5,4 %	114°30'	10,2 »	115°00'
140 »	5,0 %	116°50'	10,1 »	116°00'
180 »	6,1 %	116°20'	9,9 »	116°00'
b) Rotaie munite di giunti				
60 amp.	48 %	171°20'	6,6 volt	126°20'
100 »	47 %	170°50'	6,3 »	127°15'
140 »	46,7 %	170°50'	6,3 »	126°40'
180 »	45,7 %	169°20'	6,3 »	126°50'

b) aumentare artificialmente l'induttanza mutua fra filo di trazione e rotaie con l'adozione di trasformatori succhiati.

Una trattazione più completa il lettore la troverà nella memoria succitata della Commissione Svedese.

Giova invece riportare un modello assai interessante di dimostrazione studiato dall'Istituto di Ricerche dell'Amministrazione Telegrafica Tedesca ed esposto all'ultima Esposizione di Monaco (1925). Esso fa ricordare la proposta del Prof. Bordoni, durante la discussione della memoria Revessi, e che cioè debbesi poter studiare questi fenomeni su modelli.

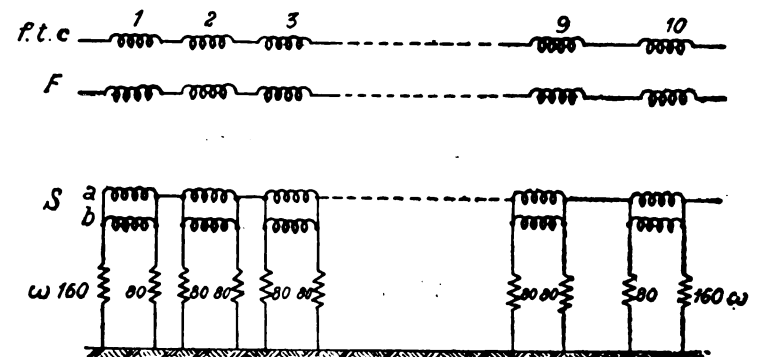


Fig. 14. — Modello di dimostrazione dell'azione induttiva del circuito filo trazione-rotaia sul filo di telecomunicazione, esposto alla Verkschsausstellung 1925 di Monaco.

f.t.c. = filo telecomunicazione
F = filo di trazione
S = rotaie.

Le bobine del f.t.c. hanno le seguenti caratteristiche

$R = 17,9 \text{ } \Omega$
$L = 0,009 \text{ H}$
$R = 6 \text{ } \Omega$
$L = 0,02 \text{ H}$
$R = 1,1 \text{ } \Omega$
$L = 0,03 \text{ H}$

L'induttività mutua fra F-S è di 0,023 H
 " " " F-f.t.c. " 0,014 H
 " " " S-f.t.c. " 0,014 H

Si vede subito che la trattazione teorica svolta ai paragrafi precedenti si applica anche al caso della trazione con quest'uni-

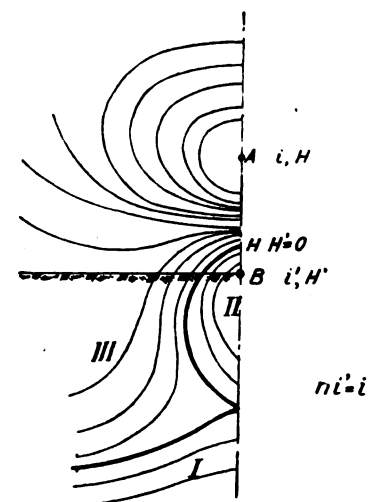


Fig. 15.

ca osservazione. La corrente di ritorno non è tutta diffusa nel terreno, ma invece si trova ordinariamente in proporzione rile-

vante (40 ÷ 50 %) concentrata nella rotaia. Il campo avrà quindi un'andamento segnato nella figura; e potranno essere individuate tre regioni speciali: la prima che può definirsi regolare e per la quale vale quanto si è esposto; nella seconda si dovrà invece studiare il fenomeno dovuto unicamente alla corrente di ritorno della rotaia; nella terza il campo è ancora dipendente dal filo di linea, ma la distribuzione è irregolare. La determinazione di uno schema analogo alla figura, caso per caso, non presenta difficoltà.

Dal diagramma (fig. 12) consegue che anche il coefficiente d'induttanza mutua dovrà decrescere fino ad un certo limite lievemente, se, supposta la distanza dal circuito induttore, invariata, si varia la frequenza.

Si spiega pertanto come nelle misure eseguite da Zastrow⁽¹⁷⁾ e riportate nella tabella V il coefficiente di induttanza

TABELLA V.

Periodi	Corrente filo Trazione A	f. e. m. indotta		M = induttanza mutua per 1 km H
		assoluta H	per 100 A km V	
415	7,1	46	106	4,1 × 10--
615	7,9	67	150	3,9 × 10--
750	7,3	83	186	4,0 × 10--
945	7,5	107	234	3,9 × 10--
1165	7,6	137	286	4,0 × 10--

Lunghezza del parallelismo 6,12 km.

Distanza filo di trazione dal filo indotto circa 7 metri.

mutua rimanga pressochè costante col variare della frequenza da 400 a 1000 Hertz. La teoria dà pure una spiegazione del comportamento delle misure eseguite su di un'altra linea pure da Zostrow (l. c.) e riassunte nella seguente VI tabella.

TABELLA VI.

Periodi	Corrente filo Trazione A	Corrente nelle rotaie in % corrente filo	f. e. m. indotta	
			assoluta V	per 100 A/km V
16 W	50,0	1	—	—
460	5,8	14	21	156
640	6,0	20	26	190
835	6,3	25	33	230
975	6,3	28	38	254
1175	6,5	32	46	292

Lunghezza del parallelismo 2,3 km.

Distanza filo di trazione dal filo indotto circa 7 metri.

Coll'aumentare della frequenza cresce la parte reale di H_0^2 ($\propto R$) (per valori di $\propto R < 0,2$), e quindi, come si è visto, la resistenza apparente opposta dal terreno: le correnti di ritorno p d preferiranno dunque le rotaie al terreno. Però l'azione dovuta all'effetto induttivo rimarrà ad una certa distanza dalla rotaia pressochè invariata. La differenza della f. e. m. indotta per ogni 100 amp/km nei due casi (tab. V e VI) decresce colla frequenza e dev'essere attribuita come l'afferma lo stesso Zastrow alla diversa conducibilità del terreno. (Continua).

(17) E. T. Z., 36 - 1925.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. - II^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente più per postali

• 20, —
• 2, —

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia più per postali

• 20, —
• 3, —

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.) più per postali

• 2,50
• 0,80

CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia più per postali

• 1, —
• 0,50

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici più per postali

• 3, —
• 1, —

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche più per postali

• 4, —
• 1, —

IMPIANTI INDUSTRIALI D'ILLUMINAZIONE

F. MARIOTTI

Il problema dell'illuminazione razionale delle officine, pur essendo di grandissima importanza, è di solito grandemente trascurato. Non è raro vedere officine magnificamente attrezzate con macchinario moderno e di precisione, illuminate di notte da poche e deboli lampadine abbassate fino sulle macchine e protette da cartocci di carta destinati ad evitare l'abbagliamento degli occhi dell'operaio.

Prove eseguite in officine moderne, specialmente americane, hanno dimostrato che l'adozione di una buona illuminazione è sempre seguita da un aumento di produzione.

Gli operai la cui vista è meno affaticata, compiono un lavoro molto più preciso e coscienzioso, specialmente se la natura di questo è tale da richiedere un'attenzione continua.

Anche in Italia qualche cosa si è fatto in questi ultimi tempi per la risoluzione dell'importante problema.

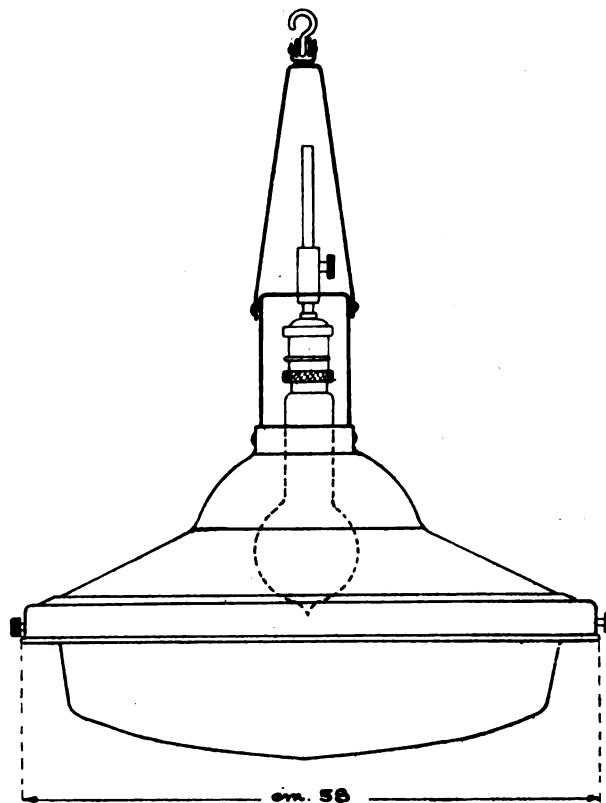


Fig. 1. — Riflettore tipo Wiskott.

Abbiamo potuto avere dall'Ing. C. Olivetti alcuni dati relativi al nuovo impianto di illuminazione entrato in servizio da qualche tempo nella Fabbrica di macchine da scrivere Ing. C. Olivetti e C. di Ivrea.

Crediamo possa interessare ai lettori conoscerne alcuni particolari.

Il montaggio delle macchine da scrivere richiede una illuminazione assai intensa e diffusa. Si tratta di un insieme di piccoli pezzi, in massima parte ossidati neri, che riempiono l'interno della macchina di ombre assai scomode per l'operaio.

In passato ogni montatore aveva sul proprio tavolo una lampadina appesa ad un saliscendi ed abbassata fin quasi avanti agli occhi.

Non era raro vedere l'operaio tenere con la mano sinistra la lampadina posteriormente alla macchina in montaggio e colla destra cercare di introdurre una piccola vite, trattenuta sulla punta del cacciavite, in un foro interno che la debole luce non arrivava ad illuminare.

Il nuovo impianto di illuminazione è del tipo cosiddetto generale, cioè costituito da lampade uniformemente distribuite nei locali.

Si sono adottate lampade con riflettori tipo Wiskott con

500 watt. La superficie di m^2 230 è illuminata con un consumo complessivo di 10.500 watt corrispondente a 45⁶ watt per m^2 .

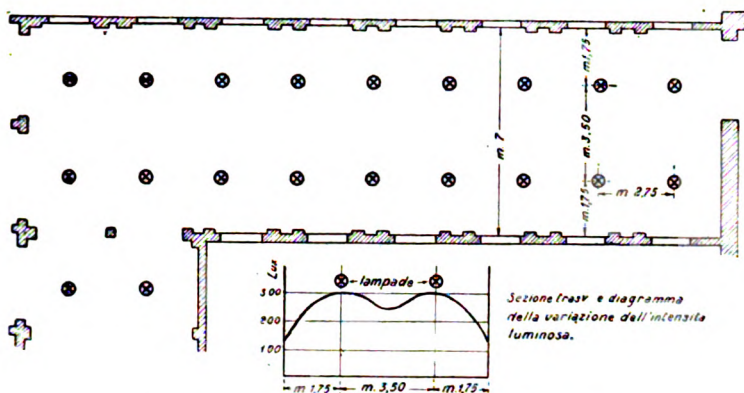


Fig. 6. — Planimetria della sala allineamento.

L'illuminazione ottenuta è oltremodo diffusa ed uniforme e come risulta dal diagramma fig. 4, varia da un massimo di 400 lux ad un minimo di circa 200 in vicinanza dei muri, con

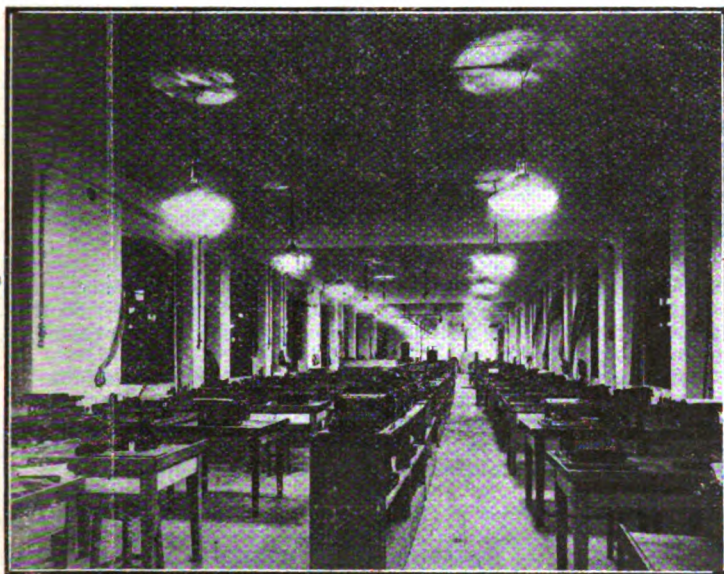


Fig. 7.

un valore medio di 300, mantenendosi però non inferiore ai 300 sui banchi di lavoro.

Il consumo per lux di illuminazione media e per m^2 è di 0,152 watt.

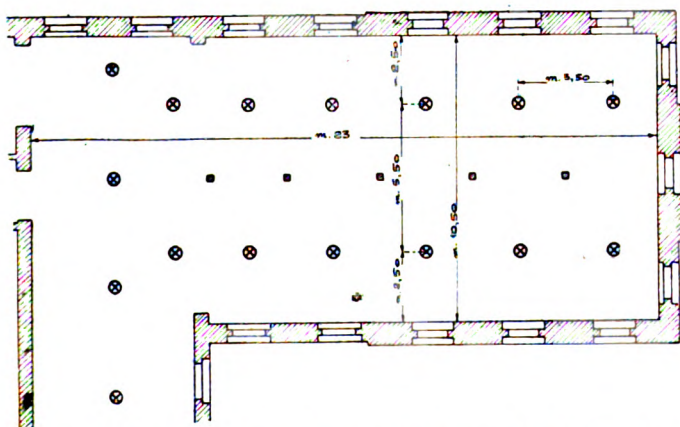


Fig. 8. — Disposizione delle lampade nel reparto montaggio gruppi.

2. — Reparto allineamento (fig. 6, 7).

In questo reparto in un primo tempo si erano installate nei riflettori delle lampade da 300 watt. Attualmente metà di queste sono state sostituite con altre da 500 watt poste alternate con le rimanenti da 300, le quali saranno gradualmente sostituite pure esse.

Il locale misura $m. 7,50 \times 25,50$ con una superficie di m^2 190.

Le lampade sono alte da terra $m. 2,75$.

Complessivamente vi sono nove riflettori con lampade da 300 watt e nove con lampade da 500.

Il consumo complessivo è di 7200 watt corrispondente a 38 watt per m^2 .

L'intensità luminosa massima è di 300 lux, la minima 140 e la media 220 (fig. 6).

Il consumo per lux di illuminazione media e per m^2 è di 0,172 watt.



Fig. 9.

3. — Reparto montaggio dei gruppi sciolti (fig. 8, 9).

Dimensione del locale $m. 10,50 \times 23$; altezza delle lampade da terra $m. 2,75$. Superficie m^2 240.

Vi sono installati 15 riflettori con lampade da 500 watt con un consumo complessivo di 7500 watt.

Intensità luminosa massima 290 lux

» » minima 90 »

» » media 190 »

Consumo di watt per m^2 = 31.

Consumo di watt per lux di illuminazione media e per m^2 = 0,163.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPLICAZIONI VARIE.

W. N. BEADLE — **Progressi negli impianti di trasporto dei petroli e degli oli minerali a mezzo pompe e tubazioni.** (Gen. Electr. Rev., novembre 1925, pag. 752-756).

L'A. della Byron Jackson Pump Manufacturing Co. fa un confronto tra i vecchi impianti di questo genere costituiti da pompe a stantuffo comandate da macchine alternative a vapore e i più recenti impianti eseguiti dalla sua Società in California con equipaggiamenti elettrici G. E. Co. ricorrendo per la prima volta a pompe centrifughe, contro il parere e il pregiudizio di molti tecnici esercenti pozzi di petrolio.

Premesso che in America la questione del trasporto dei liquidi combustibili minerali dai pozzi alle raffinerie è stato risolto facendoli scorrere in apposite tubazioni ed attuando il movimento dei liquidi stessi per mezzo di pompe, l'A. espone alcune cifre di confronto tra il costo e le dimensioni degli impianti a vapore con pompe a stantuffo e quelli elettrici con pompe centrifughe e ne deduce la superiorità di questi su quelli dal lato economico; passa poi a descrivere l'impianto della California Petroleum Corp. presso Los Angeles, che è il più importante di questo genere non solo in America ma, si può dire nel mondo, costituito da sei gruppi motore-pompa di 150 kW, che hanno cominciato a funzionare nel settembre 1923. La rete di tubazioni di questo impianto si estende dai pozzi di Signal Hill ai serbatoi di Watson per una distanza di circa 8 km e da Watson alle banchine del porto di Los Angeles. Col vecchio sistema delle pompe alternative a stantuffo si sarebbe dovuto installare un impianto di pompe a Signal

Hill all'inizio della tubazione per mandare l'olio ai serbatoi di Watson e un altro impianto simile avrebbe dovuto sorgere a Watson per mandare l'olio fino al porto.

Invece gli equipaggiamenti elettrici sono così costituiti e distribuiti: a Signal Hill si ha un gruppo motore-pompa da 150 kW. A Willowville, a metà percorso tra Signal Hill e Watson, è installato un altro gruppo motore-pompa da 150 kW con comando automatico, inserito direttamente nella tubazione, senza serbatoio intermedio. A Watsonville sono installati quattro gruppi motore-pompa da 150 kW, di cui uno di riserva. Un cenno speciale merita il gruppo intermedio di Willowville con comando automatico; esso è provvisto di un regolatore di pressione che lo mette automaticamente in moto quando per il funzionamento dell'impianto di Signal Hill, la pressione raggiunge un certo valore, e automaticamente lo arresta, quando tale pressione viene a mancare per la fermata del gruppo della stazione di partenza.

Un vantaggio notevole derivante dall'impiego delle pompe centrifughe in questo genere di impianti sta nel fatto che l'olio assume un movimento di deflusso continuo e perciò la perdita di carico nella tubazione risulta minore; è da notare inoltre che le pompe centrifughe si prestano ad essere inserite in un punto intermedio della tubazione senza ricorrere a serbatoi e consentono così di usufruire della pressione residua che può ancora rimanere all'olio per effetto dell'azione su di esso esercitata dalla pompa precedente; all'estremità della tubazione di scarico si può regolare con grande facilità l'uscita dell'olio, semplicemente chiudendo una valvola a saracinesca, senza arrestare le pompe, avendo l'esperienza dimostrato che, grazie allo spazio libero esistente tra la girante e il corpo della pompa, nel caso che lo scarico venga improvvisamente chiuso, si stabilisce una certa pressione statica, alla quale la pompa cessa di funzionare come tale, ma continua a girare semplicemente agitando l'olio che è in essa contenuto.

Dati i felici risultati di funzionamento di questo primo impianto è da ritenere che al più presto molti dei vecchi impianti a vapore del genere esistenti negli Stati Uniti saranno sostituiti.

C. G. E. (1)

E. W. PILGRIM — L'applicazione dei motori elettrici nell'industria della frantumazione della pietra. (Gen. Elec. Rev., novembre 1925, pag. 762-769).

L'A. si propone nell'articolo di dare un'idea dei grandi vantaggi che può portare l'elettricità anche ad un'industria, come è quella dell'estrazione e della frantumazione della pietra, che si ritiene talvolta possa ancora essere sfruttata con mezzi primitivi. Così, dalla cabina di trasformazione, che può essere del tipo all'aperto, o semplicemente da palo, se la importanza dell'impianto è limitata, all'impianto di illuminazione, a quello di perforazione dei pozzi, L'A. descrive minutamente le applicazioni dell'elettricità a questa industria e mette in rilievo i vantaggi dell'elettificazione di impianti di questo genere. Gli escavatori elettrici sono attualmente molto diffusi in questa industria e l'A. enumera le varie parti costituenti un equipaggiamento elettrico di questo genere: così pure le locomotive ad accumulatori rendono segnalati servizi in questo campo. Venendo poi a parlare degli impianti di frantumazione propriamente detti, l'A. ne analizza il diagramma di lavorazione ed enumera i dispositivi con cui le varie fasi vengono sviluppate: un impianto di frantumazione comprende frantoi, vagli, elevatori e dispositivi di trasporto. I motori sono del tipo chiuso per la polvere che regna in questo genere di impianti ed i comandi sono spesso riuniti in unico locale per sottrarli all'ambiente polveroso.

Si può ritenere che la metà degli impianti del genere esistenti negli Stati Uniti, siano elettrificati con un complesso di 12.000 motori per una potenza di 630.000 kW: da queste cifre si può dedurre che la elettrificazione in questa industria ha dato risultati ottimi.

C. G. E.

ELETTROFISICA.

W. P. DAVEY e T. A. WILSON — Uno studio dei dielettrici liquidi. - Parte I - Effetto dell'umidità e del contenuto di aria. (Gen. Elec. Rev., novembre 1925, pag. 770-781).

Poiché per avere un buon funzionamento delle macchine e degli apparecchi elettrici è necessaria una buona conoscenza dei fenomeni che si presentano nei materiali isolanti sotto l'azione dell'energia elettrica e poiché, a cagione delle sempre crescenti tensioni in gioco, i materiali isolanti verranno ad assumere un'importanza sempre più grande; appare evidente l'opportunità dello studio degli AA., appartenenti al laboratorio di ricerche della G. E. Co. inteso a determinare colla maggiore possibile esattezza le caratteristiche e il comportamento dei dielettrici liquidi, in particolare modo degli olii. Le esperienze degli AA. furono rivolte specialmente a stabilire il comportamento dell'olio di lino, che, benché non sia un isolante di primo ordine, possiede in modo spiccato molte delle qualità peculiari dell'olio tipo

«Transil», usato dalla G. E. Co. per i trasformatori e per gli apparecchi, e che si presta perciò ad una più rapida ed evidente determinazione per via sperimentale degli elementi caratteristici del miglior olio finora usato per scopi di isolamento.

Gli AA. dopo aver ricordato la definizione che si dà di un isolante perfetto dovuta a Skinner e dopo aver accennato alla nota conclusione che non si può distinguere con un taglio netto le due classi dei corpi conduttori ed isolanti, vengono ad esporre quanto è noto circa la scarica attraverso gli isolanti e circa la rigidità dielettrica: essi ritengono che l'importanza di questa proprietà sia stata alquanto esagerata e condividono l'opinione di Hyden e Steinmetz, che ritengono che la scarica attraverso corpi isolanti sia specialmente dovuta ad un notevole aumento di temperatura che può prodursi in un dato punto dell'isolante stesso; da un'originaria piccola perdita, per l'aumento di temperatura che ne deriva, si ha poi la scarica.

Perciò, date queste premesse, la misura delle dispersioni di corrente negli isolanti in varie condizioni di prova è di maggiore importanza che non la determinazione della resistenza alla perforazione, come criterio per giudicare delle qualità isolanti di un dato materiale. Inoltre con questo metodo si può ripetere l'esperienza di misura parecchie volte sullo stesso campione, di guisa che si può ritenere di poter giungere meglio a spiegare il meccanismo della scarica e di poter scoprire il modo di rimediarevi.

Gli AA. si sono di proposito limitati allo studio dei materiali isolanti liquidi, poichè in questi le stesse proprietà che si possono trovare negli isolanti solidi si riscontrano in un grado molto più appariscente e perciò lo studio ne è facilitato.

Tra i dielettrici liquidi l'olio «Transil» possiede al massimo grado la proprietà di resistere alle dispersioni di corrente; chimicamente poi è relativamente inerte, ossidandosi esso difficilmente; però in certe condizioni può ossidarsi, subendo allora notevoli cambiamenti nelle sue proprietà elettriche: lo stesso, così come si disse, avviene per l'olio di lino in modo ancor più spiccato; lo stesso dicasi per l'effetto dell'assorbimento di umidità e di aria sotto forma colloidale. In pratica però si fa uso, oltre che degli olii isolanti anche di carta o di altre sostanze composte principalmente di cellulosa, di guisa che agli effetti pratici lo studio di un isolante deve essere fatto per il complesso olio-carta impregnata; e perciò gli AA. hanno eseguito le loro prove sul complesso olio di lino-isolante carta.

Gli AA. passano poi a descrivere gli apparecchi da essi studiati per le loro prove, costituiti da condensatori in cui il dielettrico era l'isolante da provare e la cui temperatura era rigorosamente controllata; la dispersione di corrente veniva misurata con micro-amperometro.

Secondo Evershed il contenuto in umidità di un isolante influisce sulla sua rigidità dielettrica; da un esperimento questa affermazione risultò evidentemente confermata. Gli AA. riproducono poi in tabelle i risultati delle prove da essi eseguite intese a dimostrare l'effetto della presenza di aria e di umidità negli isolanti.

C. G. E.

V. PETROVSKY — Sistema dimensionale di notazioni. (Gen. Elec. Rev., novembre 1925, pag. 757-761).

In matematica per quantità si intende una entità numerica semplice o complessa, sulla quale si può eseguire qualsiasi operazione matematica; le quantità invece, che entrano nelle formule, di cui solitamente si servono gli ingegneri, sono quantità fisiche e non matematiche e perciò esse dovrebbero essere sempre accompagnate dalle dimensioni che le caratterizzano.

Attualmente anche per queste quantità, che racchiudono un significato fisico, è usato il sistema di notazioni numerico, che consente di sostituire dei numeri alle quantità stesse ricorrendo a dei sistemi di unità; però questi dati numerici risentono sempre della quantità fisica che essi rappresentano, mentre i fattori numerici o coefficienti, che spesso appaiono nelle formule, sono numeri effettivi, quantità cioè solo matematiche, non legate ad alcun concetto fisico, il cui valore numerico dipende però dalla scelta delle unità per le quantità fisiche.

Da tutto ciò deriva che il sistema di scrivere delle formule, che rappresentano delle quantità fisiche, con delle notazioni algebriche, non è completo, tanto è vero che di una formula occorre sempre dare appresso la spiegazione, cioè occorre indicare oltre che il significato dei simboli anche le unità in cui le varie quantità sono da misurarsi, perchè la formula riesca intelligibile.

Tutti questi inconvenienti si possono invece eliminare ricorrendo al sistema dimensionale. Mentre nel sistema numerico di una data quantità viene scritto nelle formule solo il rapporto tra essa e la sua unità di misura e la natura del rapporto viene poi indicata a parte, nel sistema dimensionale la quantità viene rappresentata scrivendo ancora questo rapporto e dividendolo per la rispettiva dimensione. In tal modo è vero che la scrittura delle formule riesce più lunga, ma viene eliminata ogni causa di errore e la formula riesce completa in sé stessa senza bisogno di ulteriori chiarimenti. Qualsiasi unità può essere scelta e può essere all'occorrenza cambiata: unica condizione è che questa unità sia sufficientemente definita.

L'A. riproduce, ad esemplificazione di quanto ha esposto, in una tabella le varie unità di misura in uso per determinare una potenza coll'indicazione dei coefficienti di conversione dall'uno all'altro sistema e dà alcuni esempi di formule scritte nel sistema numerico e nel sistema dimensionale, mostrando come il secondo sistema sia più razionale e completo.

C. G. E.

(1) Le recensioni colla sigla C. G. E. ci sono gentilmente comunicate dai Tecnici della Compagnia Generale di Elettricità.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

E. S. LEE — La misura della potenza resa di grossi turboalternatori durante le prove del consumo d'acqua in caldaia. (Gen. Elec. Rev., novembre 1925, pag. 782-789).

Nel progetto delle grandi unità moderne il massimo sforzo è rivolto ad aumentarne il rendimento anche di un piccolissimo valore: è perciò necessario, per poter apprezzare questi piccolissimi miglioramenti nel rendimento, di poter misurare la potenza resa di queste grosse macchine colla massima precisione. L'A. si propone appunto di dimostrare che tali misure esatissime si possono ottenere coi soliti tipi di strumenti portatili, quali wattmetri, amperometri e voltmetri, anche se il carico dell'alternatore è estremamente variabile e riferisce di moltissime prove eseguite su 31 macchine di potenza variabile da 10.000 a 45.000 kW.

L'A. ricorda come tanto il metodo con tre wattmetri come quello con due sia applicabile quando il carico è trifase; quando però il numero delle prove da eseguire è notevole e in condizioni molto diverse, è preferibile usare il metodo con tre wattmetri, come quello che consente una maggior speditezza. Per prove di consumo d'acqua, dove si richiede la massima esattezza, bisogna avere l'avvertenza che parecchi strumenti siano regolarmente di tanto in tanto provati. Dopo la scelta degli strumenti essi vengono collegati colla macchina da provare, e si confrontano le letture date da questi strumenti portatili con quelli fissi del quadro per assicurarsi che non vi sia qualche errore grossolano per collegamenti errati, o per altra causa. Per eseguire prove con carichi industriali occorre che vengano prese disposizioni per fare lettura dei wattmetri indicatori entro un vasto campo di condizioni di carico. In generale in un'ora si fanno parecchie letture, dalle quali si desume poi la media: il numero delle letture da eseguire deve essere tale che la media delle letture fatte non differisca dalla media di tutte le letture alternate di più un certo valore stabilito come valore dell'approssimazione richiesta nella prova. Per i risultati più precisi in condizioni pratiche è stata adottata un'approssimazione del 0,1 per cento e questa è raggiunta in prove di un'ora facendo lettura ogni minuto.

La Interborough Rapid Transit Co. di New York ha misurato la potenza resa di un turbo generatore con wattmetri portatili, le cui letture furono fissate per mezzo della pellicola cinematografica; una seconda serie di apparecchi invece erano affidati alla lettura diretta degli osservatori e questo permise di controllare la loro perizia. I risultati mostrarono che sia in un modo come nell'altro si possono raggiungere conclusioni di grande precisione.

Si può dire che la prova del consumo di acqua di grossi turboalternatori può essere eseguita con tale precisione che la media deviazione percentuale dal valore medio può essere contenuta entro $\pm 0,25$ per cento.

Questo significa che praticamente tutti i risultati di prove singole vengono a cadere in una striscia avente una larghezza pari al valore dell'1 per cento, mentre il vero valore probabile del consumo d'acqua viene a trovarsi in una striscia di larghezza variabile dal 0,5 a 0,25% secondo le condizioni esistenti. Tali risultati si possono ottenere con carichi industriali anche se le oscillazioni di carico sono notevoli e rapide, facendo uso di wattmetri indicatori portatili, le cui letture sono fatte da osservatori, secondo le regole esposte dagli AA. per la misura della potenza resa e con una conveniente attenzione nel fare le misure e le correzioni per il consumo di vapore. C. G. E.

VARIE.

A. W. HULL — Rassegna della letteratura sui mezzi di cura coi raggi ultravioletti. (Gen. Elec. Rev., novembre 1925, pag. 790-797).

Nella povertà di una lettura sui raggi ultra-violetti riesce particolarmente interessante lo studio dell'A. inteso a colmare tale lacuna.

Newton apersè la via alla scoperta delle radiazioni invisibili della luce ottenendo per la prima volta col prisma lo spettro solare, ma si deve giungere sino al 1877 per trovare un primo lavoro di Downes e Blunt sull'azione battericida dei raggi ultra-violetti. Nel 1901 poi Cooper-Hewitt scoperse la lampada a vapore di mercurio, che costituisce la miglior sorgente di questi raggi. L'A. dopo aver ricordato che il miglior metodo per misurarne l'intensità è quello della pila fotoelettrica, passa ad analizzare l'azione battericida di queste radiazioni. Ma esse esercitano anche un'azione stimolante e di qui la utilità della loro applicazione alla cura del rachitismo; i raggi ultra-violetti sono anche con profitto impiegati nella cura delle malattie della pelle: lupus, eczemi, ecc. Notevole è poi il fatto che essi esercitano sull'occhio un'azione negativa solo temporanea, mentre i raggi visibili e infrarossi dello spettro solare esercitano un'azione definitivamente dannosa sulla retina dopo prolungata azione a cagione dell'effetto termico da essi esercitato.

Si spera che si potrà vedere più chiaro in questo campo con una normalizzazione delle lampade che producono questi raggi e con una miglior comprensione dell'azione antibatterica dei raggi stessi. La

maggior necessità attuale dei raggi ultra-violetti si ha nelle prove di laboratorio, che servono, sia come guida alla pratica medica, sia come base per la interpretazione dei risultati che si ottengono nelle cure dei pazienti. C. G. E.

:: :: :: CRONACA :: :: ::**ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.**

La regolamentazione delle lunghezze d'onda. — Il 22 marzo corrente avrà luogo a Ginevra una Conferenza Europea per la ripartizione delle lunghezze di onda, conferenza organizzata dall'Ufficio Internazionale di Radiotelegrafia, organo prevalentemente tecnico e che come dice l'articolo 2 del suo Statuto: «ha per scopo: di stabilire una intesa tra le diverse Imprese europee di «emissioni radiotelefoniche, che avranno aderito alla Unione stessa, «senza escludere l'estensione futura alle imprese di altri continenti: «di difendere gli interessi relativi alle imprese stesse: di centralizzare «lo studio di tutte le questioni d'interesse generale nate o da nascerne in seguito al rapido sviluppo della telefonia senza fili: di tendere alla realizzazione di ogni progetto o voto in relazione colla radio-«telefonia nel senso favorevole alle imprese radiotelefoniche».

Sino adesso la sua attività è stata soprattutto rivolta allo scopo di eliminare le interferenze tra le diverse stazioni radiotelefoniche europee ed in questi ultimi tempi è stato creato in seno all'Ufficio stesso un Sottocomitato tecnico, per lo studio delle questioni relative alle lunghezze d'onda, Comitato di cui fa parte anche l'Italia e che ha proceduto a diversi esperimenti.

La prossima conferenza, come si è detto, si occuperà soprattutto di tale questione e, dopo che essa avrà avuto luogo, ci riserviamo di ritornare ancora sull'argomento. L. P.

*

Congresso Nazionale di Chimica pura ed applicata - Palermo, maggio, 1926. — Durante la primavera dell'anno corrente, precisamente dal 23 maggio al 2 giugno p. v., l'Associazione Italiana di Chimica Generale ed Applicata terrà a Palermo il II Congresso Nazionale di Chimica pura ed applicata.

Esso coinciderà con la celebrazione del centenario della nascita di Stanislao Cannizzaro.

L'Associazione Italiana di Chimica generale ed applicata ha già ricevuto, sia dall'Italia che dall'Estero, importanti adesioni che assicurano alle due manifestazioni il più lusinghiero successo.

Rivolgersi, per informazioni, alla Associazione Italiana di Chimica Generale ed Applicata - Roma, 1 - Via IV Novembre, 154.

*

Esposizione Internazionale per la Navigazione Interna e per l'Utilizzazione delle forze idrauliche a Basilea. — Dal 1° luglio al 15 settembre p. v., avrà luogo a Basilea una Esposizione Internazionale delle Forze Idrauliche e della Navigazione Interna. Queste due branche dell'industria che già hanno raggiunto isolatamente uno sviluppo grandioso, solo da poco tempo cominciano ad essere sviluppate con conformità di criteri moderni, e specialmente lungo il Reno a monte di Basilea si è principiato ad attuare un complesso di migliorie della navigazione fluviale mediante giganteschi sbarramenti del fiume che rallentano la vivacità della corrente e permettono l'utilizzazione di parecchie decine di migliaia di kilowatt usufruendo il salto d'acqua ottenuto.

La Mostra Internazionale, alla quale hanno già dato adesione quindici Nazioni europee ed americane, sarà disposta in due vasti fabbricati in cemento armato la cui area coperta complessivamente ammonta a 35.000 metri quadrati. Il Governo Nazionale cedendo agli inviti insistenti delle Autorità Federali e Cantionali svizzere ha deliberato l'intervento dell'Italia nominando Commissario Generale l'Ing. Alessandro Taccani.

Si comprende facilmente come ogni sforzo debba essere fatto perchè l'Italia si presenti a questa Esposizione in una forma degna dello sviluppo che ha assunto nel campo idroelettrico, ed in modo da comparire su un piede di uguaglianza colle maggiori Nazioni del Nord per quanto riguarda la costruzione del macchinario idraulico, elettrico, portuale e delle apparecchiature relative.

Il nostro Commissario in un sopralluogo all'Esposizione si è riservato per la Sezione Italiana una grande sala di 700 m² accanto all'altra analoga scelta dal Ministero dei Lavori Pubblici ed inoltre uno spazio di 350 m² nella Galleria delle macchine.

Si fa viva preghiera a tutti coloro che possono esporre illustrazioni di impianti o macchinari perchè vogliano partecipare largamente all'Esposizione.

Per qualsiasi schiarimento intorno alla Mostra Italiana si prega rivolgersi presso il Commissariato, in via Cernaia, 11 a Milano.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA uniformemente alla fascetta vecchia.

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Italiana Metallurgia Elettrolitica — Milano.

Aumenta il capitale da L. 4.150.000 a L. 7.255.000 mediante emissione di 6000 azioni da L. 500 e di 21.000 azioni da L. 5.

Soc. An. Biellese per Distribuzione di Energia Elettrica — Biella.

Venne deliberato di aumentare il capitale da L. 1.400.000 a L. 2.000.000 emettendo 600 azioni da L. 1000.

Impresa di Elettricità U. Sampietro — Trento.

Venne approvato l'aumento del capitale da L. 1.500.000 a L. 3.000.000 mediante 7500 nuove azioni da L. 200.

Soc. Lucana per Imprese Idroelettiche — Roma.

Aumenta il capitale da L. 10.000.000 a L. 24.000.000 emettendo 135.000 azioni da L. 100.

Soc. An. Ital. Porcellane Elettrotecniche Pohl — Milano.

Venne deliberato di emettere 18.750 azioni nuove da L. 100 portando il capitale da L. 125.000 a L. 2.000.000.

Officine di Energia Elettrica — Novara.

Venne deliberato un primo aumento del capitale da L. 7.500.000 a L. 10.000.050 e successivamente un secondo aumento fino a L. 15.000.000.

Soc. An. Elettricità Umbra — Perugia.

Aumenta il capitale da L. 8.000.000 a L. 24.000.000 emettendo 32.000 azioni da L. 500.

Soc. Manifattura Isolatori Vetro-Acqui — Milano.

Aumenta il capitale da L. 3.250.000 a L. 4.000.000 mediante 7500 azioni da L. 100.

Soc. per l'Utilizzazione Acque Garza Inferiore — Brescia.

Venne deliberato l'aumento del capitale da L. 100.000 a L. 600.000.

Soc. Generale Radio — Bologna.

Venne deciso di ridurre il capitale da L. 175.000 a L. 52.500 diviso in azioni da L. 30.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

Soc. Idroelettrica Val d'Enza — Reggio Emilia.

Venne costituita con capitale di L. 20.000 distribuito in 100 azioni da L. 200.

Soc. Elettro-Ferroviana Trentina — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 100.000 in 1000 azioni da Lire 100.

Soc. Costruzioni Elettriche Telefoniche — Milano.

Venne costituita con capitale di L. 50.000 in 50 azioni da Lire 1000.

Soc. An. Audion — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 10.000 in 100 azioni da L. 100.

Soc. Elettrotecnica — Milano.

E' stata costituita con capitale di L. 50.000 diviso in 50 azioni da L. 1000.

Soc. Idroelettrica del Vizzo — Milano.

Venne costituita con capitale di L. 120.000 in 480 azioni da Lire 250.

Soc. Emiliana Telefoni — Roma.

Venne deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

Soc. Impianti Elettrici — Napoli.

Venne deliberato lo scioglimento della Società e la sua messa in liquidazione.

* *

Lo spirito di Locarno, del quale l'Europa ha tanto desiderio di essere pervasa ma del quale non riesce a permearsi nella realtà, ha fatto un gran parlare di sé nello scorso mese. Gli è che tutti i buoni e belli propositi di Locarno hanno minacciato di naufragare nuovamente in un pelago di guai.

Come è naturale lo sbocco degli accordi di Locarno e della rinnovata pacificazione degli animi doveva essere l'ammissione della Germania nel seno della Società delle Nazioni. Senonchè tale ammissione non ha suscitato l'entusiasmo di nessuno fra i molti in Europa che sono rimasti scettici sugli atteggiamenti contriti e sommessi della nuova Germania d'Hindenburg. Fu così che la Polonia, non appena avuta notizia della richiesta della Germania e della sua intenzione di domandare un posto stabile nel Consiglio della Società, come spettante per rango di grande Potenza, si affrettò ad avanzare la stessa domanda sostenendola ed appoggiandola energicamente.

L'irritazione vivissima scoppiata in Germania a tale pretesa polacca fu la conferma più chiara alla fondatezza dei timori della Polonia e la più esplicita rivelazione del gioco che la Germania intendeva impostare usufruendo della Società delle Nazioni per farsene arma di rivendicazioni. A confermare ulteriormente questo ordine di idee avvenne al momento opportuno il battibecco fra Stresemann e Mussolini che portò a galla molte scarie nascoste dell'anima germanica di oggi.

La Francia appoggiò naturalmente subito la richiesta polacca, mentre l'Inghilterra si agitava in atteggiamenti incerti e contraddittori. A completare la confusione del momento ecco la Spagna a farsi avanti chiedendo anch'essa un seggio permanente nel Consiglio, e dopo di lei il Brasile e poi ancora la Cina! La conclusione si è che si parla ormai molto seriamente di sospendere per ora anche l'accettazione della domanda tedesca rimandandone l'esame ad epoca più propizia.

Continua intanto in Francia il prolungarsi delle discussioni parlamentari circa i provvedimenti fiscali mentre la situazione finanziaria diventa sempre più preoccupante. Lo spettacolo offertoci dalla Francia è un esempio ed un monito doloroso di quanto la passione politica possa offuscare la chiara visione degli interessi anche più vitali del Paese.

Si è radunata a Roma la Conferenza Internazionale per l'esame dei mandati coloniali. L'interesse è vivissimo specialmente per il dibattito in corso relativamente al mandato della Francia in Siria.

Ha intanto sollevato alquanto meraviglia la stipulazione di una convenzione di amicizia e buon vicinato fra la Francia e la Turchia. La soddisfazione è stata grande specialmente ad Angora dove si fa rilevare con compiacenza che il patto fu concluso mentre la vertenza per Mossul coll'Inghilterra non è ancora conclusa.

Crisi politiche si manifestano in Ungheria come strascico dell'affare dei falsari ed in Rumenia come conseguenza dell'azione svolta dal principe Carol e dagli ampi strati della opinione pubblica a lui favorevoli.

La buona stagione che si annuncia rinfocola i propositi bellicosi. Nel Marocco si delinea una ripresa di attività dei Riffani alla quale fanno riscontro colloqui ripetuti fra il maresciallo Petain e il generale De Rivera.

*

La vita politica italiana nei suoi rapporti coll'estero, ha avuto giorni agitati e commossi. Da tempo durava in Germania, e specialmente in Baviera, un subdolo gioco di propaganda antitaliana, che andava dalle recriminazioni dei giornali fino all'invito ai turisti tedeschi di astenersi dal visitare la penisola ed anche fino ad un larvato boicottaggio delle nostre merci. Di tale stato d'animo tedesco non erano mancati episodi sintomatici di vario genere ed una certa agitazione era già diffusa fra i nostri commercianti che si vedevano lesi dalle mene nascoste ma efficaci dei propagandisti tedeschi.

Le minoranze tedesche dell'Alto Adige dal canto loro facevano del loro meglio per dare esca all'eccitazione di oltre alpe, atteggiandosi a vittime di una pretesa feroce tirannia italiana. Le cose non avevano tuttavia assunto ancora una forma grave, quando a precipitare la situazione giunse un discorso ufficiale del presidente della Dieta Bavarese il quale accusò apertamente l'Italia di mancare ai patti coll'opprimere le minoranze tedesche, ed invitò i suoi concittadini nettamente al boicottaggio antitaliano ed alla preparazione della rivincita; l'intraprendente quanto ingenuo politico preconizzava senza altro l'unione di tutti i tedeschi nella madre patria germanica, previa naturalmente l'incorporazione dell'Austria.

Ciò non poteva naturalmente essere lasciato passare sotto silenzio. La risposta del nostro Governo fu pronta, dura ed energica. Il veto all'unione austro-tedesca sancito dai trattati di pace fu ribadito come cardine fondamentale della politica italiana. Lo scambio di discorsi fra i capi dei tre Stati interessati durò qualche giorno e suscitò in tutta Europa un coro vastissimo di discussioni, di proteste, di approvazioni.

L'episodio fu presto sepolto, nè avrebbe meritato di essere ricordato se esso non fosse valso a lumeggiare lo stato d'animo della Germania proprio nel delicato momento nel quale essa si apprestava ad entrare nella Società delle Nazioni.

Il Ministro Stresemann ha scoperto completamente il suo gioco cercando di prospettare il diritto della Germania ad ergersi a tutelatrice di tutte le minoranze tedesche nel mondo e minacciando di provocare l'intervento della Società delle Nazioni per la questione dell'Alto Adige.

E' chiaro che se questi sono i programmi della Germania, la sua ammissione alla Società delle Nazioni non potrebbe certo contribuire grandemente alla finalità della pace europea. Essa vi entrerebbe soprattutto per farsene un'arma onde reagire contro gli obblighi dei Trattati di pace e per suscitare querele e contrasti tanto più pericolosi quanto più generalizzati. Ciò ha bene inteso la stampa periodica di tutta Europa, la quale dopo il dibattito Stresemann-Mussolini ha calmato di molto i suoi entusiasmi per l'ammissione a Ginevra della Germania e si è dimostrata in generale assai preoccupata.

Gli effetti del boicottaggio Germanico contro le nostre merci non sono stati cospicui e soprattutto non sembrano duraturi, come sempre avviene nei movimenti artificiosi a cui manca una naturale rispondenza di interessi. I danni più sensibili li ha avuti la nostra industria agrumaria, la quale ha visto diminuire in misura notevole gli acquisti da parte della Germania; è difficile dire tuttavia per quanta parte tale fenomeno dipenda dal boicottaggio volontario e per quan-

ta invece dalla efficace concorrenza dei prodotti spagnoli i quali, portati per mare fino ad Amburgo, vengono posti in commercio in condizioni specialmente favorevoli.

La tendenza nettamente dichiaratasi, della Germania verso l'unione all'Austria ha delineato un orientamento più deciso nella politica degli Stati che ad evitare tale fusione sono specialmente interessati. Di questo movimento, che naturalmente torna a tutto danno della Germania, ma anche del ristabilirsi delle condizioni di fiducia in Europa, si sono avute manifestazioni eloquenti.

Prima fra queste per importanza, fu la venuta a Roma del Ministro Jugoslavo Nincic. Questo viaggio, che non era stato preannunciato in alcun modo e che avvenne subito dopo il dibattito italo-tedesco, fu da tutti messo in diretto rapporto colla questione germanica, sebbene ufficialmente a ciò non si sia accennato.

Certo è che l' Jugoslavia ha non meno dell'Italia interesse ad impedire il formarsi di un potente blocco tedesco che sarebbe inevitabilmente portato a gravare verso sud. I colloqui del Ministro jugoslavo coll'On. Mussolini hanno, secondo il comunicato ufficiale, giovato a rinsaldare le buone relazioni fra i due Paesi ed a chiarire le direttive concordate per l'azione politica futura.

Tale rinnovato fervore di concordia fondato su un naturale parallelismo di interessi, può acquistare importanza grande specialmente in vista del fatto che, dietro la Jugoslavia, sta la Piccola Intesa.

Si sono anche voluti mettere in rapporto colla venuta a Roma di Nincic altri contatti avuti dall'On. Mussolini con uomini politici della penisola Balcanica e specialmente col Ministro di Grecia a Roma. Il nuovo governo greco del dittatore Pangalos sembra effettivamente molto bene disposto verso l'Italia; e senza dubbio presso di noi sarebbe ben visto il giorno in cui la Grecia smesse le diffidenze ed i rancori riconoscesse il comune interesse dei due popoli ad una sincera ed efficace collaborazione nel mediterraneo. Si annuncia anzi che il generale Pangalos intenderebbe venire presto di persona in Italia per incontrarsi coll'On. Mussolini. Tali voci non hanno mancato di destare l'attenzione e le preoccupazioni di qualche giornale inglese.

La nuova virilità dell'Italia e il rifiorire delle sue energie rendono attenti gli altri popoli del Continente i quali non possono disconoscere la forza di espansione che l'Italia va sempre più rappresentando. E' veramente singolare notare dai giornali francesi i quali riconoscono le necessità di affidare all'Italia dei mandati coloniali dei quali essa è rimasta priva. Certamente, nella mentalità francese, dovrebbe essere questo una specie di valvola di sfogo per evitare ipotetiche spinte espansioniste in altre direzioni, ma chi lo avrebbe detto nei primi mesi dopo la guerra, quando tutto sembrava troppo per l'Italia che altro merito non aveva se non d'aver vinto la guerra?

Quanto fondamento possono avere queste fantasie giornalistiche è naturalmente difficile dire. Frattanto l'Italia procede a sistemare gli oneri derivanti dalla guerra liberando la sua azione dalla tara delle incertezze e dai pericoli di un dubbio onere futuro. La sistemazione dei debiti di guerra ci dà una snellezza invidiata e ci permette di commisurare la nostra azione agli oneri assunti ed alle disponibilità crescenti.

In esecuzione al Patto di Londra, l'Italia ha ritirato i 610 milioni di lire sterline in Buoni del Tesoro che erano in possesso del Governo Britannico al quale sono state consegnate invece le nuove Obbligazioni corrispondenti alla 62 annualità di pagamento: queste, come è noto, ammontano, sommandole insieme a 276 milioni di sterline.

Il 15 marzo verrà versata alla Tesoreria inglese la prima quota di pagamento che ammonta a 2 milioni di lire sterline. Il versamento sarà effettuato dalla apposita Cassa di ammortamento che verrà istituita presso la Cassa Depositi e Prestiti. La istituzione di tale Cassa di Ammortamento e il suo modo di funzionare è ancora allo studio presso il Ministro delle Finanze. Il suo Regolamento sarà presto sottoposto all'approvazione dei Ministri; si sa soltanto che essa funzionerà in modo indipendente dalla Cassa Depositi e Prestiti e non contribuirà affatto a renderne più difficile o più pesante la provvida attività.

Come è noto l'accordo italo inglese è ormai perfetto non occorrendo alcuna ulteriore ratifica. Non così quello italo-americano che, pur avendo ottenuto la ratifica del Parlamento di Washington deve ancora ottenere quello del Senato. L'opposizione è abbastanza viva in alcuni settori della Camera alta americana; tuttavia si nutre fiducia che la ratifica non possa essere negata. Il Segretario al Tesoro, Mellon, e lo stesso Presidente Coolidge hanno nettamente preso posizione a favore del Trattato e ciò non può a meno di influenzare le discussioni del Senato nel senso di ottenere la ratifica.

Si è intanto concretata felicemente la grandiosa operazione per il finanziamento delle nostre imprese elettriche. Si tratta della emissione di tante obbligazioni per il valore di 20 milioni di dollari le quali saranno emesse dall'Istituto di Credito per le Imprese di Pubblica Utilità. Questa modalità di emissione è importantissima in quanto che gli assuntori americani delle obbligazioni avranno rapporti esclusivamente coll'Istituto di Credito e non colle nostre Imprese Elettriche le quali restano così sottratte ad ogni pericolo di ingerenza straniera.

Il sindacato di collocamento delle obbligazioni è stato costituito sotto gli auspici di due grandi gruppi bancari americani: la Chase Securities Corporation e la Blais Comp. Il titolo sarà offerto su tutti

i principali mercati dell'America del Nord. Al collocamento di esso sono interessate anche alcune grandi Case bancarie d'Europa.

Le obbligazioni fruttano il 7% e sono ammortizzabili in 26 anni. Esse sono garantite da un insieme di mutui con garanzie ipotecarie sugli impianti di parecchie fra le più importanti imprese elettriche italiane: Società Idroelettrica Piemonte, Società Idroelettrica Piemontese-Lombarda Ernesto Breda, Società Elettrica Italia, Soc. Piemontese Centrale di Elettricità, Soc. Forze Idrauliche del Moncenisio, Soc. Acciaierie e Ferriere Lombarde, Società Ligure Toscana di Elettricità, Società Elettrica e del Gas di Roma, Società Romana di Elettricità, Società Forze Idrauliche ad usi industriali ed Agricoli, Società Industriale del Canale dell'Aniene, Soc. per le Imprese Elettriche in Roma, Società Elettrica del Valdarno, Società Elettrica dell'Italia Centrale, Società Italiana di Elettrochimica.

Come si è detto, l'operazione è compiuta attraverso l'Istituto di Credito per le Imprese di pubblica Utilità. Il ricavo netto di queste operazioni di credito all'estero viene assunto dal Tesoro dello Stato il quale regola i suoi rapporti coll'Istituto di Credito in valuta italiana a un cambio fisso. Il servizio di cassa è fatto dalla Banca d'Italia.

L'operazione va salutata con vero compiacimento. Infatti un capitale cospicuo viene posto a disposizione delle iniziative delle nostre Società produttrici di energia, in un momento particolarmente delicato della nostra situazione monetaria; e ciò senza che le nostre Imprese debbano in qualunque misura abdicare alla loro libertà di azione od accettare una qualunque ingerenza estranea. Inoltre l'accordo concluso col mondo finanziario americano per un capitale rilevante ed a lunga scadenza, è la più bella testimonianza della fiducia che in quel mondo si nutre rispetto alla nostra compagine industriale e finanziaria e all'avvenire del nostro Paese.

Gli introiti per riparazioni di guerra da parte della Germania, sui quali dobbiamo tanto contare pel pagamento degli impegni contratti a Londra e a Washington, continuano regolarmente. Si hanno ora le cifre relative al gennaio ora decorso. Durante tale mese ci fu complessivamente consegnato un importo di 2.350.000 marchi oro, risultanti come segue: 1.480.000 marchi in consegna di carbone, 472.000 marchi per trasporto dello stesso, 284.000 marchi in materie coloranti e prodotti farmaceutici e 125.000 marchi in forniture diverse.

Complessivamente nei cinque mesi dal settembre 1925 al gennaio 1926, la Germania ha effettuato pagamenti per 454 milioni di marchi oro, dei quali 55 milioni furono consumati in spese e pagamenti diversi e 399 milioni andarono ai Paesi creditori. Di questi 399 milioni di marchi oro ne toccarono 222 alla Francia, 88 all'Inghilterra, 43 al Belgio, 24 all'Italia, 14 alla Jugoslavia, e gli altri alla Rumenia, alla Grecia, al Portogallo, alla Polonia, e al Giappone. Dal principio dell'applicazione del piano Dawes, ossia dal 1 settembre 1924, l'Italia ha ricevuto in totale 87.710.000 marchi oro, corrispondenti, al cambio attuale, o oltre 500 milioni di lire.

La sistemazione delle riparazioni germaniche sembrerebbe quindi avviata soddisfacentemente, se da varie parti non si avanzassero preoccupanti previsioni per l'avvenire. Particolarmente interessanti sono a questo riguardo le considerazioni che prospetta il Keynes.

Egli osserva che il bilancio tedesco del 1925 considerando complessivamente tutta la vita economica della Nazione, presenta un deficit che viene valutato in Germania in 200 milioni di sterline e che il Keynes riduce a 50 milioni. Perché il piano Dawes possa continuare a funzionare, occorre che tale deficit possa negli anni prossimi diventare un avanzo di circa 100 milioni di sterline. Occorre quindi che ribassino i prezzi dei prodotti germanici perché ne possa aumentare la esportazione. Tale fine il Keynes non crede possa essere raggiunto se non colla riduzione dei salari degli operai tedeschi; il Comitato dei Trasferimenti dovrà perciò lottare contro le organizzazioni operaie tedesche per imporre la riduzione dei salari. Ma come potranno gli Alleati imporre la loro volontà a questo riguardo al pubblico tedesco, e come potrebbe sostenersi senza i voti degli elettori un Governo tedesco che volesse seguire su questa via i creditori ex nemici? Il Keynes manifesta quindi una sfiducia fondamentale circa la applicabilità del piano Dawes per un periodo d'anni continuato.

Abbiamo dato altra volta notizia dell'accordo raggiunto circa la spartizione delle aree per ricerche petrolifere in Albania. Sono già stati iniziati i lavori nella zona assegnataci e si sono cominciate le trivellazioni nei pressi di Vallona, a Triviasari. Altri sondaggi verranno compiuti a Piskat e poi nei terreni oltre Musakisa.

La penisola Balcanica richiama sempre più l'attenzione del nostro mondo commerciale. E' con soddisfazione, ad esempio, che rileviamo come dalle statistiche dell'anno 1925 ora decorso risulti che nel movimento del porto di Salonico, la bandiera italiana si è trovata al primo posto con 192 piroscafi e 350.526 tonnellate precedendo di gran lunga gli altri Paesi. Anche negli altri porti il movimento delle navi italiane si è andato intensificando.

Nelle colonie merita di essere ricordata la felice operazione compiuta in Cirenaica e che ci ha portati alla occupazione dell'oasi di Giarabub. La presenza delle nostre truppe in località così avanzata taglia alle spalle le vie ai ribelli che agivano sull'altipiano cirenaico e sopra tutto sbarra le strade di accesso dei rifornimenti che provenivano dall'Egitto. Si può così prevedere un periodo di benefica tranquillità per la nostra colonia mediterranea.

*

Importanti manifestazioni ufficiali si sono avute nello scorso mese di gennaio le quali gettano luce sulle direttive del Governo nostro nei riguardi dell'andamento finanziario ed economico.

Si era rilevato dai successivi conti del Tesoro pubblicati periodicamente dalla Gazzetta Ufficiale, che accanto all'incremento confortante e notevolissimo delle entrate andavano progressivamente aumentando anche gli impegni per maggior spese. L'aumento era bensì contenuto in modo che l'incremento delle spese lasciasse tuttora un largo margine, ma esso pareva pur tuttavia costituire la prova di una tendenza delle sfere ufficiali ad una minore severità finanziaria e poteva costituire per se stesso un pericolo e una minaccia a quella riserva latente ma preziosa che è formata dall'incremento delle entrate. Vero è che il fenomeno era in parte spiegabile con ragioni naturali. Anzitutto l'aumento delle spese proveniva in parte da provvedimenti approvati nel precedente esercizio e che venivano a gravare su questo per la loro applicazione. Inoltre l'aumento degli impegni assumeva particolare importanza quando veniva confrontato con gli stanziamenti del bilancio preventivo, mentre perdeva molto della sua preoccupante importanza se veniva valutato in confronto agli stanziamenti effettivi del precedente esercizio. Ciò derivava dal fatto che il preventivo per il corrente esercizio era stato compilato con criteri estremamente rigorosi e restrittivi.

Comunque la cosa cominciava ad essere da più parti rilevata e non erano mancate le voci di preoccupazione e di monito anche autorevoli. A troncane queste voci sono venute in buon punto replicare dichiarazioni del Ministro delle Finanze il quale ha riaffermato l'intendimento del Governo di condurre una finanza di raccoglimento e della massima serietà.

Il Ministro Volpi ha asserito che l'equilibrio del bilancio sarà mantenuto ad ogni costo e che contemporaneamente sarà lentamente ma gradatamente diminuito il debito pubblico. Il simultaneo verificarsi di questi due ordini di fatti costituirebbe la riprova migliore e più sicura della saldezza delle nostre finanze.

Il Ministro ha anche affermato di riconoscere l'opportunità che il risparmio privato si rivolga con maggiore simpatia agli investimenti industriali, reagendo al movimento di assenteismo e di disinteressamento che il capitale va da qualche tempo dimostrando per tale genere di investimenti.

A facilitare l'afflusso dei capitali alle industrie è stata disposta una riduzione nell'interesse dei Buoni del Tesoro ordinari. Dal 15 febbraio l'interesse dei Buoni a scadenza dal 6 a 8 mesi venne ridotto dal 6% al 5,50%; per quelli a scadenza dal 6 a 8 mesi il saggio è ridotto dal 5,75% al 5,25%, e per quelli a scadenza minore, da 4 a 3 mesi esso è ridotto dal 5,75% al 4,75%. Gli effetti di tale riduzione non sono tuttavia stati molto notevoli come il Ministro stesso ha riconosciuto; sono perciò annunciati altri provvedimenti intesi a spingere i risparmiatori ad un maggiore interessamento per gli investimenti industriali.

Le nostre industrie meritano infatti la fiducia dei risparmiatori, come è indicato da molteplici indici. Ad onta delle difficoltà di ogni genere che da più parti sono poste alla nostra esportazione, l'abilità, l'iniziativa e l'audacia dei nostri commercianti riescono a trovare sempre nuovi sbocchi e ad incrementare continuamente le correnti delle merci che dall'Italia vengono spedite all'estero.

Nello scorso anno abbiamo infatti potuto vendere all'estero tante merci da superare di ben 3900 milioni le esportazioni del 1924. Questa cifra è dovuta per 1700 milioni a maggiori esportazioni di tessuti, per 450 milioni ad aumento nei prodotti metallici, per 850 milioni all'incremento delle spedizioni all'estero di prodotti agricoli e per i rimanenti 550 milioni a maggiori vendite di merci varie.

Per le cause altra volta accennate, le importazioni hanno avuto nello scorso anno un incremento anche maggiore, cioè di 6700 milioni, dovuti per 1700 milioni a maggiori rifornimenti di viveri, per 1100 milioni a maggiori rifornimenti di materie prime per industrie tessili, per 1600 milioni all'aumento dell'introduzione di materiali metallici e per 1100 a un più elevato acquisto di merci varie.

Caratteristici sono i rapporti fra i pesi delle merci importate e di quelle esportate. Infatti in tutto il 1925 si ebbero 22.600.000 tonnellate di merci importate contro 4.800.000 tonnellate esportate; gli aumenti rispetto al 1924 furono rispettivamente di 17.000.000 tonnellate e di 200.000 tonnellate. Queste cifre rispecchiano la composizione qualitativa del nostro movimento commerciale dove troviamo all'importazione predominanti le merci pesanti, come i grani, i carboni, materiali metallici, mentre all'esportazione vi sono merci di grande valore ma di basso peso specifico come ad esempio la seta greggia e quella artificiale, i tessuti, ecc.

Il movimento commerciale trova la sua rispondenza naturale nella attività sempre crescente dei porti: con soddisfazione vediamo il porto di Genova assumere definitivamente la funzione di primo porto del Mediterraneo, e prepararsi con fervore non soltanto di intenti, ma anche di opere, ad allargare sempre più la sua capacità di traffico. Nello scorso anno il movimento complessivo sugli scali del porto di Genova raggiunse 8.200.000 tonnellate di merce, superando decisamente anche il traffico del maggiore concorrente cioè del porto di Marsiglia, per circa un milione di tonnellate.

A favorire l'incremento continuo delle nostre industrie due ordini di provvedimenti sono in corso per iniziativa del Governo. Il primo è quello, già altra volta ricordato, col quale si fa obbligo agli Enti dipendenti dal Governo ed agli Enti locali di dare sempre la preferenza ai prodotti nazionali. L'altro ordine di provvedimenti riguarda invece le esportazioni.

Si parla molto della istituzione di un Istituto per il Commercio dell'Italia coll'Estero. Questo nuovo Ente risponde ad esigenze sentite da tempo negli ambienti industriali e che avevano trovato chiara manifestazione in Ordini del giorno ripetutamente approvati in riunioni

di industriali e commercianti di varie regioni della penisola. Primo compito dell'Istituto sarà quello di una ampia e sicura rete di informazioni che metrano in grado i nostri industriali di conoscere con sufficiente chiarezza e in tempo utile i bisogni e le possibilità dei diversi mercati esteri. L'Istituto dovrebbe altresì curare la diffusione delle conoscenze all'estero della nostra produzione. Dovrà poi l'Istituto favorire il sorgere di tutte quelle iniziative che possono concorrere a facilitare l'ampliamento della nostra rete di scambi commerciali con gli altri Paesi, promuovendo la formazione di Sindacati o Consorzi di esportatori.

L'Istituto per il Commercio coll'Estero sarà un Ente parastatale autonomo; avrà un Consiglio nel quale saranno rappresentate le Amministrazioni centrali interessate e i gruppi o gli Enti produttori e commerciali d'Italia.

Con solenne cerimonia è stato insediato il nuovo Consiglio Superiore della Economia, ricostituito secondo nuove direttive. Il Consiglio è stato allargato portandone la composizione a 60 membri, con 4 Sezioni: agricoltura e foreste, industria e previdenza sociale, commercio e credito e assicurazioni private, lavoro e previdenza sociale. Il Consiglio ha affrontato lo studio di questioni importanti per la vita economica del Paese e per le industrie fondamentali di esso, ed è destinato a funzionare come valido ausilio ai Ministeri tecnici dei quali dovrebbe assumere quasi la funzione di consigliere e di esperto.

Un altro Ente che venne recentemente istituito è quello chiamato Ente Nazionale per il controllo della combustione. Esso è istituito per conto del Ministero della Economia Nazionale, e raccoglie insieme tutte le esistenti Associazioni fra gli Utenti Caldaie. L'Ente eserciterà il controllo obbligatorio di tutti gli impianti di utilizzazione di combustibili per curarne la migliore utilizzazione, e sorveglierà pure affinché i nuovi impianti siano rispondenti ai più recenti progressi della termotecnica. L'opera di questo Ente se efficace ed oculata potrà essere utilissima all'economia nazionale, risvegliando l'attenzione degli interessati su un ramo della tecnica che è per noi di importanza vitale, e che, a torto, era stato troppo trascurato fino ad oggi.

Si attribuisce anche al Governo l'idea della istituzione di un Ente Nazionale per i Petroli. Questo Ente, di natura parastatale, dovrebbe compiere l'opera di ricerca e di valorizzazione degli eventuali giacimenti petroliferi che fossero riconoscibili nel nostro sottosuolo, ed anche provvedere all'approvvigionamento dei petroli sui mercati esteri. La questione petrolifera si trascina da noi da troppo tempo, con episodi anche recenti e clamorosi, perchè non si abbia ad augurare di gran cuore che essa possa trovare la sua soluzione ed il suo assetto definitivo.

Il conto del Tesoro al 31 gennaio u. s. dimostra che gli incassi complessivi hanno superato i pagamenti di 5083 milioni, dei quali 2112 milioni in conto entrate e spese effettive e 2876 milioni in conto movimento di capitali. Il debito pubblico è aumentato durante il gennaio di 578 milioni elevandosi a 92.114 milioni; l'aumento dipende per 385 milioni da Buoni del Tesoro, per 121 milioni da somme messe a disposizione della Cassa Depositi e Prestiti, e per la residua parte da obbligazioni delle Venezie e da buoni novennali.

La situazione di bilancio al 31 gennaio presenta un avanzo effettivo di 299 milioni, superando di 194 milioni l'avanzo previsto, sebbene si siano avute maggiori spese per 1960 milioni; alla stessa data il bilancio dello scorso esercizio presentava un disavanzo di 167 milioni. La quota di stanziamenti non ancora impegnata era di 1376 milioni.

La circolazione totale, bancaria e di Stato, era al 31 gennaio di 20.754 milioni con una diminuzione di 696 milioni rispetto al 31 dicembre e con un alleggerimento di 363 milioni anche rispetto al 30 giugno 1925.

Gli investimenti netti nelle Società per Azioni furono nel gennaio 1926 di 700 milioni contro 627 milioni del gennaio 1925.

I depositi presso le Casse postali passano da 10.316 milioni al 31 dicembre a 10.325 milioni al 31 gennaio. I depositi presso le Banche Popolari passano 920 a 939 milioni, quelli presso le Banche regionali da 3866 a 3900 milioni. I depositi presso le Casse di Risparmio diminuirono invece leggermente passando da 12.397 a 12.380 milioni.

Cominciano ad essere noti i primi dati sulla attività dei Provveditorati del Mezzogiorno per i Lavori Pubblici, da poco istituiti. Essi hanno iniziato la loro opera col 1 settembre dello scorso anno. Quello che nel periodo dal 1 settembre al 31 dicembre 1925 assorbì la maggiore spesa per esecuzione di opere pubbliche, fu quello della Sicilia che ha eseguito pagamenti per 19 milioni; segue il Provveditorato per la Calabria che nello stesso periodo ha eseguito 15 milioni di pagamenti, e quello per gli Abruzzi e Molise con 9 milioni. La Sardegna ha nel quadrimestre assorbito 7 milioni e per la stessa somma si è presentata la Basilicata, mentre le Puglie e la Campania hanno ciascuna richiesto spese per 5 milioni.

Anche la ripartizione delle spese generali del bilancio dei Lavori Pubblici è una riprova dell'interessamento che il Governo prende in modo particolare per il Mezzogiorno. Infatti riferendosi ai dati relativi ai dieci mesi dal marzo al dicembre 1925, la spesa per opere straordinarie risulta di 975 milioni dei quali 224 milioni per ferrovie e 174 per opere stradali. Prescindendo dalle spese ferroviarie, che costituiscono un gruppo con caratteristiche particolari, i rimanenti 751 milioni furono ripartiti in modo che alle Provincie dell'Italia Meridionale toccarono 356 milioni ossia circa il 47% dello spesa totale.

A proposito di spese per la viabilità viene annunciata come de-

cisa e di prossima attuazione la istituzione di linee aeree commerciali. La prima linea eseguirà il percorso Genova-Roma-Napoli-Palermo compiendo in otto ore; a partire dal terzo mese di istituzione, la linea sarà giornaliera. Una seconda linea servirà il percorso Torino-Pavia-Venezia-Trieste che sarà eseguito in 4 ore. Sarà presto inaugurata la Brindisi-Atene-Costantinopoli, e seguirà poi la Milano-Torino-Ancona-Brindisi.

*

Le nostre Borse non hanno ancora trovato il loro assetto e perdurano nell'atteggiamento incerto ed oscillante che caratterizza ormai da parecchio tempo il nostro mercato dei titoli.

E' un susseguirsi di riprese di ottimismo e di ricadute pesanti che non permettono che si delinei una fisionomia definita nel corso delle contrattazioni.

Numerosi coefficienti sono intervenuti durante il mese i quali avrebbero dovuto influenzare beneficamente il mercato. Ricordiamo la riduzione del saggio d'interesse dei Buoni del Tesoro, effettuata proprio allo scopo di richiamare sui titoli industriali l'interessamento del capitale privato. Vi è ancora da notare la felice conclusione dell'operazione finanziaria coll'America, dell'Istituto per le Imprese di Pubblica Utilità. Le dichiarazioni del Ministro Volpi che delineavano l'indirizzo della politica monetaria del Governo, aliena in modo assoluto dall'inflazione ma d'altra parte elastica e prudenzialmente osservante dei bisogni temporanei del mercato, avrebbero pure dovuto essere scontate beneficamente.

Ma tutti questi coefficienti, uniti alle conferme continuate delle solide condizioni delle nostre industrie, hanno lasciato indifferente il mercato che sembra avere perduto ogni sensibilità ed ogni equilibrio, rimanendo in balia di tendenze momentanee, saltuarie ed opposte.

In queste condizioni ogni cronaca dell'andamento dei titoli perde significato ed importanza.

Sostenuti in generale i titoli di Stato che si sottraggono per lo più alle influenze del mercato e manifestano una certa tendenza a progredire.

Poco movimentati nel complesso i bancari che segnano spostamenti di limitata importanza. Così pure il comparto dei titoli meccanici e metallurgici, nei quali tuttavia si notano le liva particolarmente favorite e in deciso progresso.

Molto agitati si sono dimostrati i tessili i quali meglio degli altri titoli rispecchiano l'incerto andamento del mercato. Si sono avuti spostamenti notevoli e contraddittori in quasi tutti i titoli. Però l'intero comparto chiude in vivace ripresa.

Pure movimentato ed incerto il comparto dei titoli di trasporto, alcuni dei quali pesanti mentre altri progrediscono alquanto.

L'andamento dei titoli elettrici si può desumere dal solito specchietto mensile.

RENATO SAN NICOLO'.

Variazioni dei Titoli elettrici nel febbraio 1926.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	645	626	627
Conti	250	420	432	424
Vizzola	500	1350	1260	1200
Bresciana	100	223	216	215
Adamello	200	236	235	239
Unione Esercizi Elettrici	50	93	94	95
Elettrica Alta Italia	250	310	300	300
Officine Elettr. Genovesi	250	332	320	326
Adriatica	100	195	190	199
Negri	100	310	303	300
Ligure Toscana	200	283	280	286
Generale Elettr. della Sicilia	100	127	125	129
Elettrica Briochi	250	370	380	370
Emiliana Esercizi Elettrici	35	42	42	43
Idroelettrica Trezzo	250	390	390	390
Elettrica Valdarno	100	129	125	126
Tirso	250	241	220	220
Terni	400	477	475	475
Elettriche Meridionali	250	300	296	290
Idroelettrica Piemontese	125	194	192	188
Elettrica Sarda	100	178	178	178
Dinamo	100	125	120	119

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Isolatore a sospensione Passarin.

Il problema dell'isolamento delle linee ad altissima tensione, fu risolto in questi ultimi tempi, coll'impiego di isolatori a sospensione.

I vantaggi di detto impiego, sono così palesi che è superfluo il discuterli, per cui ci si limiterà solo ad elencare i principali.

1) Possibilità di adottare tensioni altissime (a tutt'oggi 220.000 volt) essendo gli isolatori a sospensione, costruiti con campane di materiale isolante aventi dimensioni molto limitate, e quindi di possibile fabbricazione tanto in porcellana quanto in vetro. (Le campane che costituiscono gli isolatori a perno, per 70-90.000 volt d'esercizio presentano delle difficoltà costruttive molto forti, da cui ne deriva anche uno scarto rilevante nella fabbricazione, rendendone elevato il costo).

2) In caso di guasto di uno ed anche due elementi della catena, l'esercizio della linea non viene interrotto, essendo l'isolamento calcolato con un certo grado di sicurezza, e potendo così eseguire il ricambio quando le esigenze del servizio stesso, lo permettono.

3) Semplificazione di approvvigionamento occorrendo un solo tipo di isolatore, pur avendo in funzione linee a tensioni differenti.

4) Possibilità di aumentare la tensione di una rete senza bisogno di smontare gli isolatori in opera, bastando l'aggiunta di altri elementi alla catena.

5) Maggiore resistenza al carico di rottura e di conseguenza la possibilità di costruire delle linee con conduttori pesanti e con campane più lunghe, senza dover ricorrere al doppio isolatore.

6) Minori rotture per il trasporto e montaggio, essendo meno fragili, avendo delle campane isolanti piccole e molto robuste.

7) Ricupero di materiale che si aggira intorno al 50 % del costo totale nel caso dell'isolatore a sospensione in questione, mentre negli isolatori perno il ricupero è assolutamente nullo.

La quota di ammortizzamento quindi per gli isolatori impiegati in una linea sarà molto minore. A tale proposito però bisogna tener presente che il suddetto ricupero non è uguale per tutti i tipi per cui avrà un pregio maggiore quello che darà di più.

Sono questi i principali pregi; molti altri sarebbero i secondari che fanno e faranno sempre più in seguito propendere per l'adozione degli isolatori a sospensione qualora la tensione di esercizio superi i 40.000 volt.

I tipi di isolatori a sospensione fino ad oggi studiati, sperimentati e messi in opera sono parecchi, però l'impiego in grandi e numerosi impianti testè in funzione hanno fatto apparire che il tipo migliore è l'isolatore comunemente chiamato «Cappa e perno».

Preso quindi come punto di partenza questo tipo si è concretato un isolatore «Ideale» o per meglio dire un isolatore teorico che avesse elettricamente e meccanicamente la massima efficienza senza tener conto alle eventuali impossibilità costruttive od a difetti pratici che un simile modello potesse avere.

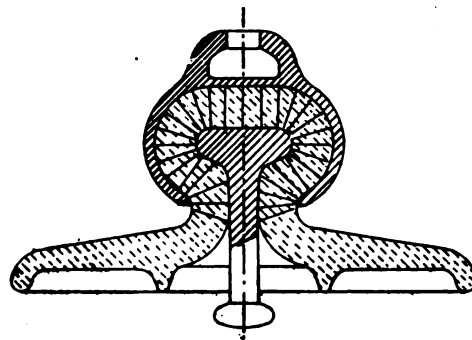


Fig. 1.

Questo isolatore è rappresentato dalla fig. 1, ed in esso si può osservare facilmente come elettricamente avrebbe una efficienza massima specie nei riguardi della perforazione ottenendosi in questo modo una grande ed uniforme ripartizione del campo elettrico fra il perno metallico centrale e la cappa esterna pure metallica avvolgente il perno stesso attraverso la testa della campana isolante costituente il dielettrico.

Difatti per ottenere un valore elevato nella tensione di perforazione è essenzialmente necessario evitare nell'isolatore zone di grande concentrazione delle linee del flusso dielettrico.

La superficie sferica è quella che dà una distribuzione migliore ed è per questo che nell'isolatore in questione si è ideato una tale forma evitando così sia nel dielettrico (Campana isolante) che nella armatura metallica (Cappa e perno) gli spigoli vivi o le curve a piccolissimo raggio.

Una forte concentrazione delle linee di flusso in un sol punto

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

della massa dell'isolatore provocata in quel punto un riscaldamento del dielettrico favorendo quindi la perforazione.

Per quanto riguarda il valore del potenziale necessario a produrre l'arco di scarica esterno in un isolatore esso dipenderà dalla forma più o meno grande che si vorrà dare alla campana isolante in modo che esso sia il più alto possibile.

A tale riguardo bisogna però tener presente che il suddetto valore deve avere un limite in relazione al valore della tensione di perforazione dell'isolatore stesso per cui ne viene di conseguenza che nell'isolatore in questione avendo quest'ultimo valore molto elevato anche il valore della scarica esterna di esso potrà essere altrettanto grande.

Meccanicamente questo isolatore «Ideale» avrebbe pure una grande efficienza poichè lo sforzo di trazione applicato al perno sarebbe trasmesso e distribuito con la testa di esso in una superficie molto ampia sulla testa della campana isolante trattenuta dalla cappa metallica in modo che detto sforzo di trazione applicato al perno finirebbe con il comprimere la parte isolante interposta.

Ora si sa benissimo che tutti i materiali solanti in genere, ed in special modo la porcellana, hanno valori di resistenza meccanica molto superiori alla compressione che a qualunque altro sforzo.

Non solo, ma questa forma speciale di isolatore farebbe sì che pur rompendosi per cause elettriche od accidentali o vandaliche la campana esterna, ben difficilmente si potrebbe danneggiare la testa di esso al punto di permettere lo sfilamento del perno ciò che farebbe cadere il conduttore con la conseguente interruzione dell'esercizio; mentre essendo la catena calcolata con un certo coefficiente di sicurezza, la linea potrebbe funzionare egualmente.

E' superfluo quindi dire le ragioni per le quali questo isolatore così come è rappresentato non sia possibile costruirlo.

Nel nuovo tipo di isolatore Passarin si è voluto quindi imitare il più possibile questo modello rendendo la sua costruzione pratica conservando al massimo la sua efficienza elettrica e meccanica semplificando inoltre la costruzione stessa allo scopo rispondesse così anche dal lato commerciale.

La fig. 2 rappresenta due elementi, uno in sezione e l'altro in vista del nuovo isolatore a sospensione.

L'impiego in opera di questi isolatori tipo «Cappa e perno» hanno fatto risaltare che gli inconvenienti maggiori sono dovuti al perno centrale ed è per questo che la maggiore attenzione fu messa per lo studio di questa parte di essenziale importanza.

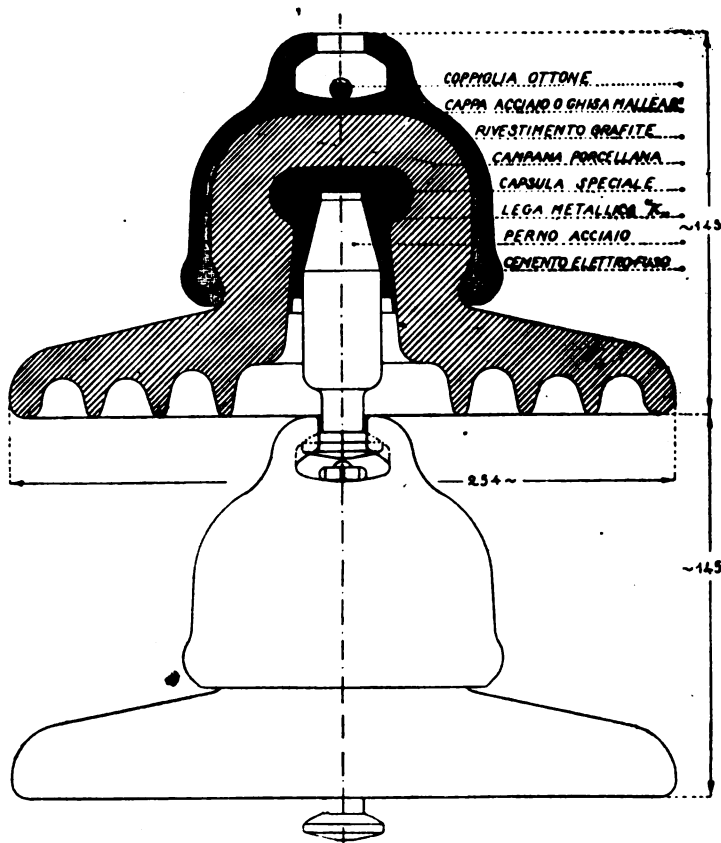


Fig. 2.

Come si vede detto perno viene applicato alla campana isolante senza il solito cemento o mastice che in pratica dette dei risultati tutt'altro che soddisfacenti e per la qual ragione furono ideati parecchi sistemi di fissaggio meccanici che però, data la loro complicazione e specialmente per la quasi impossibilità di ottenere nella fabbricazione della parte di porcellana delle forme sempre calibrate, non dettero sempre risultati molto soddisfacenti.

Si cercò quindi di studiare un tipo di perno che oltre ad avere le prerogative necessarie per un buon funzionamento fosse anche di facile e sicura applicazione nonchè di costo limitato.

La parte essenziale del nuovo perno consiste in una capsula elastica, plastica e refrattaria che dopo lunghe ricerche e prove si poté finalmente perfezionare al punto da renderla rispondente allo scopo.

Detta capsula è elastica allo scopo di poter essere introdotta nella cavità della testa della campana isolante mediante schiacciamento ed ulteriormente allargamento.

La sua superficie esterna sposerà quindi completamente la superficie di detta cavità. Internamente ed esternamente questa capsula viene prima dell'introduzione graffiata.

Le funzioni di essa sono principalmente: 1) permettere le dilatazioni termiche del perno stesso; 2) fare da coibente refrattario affinché la lega metallica «K» atta a fissare il perno durante la fusione non assoggetti la porcellana ad uno sbalzo di temperatura eccessivo; 3) impedire che le vibrazioni del perno si trasmettano alla campana isolante.

Non si crede necessario dover spiegare le ragioni per le quali debbano essere necessarie le due prime funzioni; in merito invece alla terza bisogna tener presente che per conservar inalterata la forma degli oggetti di porcellana in genere, si rende necessario che la cottura avvenga a temperatura notevolmente al di sotto del punto di fusione dei materiali di cui è formata. Da ciò si comprende come la porcellana non risulti formata da una sostanza omogenea, ma di un agglomerato di composti minerali amorfi e cristallini dispersi in un vetro che è il prodotto della fusione del felspario che vi è contenuto.

Riflettendo al fatto affermato da H. Le Chatelier (La Silice et le Silicat, Paris, pag. 240-241) che alla temperatura ordinaria tutti i vetri senza eccezione hanno tendenza ad assumere la forma cristallina, perchè allo stato amorfo non sono in perfetto equilibrio, e tenendo conto che laddove avviene questa trasformazione sono inevitabili delle piccole incrinature che favoriscono il così detto invecchiamento degli isolatori di porcellana è evidente che per assicurare la durata, occorre evitare che dopo la posa in opera gli isolatori siano soggetti a vibrazioni, poichè queste analogamente a ciò che è stato osservato coi metalli, accelerano la cristallizzazione.

Da ciò emerge la necessità che durante il funzionamento rimangano possibilmente immobili, perchè alle inevitabili tensioni interne dovute agli sbalzi di temperatura, non si aggiunga un'altra causa non meno temibile, che provoca le incrinature e la conseguente perdita del potere dielettrico.

Da quanto suesposto si può capire facilmente quanto sia grande l'importanza dell'applicazione di una capsula così formata che impedisce quindi e completamente le vibrazioni attraverso il perno generate dal conduttore di linea.

Il nucleo centrale sarà preferibilmente ricavato dalla barra di ferro omogenea mediante tornitura e non stampato poichè a parte la forma speciale che rende più facile ed economica la costruzione, per il fatto importante che la sua estremità atta ad agganciarsi con la cappa dell'isolatore sottostante deve avere una forma perfettamente regolare ed eguale per tutti e corrispondente alla sede di appoggio nella cappa dell'elemento sottostante.

Ciò perchè lo sforzo a cui è soggetto sia trasmesso e distribuito uniformemente in una superficie molto ampia, cosa questa che avviene raramente negli attuali isolatori a sospensione di questo tipo in commercio.

Il rigonfiamento centrale è stato fatto per avere meno materiale da asportare al tornio rendendo meno lunga e quindi meno costosa la lavorazione e perchè il volume della parte che si trova entro la capsula speciale fa richiedere meno quantitativo di lega metallica fusibile «K» che costa molto più del ferro omogeneo e perchè infine avendo il diametro così grande impedisce maggiormente il formarsi l'arco di scarica.

La testa di detto perno è stata fatta a gradini anzichè a tronco di cono affinché lo sforzo di trazione applicato ad esso sia trasmesso alla lega metallica che lo avvolge, in senso assiale senza alcuna componente laterale che tenderebbe a rompere la massa della suddetta lega formante un anello attorno al perno.

La lega metallica fusibile «K» sopra accennata è una lega speciale che pur avendo un grado di fusione che si aggira attorno ai 400°, ha un grado di durezza molto elevato per cui non subisce alcuna deformazione entro i limiti del carico di rottura dell'isolatore.

Una volta studiato il perno si cercò quindi di dare alla campana isolante la forma che maggiormente rispondesse alle esigenze meccaniche ed elettriche tenendo ben presente le difficoltà costruttive e ceramiche allo scopo di avere il minimo possibile di scarti nella fabbricazione e renderla quindi meno costosa.

Osservando il disegno si può vedere come il suo spessore sia pressochè costante e questo è un grande vantaggio per ottenere non solo una uniformità di ritiro ed una cottura pure uniforme del pezzo, ma anche per non avere una massa eccessiva ed inutile di porcellana che non avesse altro scopo di farne aumentare il costo.

Questo tipo di isolatore sarà costruito con campane diverse e precisamente quella normale di diametro 254 mm, quell'altra grande di 280 mm e la piccola di 170 mm (FF. SS.).

Per entrambi però le dimensioni della testa rimangono sempre le stesse e ciò lo si è fatto per avere sempre lo stesso carico di rottura alla trazione variando semplicemente i valori delle scariche a secco e sotto pioggia.

La tensione di perforazione sott'olio rimane pure invariata.

Altra ragione per la quale si è conservata la stessa forma della testa della campana isolante è per semplificare l'approvvigionamento delle parti metalliche da parte del fabbricante degli isolatori.

La cappa metallica sopracitata fu disegnata in modo d'avere la

massima efficienza meccanica ed elettrica e nello stesso tempo fosse di costruzione facile ed economica. Essa sarà od in acciaio stampato o fusa in ghisa malleabile e zincata.

Il fissaggio della campana isolante con la cappa metallica lo si ottiene mediante un cemento speciale fuso al forno elettrico che oltre a dare una grandissima resistenza non subisce alcuna dilatazione nè ritiro durante la presa, ed usando quelle norme attualmente in uso per questa operazione.

Allo scopo poi che detto cemento trattenga la campana isolante solo nella parte tronco conica affinché lo sforzo di trazione applicato al perno comprima come già detto il materiale isolante interposto prima della cementazione la testa dell'isolatore viene rivestita da una vernice a base di grafite ciò che serve anche a migliorare la ripartizione del campo elettrico.

Nel montaggio si curerà inoltre che il bordo inferiore della cappa non tocchi la campana isolante allo scopo di eliminare il già molto noto pericolo che le dilatazioni termiche della prima, faccia pressione e rompa quindi la campana isolante stessa.

Questo isolatore potrà infine avere la cappa anziché con l'attacco come segnato nella fig. 2, e comunemente chiamato ad orbita, con l'attacco ad alette (a forchetta) ma il primo sarà sempre da preferirsi per il fatto che con esso la distanza fra gli elementi sarà minore, ciò che dà una migliore distribuzione del potenziale nei vari elementi della catena e poi per eliminare il più possibile spigoli vivi che facilitano l'effluvio e l'addeccarsi dell'arco di scarica.

L'isolatore sopra descritto è nuovo inquantochè solo in questi giorni la Società Ceramica Richard-Ginori che ne ha la licenza di fabbricazione ha creduto opportuno di lanciarlo sul mercato, ma in realtà esso fu ideato quattro anni fa e nel frattempo si costruirono parecchie centinaia di campioni che furono sottoposti alle più svariate e rigorose prove di collaudo onde avere la certezza che il nuovo isolatore risponda veramente e completamente alle sempre più grandi esigenze tecniche degli attuali e nuovi impianti per trasporto d'energia ad altissima tensione.

La costruzione dei suddetti campioni costruiti dalla suddetta Società fece quindi accertare che il carico di rottura minimo garantito potrà essere di kg 5000 essendo quello reale superiore; che per le tensioni normali di esercizio di kV 50, 70, 90, 110, 130, 150, 220 saranno sufficienti rispettivamente per ogni catena di sospensione normale elementi: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12 aggiungendo uno o due elementi in più nelle catene di ammassaggio; ed infine che il prezzo di costo sarà all'incirca uguale agli isolatori simili aventi il perno cementato.

Così pure la ripartizione del potenziale nei vari elementi della catena si può calcolare eguale a quella dei buoni isolatori del genere attualmente sul mercato.

Nell'impiego in opera però sarà sempre opportuno sacrificare un po' l'arco di scarica e magari aggiungere per tale fatto un elemento in più usando anelli di guardia molto grandi ed avvolgenti completamente l'elemento vicino al conduttore e parte anche del sovrastante in maniera che i vari elementi della catena sieno sollecitati elettricamente con più uniformità.

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani. (*)

- N. 226014 — SIEMENS & HALSKE A. G.: Trasmissione attraverso linee telefoniche equipaggiate con amplificatori di impulsi di corrente continua per la selezione. — 10-11-1923.
- N. 228464 — La stessa: Dispositivo per trasformare oscillazioni meccaniche in oscillazioni elettriche. — 7-3-1924.
- N. 199856 — VOGEL L.: Machine à influence pour l'obtention de l'électricité atmosphérique. — 25-6-1921.
- N. 202217 — WESTERN EL. IT.: Perfectionnements apportés dans les bureaux centraux téléphoniques du type automatique ou semi-automatique. — 9-9-1921.
- N. 228553 — La stessa: Perfezionamenti negli apparecchi regolatori di voltaggio. — 11-3-1924.
- N. 202239 — WESTINGHOUSE AIR BRAKE Cy: Perfezionamenti riguardanti accoppiamenti elettrici automatici. — 12-9-1921.
- N. 176042 — BRITISH (The) WESTINGHOUSE EL. and MANUFACTURING Cy: Perfezionamenti negli apparecchi di protezione per dinamometri elettrici. — 11-6-1919 (Cpl).
- N. 196190 — GRIMALDI E.: Appareto elettro-magnetico per segnale o suoneria d'allarme a corrente alternata monofase. — 18-3-1921 (Cpl).
- N. 196917 — Mc. CAA GALEN D.: Procédé et appareil pour la communication électrique. — 12-3-1921 (Cpl).

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20 % di sconto sulle tariffe normali, sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali).

- N. 228244 — MOCCI A.: Dispositivo che utilizza la linea luce stradale e forza elettrica a corrente continua comunque generata terrestre e navale per alimentare i filamenti e gli anodi dei triodi nei ricevitori e nei trasmettitori radiotelegrafici, radiotelefonici e negli apparecchi radiologici. — 29-2-1924 (Cpl).
- N. 196789 — POLI C.: Reometro per correnti elettriche alternate. — 31-3-1921 (Cpl).
- N. 195743 — POUCHAIN A.: Accumulatore elettrico con negativo di zinco. — 10-2-1921 (Cpl).
- N. 194672 — SIEMENS-SCHUCKERT WERKE GESELL. mit BESCHRAENKTER HAFTUNG: Disposizione per produrre la corrente di messa a terra di reti ad alta tensione. — 28-1-1921 (Cpl).
- N. 195287 — TELEPHON APPARAT-FABRIK E. ZWIETUSCH e C. G. m. b. H.: Striscia di molle di contatto per uso nei telefoni. — 10-2-1921 (Cpl).
- N. 226271 — WESTERN EL. IT.: Perfezionamenti nei dispositivi di commutazione. — 23-11-1923 (Cpl).
- N. 228381 — SERPIERI M.: Apparecchio elettrografico per strumenti musicali a tastiera. — 4-3-1924.
- N. 228479 — WESTERN ELECTRIC ITALIANA: Perfezionamenti nei dispositivi per la trasmissione dell'energia meccanica di vibrazione. — 8-3-1924.
- N. 228851 — ALBERTI F.: Lampada incandescente «sistema Alberti» a doppio filamento commutabile. — 15-3-1924.
- N. 228734 — BARBIER E. L.: Dispositivo generatore di gas combustibile. — 6-3-1924.
- N. 228363 — CANDLES Ltd (Soc.): Perfezionamenti alle candele. — 26-2-24.
- N. 197788 — CARLETTI A.: Lampada elettrica ad incandescenza ad irradiazione uniforme. — 27-4-1921.
- N. 221144 — CASTIGLIONI A.: Raccordo ad anello per portalampade. — 23-5-1923.
- N. 187999 — COMPAGNIE FRANCAISE pour l'EXPLOITATION DES PROCÉDES THOMSON HOUSTON: Perfectionnements aux filaments de lampes à incandescence. — 30-6-1920.
- N. 188003 — La stessa: Perfectionnements au façonnage des filaments pour lampes à incandescence. — 30-6-1920.
- N. 188010 — La stessa: Mode et appareil d'enroulement des filaments, et en particulier des filaments de lampes. — 30-6-1924.
- N. 188014 — La stessa: Perfectionnements aux appareils de projection. — 30-6-1924.
- N. 188015 — La stessa: Perfectionnements à la fabrication des lampes à incandescence. — 30-6-1920.
- N. 188016 — La stessa: Perfectionnements aux machines automatiques pour le soufflage du verre. — 30-6-1920.
- N. 228453 — DE FELSZEGI A.: Perfezionamenti nel processo di rigenerazione delle lampadine elettriche. — 27-2-1924.
- N. 203823 — DI NOBILI G.: Lampadina elettrica a filamento ricambiabile con semplice cacciavite e dal consumatore stesso. — 6-10-1921.
- N. 227833 — DI STEFANO R. & F.: Braccio portalampada sistema Distefano. — 4-2-1924.
- N. 228599 — DONNAZZOLI F. & MONESE R.: Lampada elettrica ad incandescenza con filamento in gas inerte e bulbo nel vuoto. — 6-3-1924.
- N. 201927 — KIMBALL E. B.: Perfezionamenti ai dispositivi di accensione e di comando per generatori e becchi ad idrogeno. — 26-8-1921.
- N. 228220 — LIENFELD J. E.: Dispositivo di accensione elettrica. — 27-2-24.
- N. 201995 — MAIN O. & GIACOMAZZI O.: Lampada ad istantanea accensione automatica in sostituzione della luce elettrica nelle interruzioni di corrente. — 1-8-1921.
- N. 202758 — MARZOLINI M.: Innovazioni negli apparecchi ad arco per cinematografia. — 13-9-1921.
- N. 228624 — NAAMLOOZE VENNOOTSCHAP PHILIP' GLOEILAMPEN-FABRIKEN: Dispositivo per ottenere un'illuminazione a colore variabile. — 11-3-1924.
- N. 202045 — NAPPI S.: Lumini di paraffina od altro, torniti con rilievi ed incavi sulle facce parallele ottenute al tornio e sigle dell'inventore sulla faccia cilindrica. — 31-8-1921.
- N. 202268 — NISHIMOTO K.: Lampada elettrica ad incandescenza riempita di gas. — 16-9-1921.
- N. 228833 — PIRO R.: Perfezionamenti nei lumini di cera intesi principalmente a migliorare la combustione, il rendimento ed evitare rotture nei bicchieri destinati a contenerli. — 6-3-1924.
- N. 226513 — RISLER J.: Sistema di illuminazione e di pubblicità luminosa. — 18-12-1923.
- N. 227849 — SCHMIDT F. P.: Generatore d'acetilene ad alta pressione. — 6-2-1924.
- N. 228831 — SOC. AN. ESERCENTE OFF. GALILEO: Perfezionamenti nei proiettori con distribuzione uniforme di temperatura nei vari meridiani dello specchio. — 14-3-1924.
- N. 185980 — TERROLLION J.: Veilleuse s'appliquant à un bec à pétrole. — 25-6-1920.
- N. 201937 — THIBAUT G. J. H.: Lampe intégrale au carbure à réglage automatique. — 27-8-1921.
- N. 228776 — URTIS S. & L.: Dispositivo autoregolatore di produzione di gas acetilene. — 21-2-1924.
- N. 226091 — ROSTAING P.: Perfezionamenti apportati alla fabbricazione di tubi del fumo per lampade a petrolio od altri combustibili analoghi. — 17-11-1923 (Cpl).
- N. 196001 — SERNICOLI A. & ANSELMINI A.: Lampada per teatri di posa cinematografica a luce artificiale. — 5-4-1921 (Cpl).
- N. 228703 — BORDONI A.: Bollitore elettrico bifase e trifase applicabile alle macchine per la preparazione del caffè espresso. — 3-3-1924.
- N. 202778 — CELLI G.: Perfezionamenti negli apparecchi per riscaldare liquidi mediante l'elettricità. — 16-9-1921.
- N. 203044 — DI FENZA A.: Accenditore elettrico per fornelli a gas. — 7-9-21.
- N. 203300 — F.I.A.T.: Voltino a circolazione d'acqua per la porta di caricamento per forni elettrici. — 23-12-1921.
- N. 203283 — GANDINI A.: Forno elettrico per la grafittazione di elettrodi di carbone. — 9-2-1922.
- N. 202030 — GIAMBROCONO A.: Asciugacapelli elettrico con ventilazione a mano. — 3-8-1921.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXX RIUNIONE DELL'A. E. I.

NAPOLI - 7-13 Ottobre 1925

Verbale della 1ª seduta

8 ottobre 1925 - ore 9

Presidente: Apro la seduta dando innanzi tutto comunicazione del telegramma di S. E. Belluzzo, pervenuto ieri sera tardi per un disguido telegrafico.

« Dolente non poter presenziare inaugurazione Congresso, invio a voi carissimi colleghi elettrotecnici mio saluto e l'augurio migliore per la riuscita dei vostri studi e lavori utili alla scienza ed alla economia nazionale. »
Ministro Economia Nazionale
« BELLUZZO ».

Io non posso che esprimere il mio vivo compiacimento e propongo di rispondere in questi termini:

« Il saluto di V. E. è giunto graditissimo questa Associazione che nell'aprire suoi lavori invia illustre Consocio fervido augurio affinché gli sia consentita realizzazione suoi vasti piani tendenti portare economia nazionale grandioso sviluppo che assicurerà all'Italia le sue maggiori fortune. »
« Presidente: SARTORI ».

(L'Assemblea approva).

Comunico che S. E. il Ministro dei Lavori Pubblici si è compiaciuto di farsi rappresentare dal Comm. Ing. Ferdinando Alfinato, Ispettore del Genio Civile. Il compiacimento è vivissimo in quanto la presenza di tale alta Personalità conferisce maggiore importanza ai nostri lavori.

Prima di iniziare le discussioni delle nostre memorie devo esprimere l'espressione dell'alto compiacimento che ho provato nel vedere il numero grandissimo di memorie che sono state presentate nell'odierno Congresso. Alcune di queste memorie sono di straordinaria importanza: e mi compiaccio anche perchè, come si è verificato anche lo scorso anno, ho visto molti giovani presentare delle memorie molto interessanti. E' tanta la materia da discutere, che in un primo tempo mi sono domandato se non fosse il caso di dividere il nostro Congresso in due sezioni, senonchè è forse meglio almeno per oggi non prendere nessuna decisione al riguardo, salvo a vedere alla fine della giornata, o all'inizio di domani se non sia il caso di suddividere il nostro lavoro in maniera che una delle Sezioni possa lavorare indipendentemente dall'altra.

Inoltre sarei del parere, almeno per quanto concerne la prima parte, di pregare gli oratori Sarli, Pellizzari, Soleri, di volere successivamente riferire brevemente sopra le relazioni presentate; salvo poi a discuterle in blocco perchè ci sono argomenti comuni alle varie relazioni.

Prego l'Ing. Sarli di volere riassumere brevemente la sua relazione.

Sarli: Nella mia relazione ho esposto brevemente la parte tecnica e pratica della questione riguardante la conversione industriale delle frequenze.

In questo lasso di tempo non si sono avute novità radicali nelle costruzioni di macchine elettriche impiegate per la conversione della frequenza, ma se i dispositivi sono restati immutati, la loro importanza è per contro di molta accresciuta.

Pur sapendo di non poter dire cose nuove, ho accettato l'invito non fosse altro che per impostare nuovamente il problema e per provocare una discussione fra i costruttori di macchine ed i Colleghi che esercitano gli impianti elettrici, nella fiducia di interpretare così il desiderio dei Signori Ordinatori del programma di questa nostra riunione.

Perciò classificherò i convertitori di frequenza in tre categorie:

- 1) Gruppi collegati in cascata o convertitori di frequenza propriamente detti (frequency-converter; Perioden-unformer);
- 2) Gruppo motori generatori;
- 3) Gruppi speciali.

Nota infine che non tratterò dei convertitori di frequenza nei quali l'energia viene convertita mediante trasformazioni esclusivamente elettromagnetiche anzi esclusivamente statico-elettromagnetiche, non avendo ancora avuto questi apparecchi larga applicazione commerciale.

Convertitori di frequenza propriamente detti. — Non mi dilungherò sulla teoria di questi convertitori di frequenza essendo essa acquisita alla pratica ordinaria della calcolazione delle macchine asincrone.

Dalle fondamentali caratteristiche del motore a campo Ferraris

emergono senz'altro le modalità di applicazione di questo tipo di macchina alla conversione della frequenza.

Riguardo all'applicazione dei convertitori di frequenza propriamente detti, posso dire che, almeno per quanto mi risulta, in Italia non si hanno importanti impianti del genere. Per contro in America questo tipo è stato sviluppato.

Un imponente convertitore di frequenza è installato uno dalla United Electric Light & Power Company, New York, e un altro analogo dalla East River Station di New York, e costruiti dalla General Electric Co.

Questi convertitori di frequenza collegano la rete a 60 periodi con quella a 25 periodi.

La macchina convertitrice è della rilevante potenza di 40.000 kW ed è collegata con l'avvolgimento statico alla rete a 60 periodi e con quello rotorico alla rete a 25 periodi.

La macchina sincrona a 25 periodi ha la potenza di 25.000 kVA. Il trasformatore in aria, a ventilazione forzata, ha la potenza di 18.500 kVA. L'avviamento del gruppo avviene per mezzo di un motore ad induzione della potenza di 1.600 HP.

Veniamo ai gruppi motori generatori, trattando prima dei gruppi sincroni.

Questi gruppi sono costituiti da due macchine sincrone accoppiate meccanicamente le quali hanno un rapporto del numero dei poli uguale a quello delle due frequenze da convertire.

Il collegamento delle due reti per mezzo di questi tipi di convertitori di frequenza è rigido, la trasmissione dell'energia da una rete all'altra può avvenire indifferentemente nell'uno o nell'altro senso e può essere regolata soltanto agendo sui regolatori dei motori primi. La messa in esercizio di un gruppo solo non offre difficoltà, riducendosi le manovre a quelle ordinarie per l'avviamento e messa in parallelo delle macchine sincrone. Ma l'allacciamento di gruppi successivi può dar luogo a difficoltà se non si ricorre ad opportuni accorgimenti.

Passiamo brevemente in rassegna le più importanti installazioni italiane di macchine sincrone per la conversione della frequenza.

1. — Centrale Idroelettrica di Robbiate.
2. — Centrale di Predare, della Società Idroelettrica dell'Ozola. Si hanno due gruppi da 6000 kVA e due gruppi da 9000 kVA a 500 giri, costituiti da macchine sincrone a 42 e a 50 periodi.
3. — Gruppo sincrone installato a Varzo dalla Società Dinamo da 3000 kVA, 500 giri che converte la corrente a 3000 volt, 42 periodi in corrente a 3700 volt, 16 periodi.
4. — Gruppo sincrone installato a Ravenna dalla Società Romanola.

5. — Vi sono in costruzione due gruppi sincroni per la Centrale di Farneta della Società Emiliana, ciascuno così costituito: Turbina idraulica-macchina sincrona di 12.000 kVA a 10 poli per 42 oppure 50 periodi e velocità di 504 ovvero 600 giri-macchina sincrona da 12.000 kVA, 12 poli per 42 o per 50 periodi e velocità di 420 o 500 giri-turbina idraulica, con l'interposizione di tre giunti elettromagnetici.

Gruppi asincroni. — Invece di gruppi sincroni possono essere impiegati, quali convertitori di frequenza, anche i gruppi asincroni. Questi sono costituiti da una macchina asincrona accoppiata ad una macchina sincrona che in qualche caso può essere anche asincrona.

I gruppi così composti hanno la velocità che varia col carico corrispondentemente allo scorrimento della macchina asincrona. Nelle nostre reti questi gruppi hanno avuto ed avranno parecchie applicazioni e credo che valga la pena di soffermarvisi un istante.

Per la conversione della frequenza 50 o 42 in frequenza a 16,6 periodi per le reti ferroviarie, riteniamo che i gruppi asincroni possono essere convenientemente impiegati, sia perchè le reti ferroviarie sono di potenza piccola rispetto alle reti di altra frequenza, sia perchè per la frequenza ferroviaria si può più facilmente consentire qualche lieve variazione. Inoltre quando si tratta di centrali di confine fra zone di frequenze diverse funzionanti in parallelo con reti a 50 e 42 periodi e si voglia fornire energia alla rete ferroviaria, la macchina asincrona del gruppo convertitore può essere facilmente predisposta per un duplice numero di poli, collegando gli elementi dell'avvolgimento statico e rotorico in modo da ottenere praticamente la stessa velocità angolare sia inserendo il motore sulla rete a 50 periodi, sia inserendolo sulla rete a 42 periodi.

Si ha in tal modo la possibilità di « ampliare » le stazioni di conversione di frequenza dando loro la possibilità dello scambio di energia fra le tre reti a frequenze diverse.

La Edison ha nella sottostazione di Arquata Scrivia, tre gruppi composti ciascuno di una macchina asincrona di 8700 HP, 6000 volt, 495 giri, 50 periodi, accoppiata ad una macchina sincrona di 8600 kVA, 4.000 volt, 16,5 periodi. Ambo le macchine sono del tipo chiuso e ventilazione forzata.

Vi è pure in costruzione un impianto di conversione per la Società Idroelettrica dell'Ozola. In questo impianto il gruppo si compone di quattro macchine coassiali disposte in questo ordine: Turbina idraulica, macchina asincrona, macchina sincrona, turbina idraulica, con interposizione di tre giunti elettromagnetici.

Gruppi speciali. — In questa categoria comprendiamo quei dispositivi di conversione di frequenza i quali, pur avendo caratteristiche sostanzialmente analoghe a quelle dei gruppi delle categorie precedenti, si differenziano da essi, alcuni perchè devono soddisfare a speciali esigenze di servizio, altri perchè presentano organi di regolazione tendenti ad eliminare qualcuna delle manchevolezze degli altri tipi di convertitore.

Fra i gruppi speciali quelli che hanno trovato una importante

applicazione anche per potenze rilevanti sono i gruppi asincroni provvisti di un organo il quale permette di migliorare il rendimento complessivo del sistema nonché il fattore di potenza e rende altresì facilmente sopportabili variazioni di frequenza. Ciò si ottiene collegando un motore a collettore in cascata col motore principale. Quando le reti sono soggette a forti variazioni di frequenza il gruppo asincrono può regolare le conseguenti variazioni di carico variando la resistenza del circuito del rotore cioè con l'inserzione di un regolatore di scorrimento il quale può essere regolato a mano; il suo intervento però è legato al consumo di energia. Se invece del regolatore di scorrimento si impiega un motore a collettore in cascata, la regolazione può avvenire automaticamente e senza grandi perdite di energia.

In Italia un convertitore di frequenza di questo tipo fu installato nella sottostazione di Bardonecchia delle Ferrovie dello Stato e costruito dal Tecnomasio Italiano Brown Boveri. I tre gruppi, ognuno della potenza di 2000 kVA, vengono impiegati per collegare, a scopo di scambio di energia fra la rete a 50 periodi del Municipio di Torino e gli impianti a 16 periodi della Maira collegati alla rete ferroviaria.

Gruppi invece che rendono possibile di mantenere a qualunque carico la costanza del rapporto delle frequenze delle due reti senza a sua volta richiedere nessuna relazione fissa fra le frequenze stesse sono stati costruiti dalla General Electric Company. Due gruppi di questo tipo sono stati installati recentemente dalla Rochester Gas and Electric Corporation. Essi collegano la rete della Rochester a 60 periodi con quella della Niagara Lioport and Ontario a 25 periodi. Sono previsti per una variazione complessiva del 9 per cento della frequenza delle due reti. Ciascun gruppo è composto da un motore asincrono a 4 poli da 8500 HP, 11.000 volt, 25 periodi, accoppiato ad una macchina asincrona a 10 poli da 7500 kVA, 11.000 volt, 60 periodi. Il gruppo a vuoto ha la velocità di 750 giri. Secondo la frequenza della rete a 25 periodi il motore funziona al disopra ed al disotto del sincronismo. Il gruppo regolatore è composto da un motore a collettore da 300 kW direttamente accoppiato al gruppo principale e la regolazione del campo avviene per mezzo dell'ohmic-drop-exciter.

Campo di applicazione e considerazioni comparative. — Il problema della conversione di frequenza si presenta con carattere differente a seconda delle frequenze esistenti nei vari paesi. Noi tratteremo il problema per quanto riguarda l'Italia ed accenneremo solo brevemente al problema così come si presenta in America.

In Italia i problemi sono così impostati:

a) Conversione di energia da 50 a 42 periodi e viceversa.
b) Conversione di energia da 50 o rispettivamente 42 periodi in 16,6 periodi e viceversa.

a) Per la conversione delle due frequenze 50 e 42 quando non si hanno brusche oscillazioni di frequenza ed il rapporto $42:50 = 0,84$ è praticamente costante, i gruppi sincroni sono molto adatti.

La velocità più adatta è $n = 500$ giri con macchine sincrone a 12 poli per i 50 periodi e 10 poli per la macchina a 41,7 periodi.

Non intendo indugiarmi sui criteri che deve seguire il progettista e la Società di distribuzione nello stabilire la portata da assegnare a questi « ponti o nodi di conversione » e i luoghi più adatti per la loro installazione; a me interessa piuttosto stabilire se la tecnica sia o no in grado di risolvere il problema elettromeccanico. Allo stato attuale della tecnica si può con sicura coscienza rispondere affermativamente. Il problema della conversione di frequenza per tutti i casi e per i limiti di potenza praticamente richiesti, può essere sempre risolto convenientemente dai costruttori i quali, nella progettazione dei gruppi di conversione, hanno la gradita sensazione di vedere come in una fantasmagoria passare in rassegna pressoché tutti gli svariati tipi di macchine di cui la tecnica oggi dispone, con le loro qualità buone e cattive.

L'America, come abbiamo visto, ha già fatto un passo gigantesco installando convertitori di frequenza della potenza di 40.000 kW; noi in Italia con l'installazione dei gruppi asincroni di Arquata e dell'Ozola avremo forse costruito i più potenti motori a campo Ferraris esistenti in Europa.

Formulo l'augurio che, attesi i risultati degli impianti in corso, venga data a noi, anche per potenze rilevanti, la possibilità di poterci misurare con i costruttori di altri paesi.

Presidente: Ringrazio il Relatore e dò la parola all'Ing. Pellizzari.

Pellizzari: Premetto che la mia memoria non è stata compilata per questa sede, ma bensì originariamente per il Congresso dell'A. E. I. E tenutosi a Torino nell'ottobre dello scorso anno. Successivamente con alcune modificazioni ed aggiunte è stata presentata alla Conferenza di Parigi di quest'anno e nella medesima forma è stata ora pubblicata sulla Rivista e distribuita ai colleghi.

Devo quindi far notare che nella relazione letta l'anno scorso concludevo con la presentazione, a nome anche della Prima Commissione permanente dell'A. E. I. E. di cui ero relatore, di proposte concrete circa l'indirizzo generale da seguire per le interconnessioni di regioni alimentate attualmente a frequenza diversa.

Tale conclusione è stata tolta dalla relazione presentata a Parigi perché non era quella sede appropriata per discutere questioni di carattere nazionale, e conseguentemente non è neppure riportata nella relazione distribuita.

Gradirei invece che un'ordine del giorno analogo, che presenterò al termine di questo mio riassunto, venga discusso nel Congresso dell'A. E. I. come l'anno scorso sono state dal Congresso dell'Associazione Esercenti Imprese Elettriche, discusse ed approvate, di massima, le conclusioni a cui ero giunto.

Venendo alla mia memoria, tralascio di riassumere la descrizione dei vari mezzi di cui disponiamo per convertire elettricamente energia elettrica ad una data frequenza in energia elettrica a frequenza diversa. Tale argomento è già stato trattato in questo Congresso dal Relatore e non farei che ripetere cose già note. Così pure tralascio la elencazione degli impianti eseguiti od in progetto. Dirò solo, riferendomi alla terminologia del Relatore che i convertitori di frequenza propriamente detti sono stati da me rappresentati con lo schema 4°; i gruppi sincroni motori generatori con lo schema 1°; i gruppi asincroni motori generatori con lo schema 2°; i casi da me rappresentati con gli schemi 3°, 3'', 5° e 6° sono stati considerati dal Relatore fra i gruppi speciali.

Desidero invece fare alcune osservazioni sulla relazione dell'Ing. Sarli e procederò con ordine.

Incomincio col notare che non è stato fatto alcun cenno alla frequenza 45 che *pur troppo* si è venuta ad aggiungere alle due frequenze finora quasi esclusivamente impiegate. Essa ha incominciato fin da parecchi anni or sono a far capolino a Roma; ma ora è stata adottata in tutta l'Italia Meridionale.

Ho detto *pur troppo* perché essa è una frequenza che male si presta agli scambi con reti a frequenza diversa. Infatti, non volendo ricorrere a gruppi speciali di conversione per passare dai 45 periodi rispettivamente ai 16,85; 50; o 41,5 periodi bisogna ricorrere a macchine a 16,18, oppure 24 poli, che evidentemente risultano molto costose. Sarebbe forse stata preferibile l'adozione di macchine calcolate per 45 periodi ma capaci di funzionare anche a 42 periodi oppure a 50; ma decidendosi in pari tempo per l'adozione di una di queste due frequenze. Siamo a Napoli e quindi credo che potremo avere facilmente la spiegazione del perché tale scelta è stata fatta e sapere se essa si deve considerare come definitiva o non piuttosto come un primo passo verso il 50° periodi.

E' accennata dal Relatore l'eventualità che in un futuro non lontano possano avvenire scambi fra gli Impianti del Trentino, dell'Adamello e della Valle d'Aosta, con quelli della Terni, della Sila, ecc. Gli scambi Adamello-Terni, attraverso la rete del Valdarno e la Centrale di Predare dell'Ozola avvengono già da alcuni anni.

A proposito del convertitore di frequenza è detto che esso ha nel complesso le caratteristiche di una macchina sincra. Ciò è vero, ma dipende non dal convertitore asincrono propriamente detto, ma dal motore sincro che nel caso considerato fornisce la potenza meccanica. Se in luogo del motore sincro si avesse un motore di altro tipo, per esempio, a corrente continua, o anche, se si volesse, un motore primo, si potrebbe avere la regolazione del rapporto di conversione. E' appunto ciò che avviene nei gruppi di Dalmine della Società Adamello che sostanzialmente si possono considerare convertitori di frequenza propriamente detti. Essi sono rappresentati nello schema 5°. Naturalmente la potenza meccanica non è somministrata da un motore sincro e viene a mancare la possibilità di compensare il fattore di potenza della macchina. E' bene notare che con questo tipo di macchine, particolarmente se impiegate per la conversione di due frequenze non molto dissimili, come possono essere i 42 ed i 50 periodi, occorrono dei speciali ventilatori perché il rotore del convertitore gira ad una velocità pari alla differenza delle due velocità di sincronismo che competerebbero alla stessa macchina, se funzionasse come motore ad induzione, alle due frequenze in parola.

Nella tabella che dà la velocità angolare dei gruppi sincroni motori-generatori in relazione alle frequenze ed al numero dei poli è stato omissa la velocità di 500 giri che si può avere con convertitori da 50 a 16,7 periodi e rispettivamente con 2 e 4 poli. La velocità di 500 giri è infatti la più conveniente perché può servire per tutte e tre le frequenze 50,42 e 16,7. Non serve invece per i 45 periodi.

Secondo il testo della relazione sembrerebbe che nel caso del funzionamento in parallelo di più gruppi sincroni lo spostamento angolare dello statore sia indispensabile per permettere di allacciare il generatore del secondo gruppo. Tale spostamento è indispensabile per permettere di regolare la ripartizione del carico fra i gruppi; ma il non poter ripartire il carico non rappresenta un inconveniente tale da impedire il regolare funzionamento dei gruppi stessi. Nella Centrale di Predare dell'Ozola, in servizio da quattro anni, sono installati due gruppi da 6000 kVA e due da 9000 kVA, tutti senza spostamento angolare dello statore, e non si è mai lamentato alcun inconveniente in dipendenza di ciò.

Fra le varie possibilità di funzionamento del nuovo gruppo che l'Ansaldo sta costruendo per la Centrale di Ligonchio dell'Ozola, vi è anche questa, che sarà anzi probabilmente la condizione normale di funzionamento: Turbina I staccata (giunto I disinnestato); gli altri giunti serrati, in modo che la rete ferroviaria possa essere alimentata contemporaneamente da due fonti di energia elettrica, a 42 periodi oppure a 50 periodi, ed idraulica.

Ritornando ora alla mia memoria dirò che ho ricordato anche gli scambi indiretti che si possono avere fra le zone alimentate a frequenza diversa attraverso centrali in cui sia installato macchinario capace di funzionare alle due diverse frequenze considerate. Primo esempio tipico quella della Sip-Breda.

Ho qui riprodotto il diagramma degli scambi avvenuti attraverso la centrale di Predare negli anni 1922, 23 e 24, ed ho fatto una valutazione della energia convertita oggi annualmente a scopo industriale, energia che ho stimato approssimativamente in 65.000.000 kWh, quantitativo che non rappresenta se non il 1,3% circa del quantitativo totale di energia annualmente prodotta in Italia, oggi valutato in 5,5 miliardi di kWh. Naturalmente il quantitativo totale di energia convertita sarà suscettibile di incrementi futuri, ma rappresenterà però

sempre una minima percentuale del quantitativo complessivo di energia prodotta in Italia.

Leggo quindi le conclusioni a cui sono giunto:

Sono a tutti noti, e non è qui il caso di ripetere i vantaggi e gli inconvenienti della unificazione delle frequenze, e si possono facilmente prevedere le difficoltà sia di ordine tecnico, sia di ordine economico, che si dovrebbero superare all'atto del trapasso. La nostra industria ha vinto delle difficoltà anche più notevoli e non si spaventerebbe certo del problema della unificazione delle frequenze se si dimostrasse la necessità di affrontarlo, sicura di raggiungere lo scopo con la cooperazione di tutti gli interessati: produttori, distributori, ed utenti.

Viene però spontaneamente la domanda: è realmente il vantaggio che potrebbe derivare dalla unificazione delle frequenze tale da giustificare l'onere che dovrebbero sostenere una gran parte degli esercenti e degli utenti?

Deve il fatto, certamente increscioso, della esistenza in Italia di più frequenze industriali, ritenersi di impedimento a quegli scambi di energia che si rendono sempre più convenienti e necessari per la economia generale del Paese?

Il problema posto nei suoi giusti termini è questo: l'Italia è elettricamente divisa in sette od otto regioni a frequenze diverse (42, 45 e 50); fra queste regioni devono effettuarsi scambi di energia che possono essere notevoli, considerati a sè, pur rappresentando una piccola percentuale della totalità dell'energia prodotta. Per ovvia legge naturale, questi scambi si avviano secondo le linee più brevi e più convenienti che collegano i baricentri della produzione delle varie regioni. Trascurando i casi speciali di minore importanza e gli scambi con le reti elettriche delle ferrovie, di cui non è qui il caso di occuparci, si può dire che il caso generale da considerare è quello di scambi fra grandi regioni i cui baricentri si trovano a distanze dell'ordine di centinaia di chilometri. Scopo dell'unificazione delle frequenze, è quello di evitare di dover ricorrere alla creazione di speciali nodi di conversione, ma è questo tecnicamente necessario, quando la tecnica stessa ci insegna e la pratica ci conferma che la differenza di frequenza è un ostacolo ormai superato?

Dobbiamo quindi esaminare, dal solo punto di vista economico, l'opportunità della costruzione delle stazioni di conversione: ma è necessario rilevare che il maggior costo di una stazione di conversione rotante rispetto a quello di una semplice stazione di trasformazione non pesa nella misura che a tutta prima potrebbe sembrare, perchè è ormai confermato dall'esperienza che dovendosi procedere a rilevanti forniture di energia a distanza di centinaia di chilometri, come ora correntemente si richiede e si fa, si rende necessario sia per il miglioramento dell'esercizio, sia anche per l'economia ed il miglior impiego del rame di trasporto, il creare una stazione di rifasamento in prossimità delle utenze, rifasamento che si può ottenere con alcuni dei sistemi di conversione accennati ma che particolarmente con i gruppi sincro-sincrono, che sono certamente i preferibili ove è possibile, si può avere in modo semplicissimo.

Pare quindi si debba concludere che non derivando dalla unificazione delle frequenze visibili vantaggi economici, non si senta la necessità in Italia della unificazione stessa.

Ed ora propongo che venga discusso e, se il Congresso lo riterrà, approvato il seguente ordine del giorno, che dovrebbe essere trasmesso alle competenti Autorità Governative, nella speranza che il problema della unificazione delle frequenze venga definitivamente abbandonato.

« Tenuto presente:

« a) l'esistenza in Italia di zone a contorni ormai abbastanza bene definiti a frequenze diverse;

« b) la possibilità che si ha di eseguire fra di esse scambi di energia anche in quantità rilevante e in modo da poter soddisfare a speciali esigenze;

« c) la limitata quantità di energia che viene scambiata e che si prevede di dover anche per l'avvenire scambiare tra zone a frequenze diverse in confronto della totalità dell'energia prodotta in Italia;

« d) la opportunità di avere sulle linee di grande comunicazione delle stazioni di rifasamento, per cui bene si prestano le stazioni di conversione;

« e) il grave onere che dovrebbe essere sostenuto dai produttori di energia e dagli utenti nel caso di mutamento generale della frequenza.

« Tutto ciò considerato:

1) Si ritiene non necessario, e quindi nelle condizioni attuali degli impianti, inopportuna, l'unificazione delle frequenze industriali in Italia;

2) E' consigliabile che i nuovi impianti, in prossimità dei confini di zona, abbiano il macchinario sia idraulico o termico, sia elettrico, capace di funzionare bene tanto a frequenza 42 quanto a 50 ».

Presidente: Dò la parola al Prof. Soleri.

Soleri: Signori! Questa mia comunicazione alla presente riunione non doveva essere altro che una lettera da inviare al giornale *L'Elettrotecnica*; lettera che io scrivevo in seguito a considerazioni fatte nel passato e recentemente per aver studiato un caso speciale di generazione di corrente per trazione elettrica. In essa lettera avevo esposto gran parte delle considerazioni che gli organizzatori del Congresso hanno ritenuto opportuno includere nelle comunicazioni della riunione per le sue strette relazioni col tema della conversione di frequenza.

Io ho accettato soprattutto per dare argomento di discutere un caso speciale di altissima importanza di conversione di sistema a grande potenza a scopo di trazione ferroviaria.

Mi sono lusingato che portare qui tale problema potesse essere di particolare interesse per voi e per la nostra Associazione; e mi sembra di aver raggiunto l'obiettivo come lo provano le memorie di poco fa, e la presenza qui di illustri capi e valenti tecnici, come l'Ing. Jacobini e Ing. De Regibus delle FF. SS., che potranno darvi interessanti ragguagli su questo interessante lato della elettrificazione ferroviaria. Credo quindi utile ripetere a voce quanto è già apparso sul nostro giornale (legge la memoria pubblicata nel n. 23-24 del 15-25 agosto 1925 dell'*Elettrotecnica*).

Presidente: Prima di iniziare la discussione faccio una viva raccomandazione a tutti gli oratori di tenersi il più strettamente possibile al tema posto in discussione: « Conversione di frequenza ». A questo riguardo mi permetto osservare al collega Ing. Pellizzari che non può essere presa in esame la seconda parte del suo Ordine del giorno:

« 1) Si ritiene non necessario, e quindi nelle condizioni attuali degli impianti, inopportuna, l'unificazione delle frequenze industriali in Italia;

« 2) E' consigliabile che i nuovi impianti, in prossimità dei confini di zona, abbiano il macchinario sia idraulico o termico, sia elettrico, capace di funzionare bene tanto a frequenza 42 quanto a 50 ».

Mi permetto ricordare che al Congresso di Trento fu emesso un voto solenne per quanto si ritenesse quasi impossibile di potere stabilire immediatamente la unificazione di frequenza. Perciò, se oggi dalla discussione uscisse un voto in contrasto a quello del Congresso di Trento, bisognerebbe mettere prima in discussione il tema dell'unificazione della frequenza e poi l'argomento del voto; oggi questo non essendo in discussione non possiamo accogliere il voto o gli argomenti pro o contro all'unificazione di frequenza.

Per quanto concerne la questione Soleri con la quale si mirerebbe ad indicare una futura soluzione del problema delle ferrovie in Italia, dato che venisse stabilito di continuare l'uso, sia pure in alcune zone, di frequenze sedici e due terzi, devo rammentare che nel 1915 ci fu in Svizzera una importantissima discussione quando si trattò dell'elettrificazione delle Ferrovie Federali. In quella discussione fu sollevato l'argomento identico a quello sollevato dall'egregio collega Soleri. Io non conosco, non ho presente gli argomenti pro o contro che sono stati portati in proposito alla possibilità di unificare tutta la produzione di energia ad una sola periodicità, salvo ad effettuare trasformazioni mediante trasformatori di frequenza per alimentare la rete ferroviaria. So soltanto che le Ferrovie Federali si sono servite della produzione diretta a bassa frequenza per l'alimentazione delle reti ferroviarie.

Qui abbiamo anche dei tecnici dell'elettrotecnica ferroviaria che porteranno nella discussione preziosissimo contributo per la loro esperienza e conoscenza.

Dopo questa premessa apro la discussione sulla conversione di frequenza.

Pellizzari: Se il Presidente ritiene che il voto che io avevo richiesto non debba essere discusso per ragioni di procedura, io non ho obiezioni; mi permetto però fare osservare che è vero che nel Congresso di Trento del 1919 è stato deciso di tendere alla unificazione delle frequenze, ma è pur vero che nè allora si sarebbe potuto unificare, nè successivamente è stato fatto niente; viceversa tutti gli industriali hanno continuato la loro strada di 42-50 periodi e anche di 45 e naturalmente le potenze installate oggi sono enormemente aumentate rispetto ad allora. Mi pare che sarebbe opportuno di venire una volta apertamente alla modificazione di quanto è stato stabilito a Trento, di affrontare energicamente la questione, e stabilire a che si deve tendere, cioè se raggiungere la unificazione o abbandonarla.

Presidente: Rispondo al collega che gli argomenti pro e contro alla unificazione di frequenza sono moltissimi, perchè se ci sono quelli contrari, ci devono essere anche quelli in pro, specie oggi che tutte le Nazioni fanno degli sforzi per unificare le loro frequenze. Questo argomento è certo importante e dovrebbe essere anche di per sè argomento di discussione nuova che si può fare in un futuro Congresso. Oggi dobbiamo attenerci esclusivamente al tema sulla conversione di frequenza; però l'assemblea è sovrana, e se desidera a grande maggioranza questa discussione, si dovrebbe rivoluzionare tutto il nostro programma.

L'Assemblea vuole il capovolgimento di tutto questo programma? (Dinièghi).

Del Buono: Io volevo ricordare che nel giugno del 1919, presentai una comunicazione a Trento che trattava appunto il problema della frequenza di fronte al problema ferroviario, e che dette luogo a delle conclusioni che leggo. Sono lieto di vedere che quel mio modesto lavoro è di attualità. Ecco quanto allora dicevo:

« La trazione ferroviaria deve perciò cessare di formare una cosa a sè, e deve prelevare l'energia occorrente dalle reti industriali alle caratteristiche dei produttori ed in parallelo con gli altri consumatori. Ciò può realizzarsi in due modi distinti:

« a) Le Ferrovie ricevono l'energia dalle reti alle caratteristiche industriali, nelle sottostazioni di conversione disposte lungo le linee, dove verrà trasformata alle caratteristiche ferroviarie;

« b) Le Ferrovie usano locomotori a 50-42 periodi invece che a 16,7 periodi talchè la trazione ferroviaria diventerà uno dei vari utenti delle grandi reti di distribuzione ».

Queste conclusioni furono risollevate dal collega Soleri, e io sono grato a lui per averle ricordate in questa discussione. Da allora sino adesso vi è stata una lunga parentesi, ma di studio, perchè si stanno preparando esperimenti sulla frequenza industriale, e se la frequenza 42 (o 50) potrà adottarsi per la trazione ferroviaria, allora

questa diventerà un utente comune e cesserà di essere elettricamente una cosa distinta. Questo è importante oltre che pel problema ferroviario per se stesso, per il problema idroelettrico italiano. Le Ferrovie quando costruiscono una Centrale per conto proprio che s'incunea nella rete, invece di essere un organismo di aiuto finisce per essere un elemento perturbatore e di pessima utilizzazione, (al massimo 2500 ore). L'energia che noi abbiamo è così poca che non possiamo permetterci il lusso di sprecarla. Io desidero anche richiamare l'attenzione del Congresso sul fatto che per l'interesse economico e idraulico le Ferrovie non devono più essere una cosa a sè, ma devono marciare in parallelo, in modo che la utilizzazione sia del 100 per cento.

Presidente: Io torno ancora a dire che la questione importantissima della conversione anche a scopo ferroviario deve essere impostata prima di tutto dal punto di vista tecnico sulla possibilità materiale di questa alimentazione. Quando si trasforma la corrente alternata in continua per la elettrificazione sappiamo che anche mettendo in parallelo tutta la parte della corrente continua il sistema funziona magnificamente. E' possibile fare altrettanto con la conversione di frequenza a 50 periodi, se mettiamo in parallelo tutte le reti secondarie a 16 periodi attraverso trasformatori di frequenza? E anche, se abbiamo reti a 50 periodi ed altre a 42, è possibile mantenere il collegamento in parallelo fra tutte a mezzo della rete 16 periodi? Questi sono gli argomenti che bisogna trattare e non altro, e raccomandando vivamente i colleghi che si attengano a questo. L'utilizzazione ferroviaria non è questione che deve entrare nelle nostre discussioni.

Palestrino: Su quanto ha detto l'Ing. Pellizzari riguardo le macchine a doppia frequenza vorrei ricordare il frutto di uno studio che non ho presentato qui perchè non è ultimato ancora, ma i cui risultati è bene siano comunicati.

Macchine come quelle ne abbiamo in Val d'Aosta, Pallanzeno e sul Liri, costruite per doppia frequenza, sono calcolate per frequenza di 45. Ma questa non è la più conveniente, e a Saint Martin una turbina è stata calcolata per frequenza 48. Questa macchina costruita per 48 periodi dà 10.300 kW a 42 periodi e 10.400 a 50 periodi. Dico turbina e non macchina elettrica, perchè l'alternatore poco varia di rendimento passando da 42 a 50 periodi.

E' questo un punto importante che io desidero sia preso in considerazione perchè è una di quelle soluzioni che si debbono cercare per la doppia frequenza di esercizio.

Bisogna tenere conto di questi risultati che sono già sicuri; la macchina idraulica calcolata per 48 periodi è quella che corrisponde più perfettamente e ha il miglior rendimento; per le macchine elettriche due sono le condizioni di calcolo: esse devono essere calcolate magneticamente a 42 periodi, meccanicamente a 50 periodi.

Nobili: Mi permetto di interloquire sulla memoria dell'ill.mo Prof. Elvio Soleri «La elettrificazione delle ferrovie e la conversione della energia elettrica» unicamente per rilevare un apprezzamento generico ed alcuni dati numerici che mi sembra opportuno rettificare.

Voglio riferirmi al periodo che suona in questi precisi termini: «Occorre fare in modo che si possa ritenere superato al più presto lo stadio sperimentale della trazione elettrica ferroviaria in Italia, che non può chiamarsi altro che sperimentale la elettrificazione di 800 chilometri circa di linee di fronte ai 6000 costituenti il programma massimo».

E comincio dai dati numerici.

Il Prof. Soleri parla di un programma massimo di elettrificazione di 6000 chilometri. A quanto mi risulta programmi se ne sono fatti molti, massimi e minimi. Dopo che l'elettrificazione si era praticamente affermata sulla nostra linea di maggiore traffico, si parlò in un primo tempo di un programma che si aggirava intorno ai 4200 chilometri; questi poi salirono, in tempi di facili concezioni tecniche e finanziarie, a 10.000; in seguito le fantasie si raccolsero, si ritornò sui propri passi, si riparlò di 6000, poi nuovamente di 4000, e infine in questi ultimi tempi il programma è stato rimesso nuovamente e integralmente allo studio. In ogni modo un programma limitato a 800 chilometri non è mai esistito, nè quello che uscirà dagli studi in corso, che io non conosco e che non conosco nemmeno il Prof. Soleri, abbiamo ragione di credere che voglia tornare ad una estensione già superata dalla realtà.

Perchè infatti di fronte ai programmi più o meno aleatori e caracai noi abbiamo una realtà bella e viva, che si esprime in queste cifre di assoluta attendibilità:

al 1° luglio 1925 si avevano:

linee elettriche in regolare esercizio	km. 855
linee in corso di elettrificazione	» 767

L'apprezzamento generico, al quale ho accennato, è che la nostra elettrotrazione non sia ancora uscita dallo stadio sperimentale. Ciò sarebbe esatto se per stadio sperimentale si volesse intendere quel periodo, durante il quale un organismo si evolve e si perfeziona in conformità ai progressi della tecnica: in questo caso però la stessa vecchia e gloriosa locomotiva a vapore è ancora allo stato sperimentale.

Ora mi permetta il Congresso di portare a conoscenza i dati più recenti riferentesi ai nostri servizi elettrici:

Consistenza odierna della rete statale	km. 16.486
» della rete elettrica	» 855

pari al 5 per cento della rete totale.

Le percorrenze reali dei treni in marcia, durante l'esercizio 1924-1925 sono state:

km. 134.986.000 per la rete a vapore;
» 13.715.300 per la rete elettrificata

ossia la percorrenza reale dei treni elettrici è stata pari al 10 per cento della percorrenza reale dei treni a vapore.

Le percorrenze virtuali dei treni in marcia per l'esercizio 1924-25 sono state:

km. 176.928.100 per linee a vapore
» 22.007.800 per le linee elettrificate

ossia la percorrenza virtuale dei treni elettrici è stata pari al 12 per cento della percorrenza virtuale dei treni a vapore.

Durante l'ultimo esercizio 1924-25, il traffico smaltito e rappresentato dalle tonn.-kilom. virtuali rimorchiate, è stato:

per la trazione a vapore	45.125.273.500
» » » elettrica	5.549.900.900

ossia il traffico smaltito a trazione elettrica è stato pari al 12,3 per cento del traffico servito coi treni a vapore.

Di fronte a dati così eloquenti non c'è bisogno di ricordare il traffico del porto di Genova salito felicemente fino a 2000 carri di carico e scarico giornaliero, e smaltito interamente e regolarmente dalla trazione elettrica; non c'è bisogno di risalire ai ricordi di guerra, quando la trazione elettrica per le sole vie aperte e sicure dei Giovi e del Cenisio ha assicurato la vita e la difesa della Nazione, per concludere che la nostra trazione elettrica da parecchi lustri è uscita d'infanzia e vive una vita rigogliosa.

Se avessimo bisogno, ciò che non credo e non credete, delle sanzioni dell'estero, vorrei appellarmi all'organizzatore della recente mostra di Grenoble, vorrei appellarmi a quei nostri colleghi che parteciparono al Congresso Internazionale Ferroviario di Londra dello scorso giugno. Colà nella sezione che trattò il solo argomento di trazione elettrica, compreso nei lavori del Congresso — «Le locomotive elettriche a grande velocità» — non ostante che all'Italia non fosse stato assegnato alcun relatore, tuttavia bastò l'intervento di un nostro valoroso collega perchè la discussione si polarizzasse verso l'Italia e i suoi locomotori, in quanto apparve evidente la superiorità del contributo di esperienza che questa poteva apportare.

Concludo esprimendo il voto che da un Congresso di così alta levatura tecnica non escano dati e apprezzamenti inesatti, che possano svalutare l'opera che il paese ha compiuto, e che è frutto insieme della intelligenza dei suoi tecnici e del risparmio dei suoi lavoratori.

Presidente: Ringrazio l'Ing. Nobili delle informazioni importantissime e dei dati precisi che ha fornito sulla relazione dell'Ing. Soleri.

Soleri: Rispondo per fatto personale. La mia relazione è pienamente favorevole alla trazione elettrica ferroviaria per la quale è un inno e un elogio, e non è esatto che essa affermi che il grande esperimento del sistema trifase abbia dato cattivi risultati, ho solo sottoposto a critica i mezzi di alimentazione della energia elettrica proponendo una soluzione più consona agli interessi del paese.

De Regibus: Prego l'illustre Presidente di concedermi alcune parole sull'argomento.

Gli speciali punti di vista da cui era esaminato in genere pel passato dai tecnici il problema della trazione elettrica trifase, hanno imposto la bassa frequenza che, adottata per la prima volta in Valtellina, si è estesa poi a tutto il sistema di trazione elettrica ferroviaria dell'Alta Italia. Tale sistema abbraccerà fra poco, con una unica rete elettrica trifase a 60.000 volt, 16,7 periodi cinque regioni e cioè: Lombardia, Piemonte, Liguria, Toscana ed Emilia.

Si nota che ragioni simili a quelle che hanno portata l'Italia a tale situazione, hanno portato a simile situazione anche la Svizzera, la Germania e l'Austria, dove anche reti elettriche a 60.000, 16,7 periodi abbracciano una zona certo complessivamente più estesa della zona italiana sopra citata, con l'aggravante che colà, essendo tale rete monofase, non può in nessun modo essere utilizzata in sussidio delle reti industriali trifasi. Evidentemente esistono ragioni generali che hanno grande peso se hanno avuto la forza di condurre allo stesso risultato parecchie Nazioni in condizioni così diverse fra loro, e non è quindi molto facile sottrarsi a tali ragioni. E' tuttavia intuitivo che sarebbe preferibile non avere una speciale rete di trasporto di energia a frequenza speciale per la trazione elettrica.

Notiamo per incidenza che se si volesse per ipotesi adottare la frequenza industriale nel caso specifico della attuale rete 16,7 periodi, che abbraccia Lombardia, Piemonte, Liguria, Toscana ed Emilia, si presenterebbe il problema della scelta fra i 50 periodi del Piemonte-Liguria-Toscana ed i 42 periodi della Lombardia-Emilia. Per sgombrare il campo da tale problema e per risolvere il problema più vasto di eliminare una apposita rete elettrica ferroviaria, si presenta a prima vista assai seducente l'idea di prelevare l'energia per la trazione elettrica dalla rete industriale, opportunamente rinforzata, e di trasformare tale energia in parecchi centri distribuiti nella zona ferroviaria. Ma tale soluzione non viene in genere adottata nè in Italia nè all'estero, come si è detto, benchè si presenti seducente, perchè urta contro difficoltà economiche e contro complicazioni di esercizio. Infatti si è dovuto constatare, nei casi eccezionali in cui per un complesso di ragioni che sarebbe troppo lungo ripetere, si è provato tale soluzione, che il costo dell'energia pel fatto della trasformazione, deve subire un aumento di circa il 42 per cento.

Tale percentuale di aumento di costo è un dato di fatto che risulta da recentissimi contratti ed è ottenuto dal rapporto numerico fra il costo kWh consegnato a 60.000, 16,7 periodi in una fornitura fatta con energia generata direttamente a 60.000 volt, 16,7, e per il costo del kWh pure consegnato a 60.000 volt, 16,7 periodi in una fornitura fatta con energia generata a 50 periodi e trasformata poi a 16,7 periodi prima della consegna.

Le sopra accennate maggiori difficoltà di esercizio sono evidentemente causate dal fatto di avere, oltre alle macchine generatrici, altre macchine interposte fra le centrali e gli apparecchi di utilizzazione, attraverso le quali macchine deve necessariamente passare tutta l'energia che va ai treni. Si è citato un dato di fatto in luogo di far l'analisi pura e semplice del costo della conversione stessa. Non può quindi rimanere il dubbio che i troppo decantati vantaggi del trasporto dell'energia per trazione, fatto a 50 periodi in comune sulla rete industriale, potessero in parte od in tutto compensare le spese della conversione, perchè alla luce della realtà finanziaria la speranza di tali vantaggi appare assolutamente illusoria. Infatti alla fine, dopo il trasporto dell'energia per trazione in comune con l'energia industriale, e dopo la conversione, si ha energia più cara di quella generata o trasportata direttamente a 16 periodi. L'aumento di costo dell'energia per la trazione elettrica, quando venga ottenuta per conversione è forse anche maggiore del 42 per cento a causa dei giri viziosi che qualche volta l'energia deve percorrere, per recarsi dalla centrale alla sottostazione di conversione, e da questa ai luoghi di utilizzazione; ma ammettiamo che tale aumento sia solo del 42 per cento, ed esaminiamo quali conseguenze può recare tale aumento nel bilancio di una linea elettrificata. Nelle condizioni attuali del mercato dei carboni e dei metalli e degli altri materiali occorrenti alla elettrificazione, nonché della mano d'opera, una ferrovia a doppio binario offre vantaggio ad essere esercitata a trazione elettrica, quando il suo traffico si aggira sui 7,2 milioni di T. K. V. per km. o poco più. Evidentemente in una linea di tale tipo, che è al limite della convenienza, l'aumento di spesa del 42 per cento per la energia elettrica nel caso che essa venga convertita, basta a far traboccare la bilancia ed a fare perdere la convenienza dell'elettrificazione. Si rifletta infatti che la spesa per energia elettrica rappresenta in una linea di tale tipo il 25 per cento circa della spesa totale di esercizio occorrente per tutti gli impianti elettrici (escluse le sole centrali).

Esaminiamo anche le conseguenze di tale aumento su una ferrovia sulla quale si verifichi il massimo traffico, per km. constatato negli ultimi scorsi anni in Italia e cioè di circa 11 milioni di TKVR per chilometro.

In tale caso la spesa di energia è circa il 30 per cento della spesa totale occorrente per l'esercizio a T. E., mentre l'economia ottenibile rispetto alle spese con la T. V. è del 15 per cento circa della spesa totale occorrente con l'esercizio a T. E.; un aumento quindi del 42 per cento del costo dell'energia annullerebbe quasi la convenienza dell'elettrificazione. A riprova della nessuna convenienza di convertire l'energia per l'elettrificazione, si può citare il fatto che perfino in un caso nel quale la fornitura dovrebbe avvenire normalmente, mediante conversione da 50 a 16 periodi, la Società, benchè sia già fatta la spesa ingentissima dell'officina di conversione, sta esaminando se non convenga costruire, oltre alla già detta officina di conversione, anche una linea di trasporto a 16 periodi e relativo macchinario generatore a 16 periodi; e si noti che si tratta di una fornitura non eccessivamente importante. Occorre quindi tener presente, nel giudicare tale problema, due cose importantissime e poco note, e cioè:

1°) L'utilizzazione della potenza generatrice delle centrali a 16,7 periodi è abbastanza elevata nel caso di una rete ferroviaria, come l'attuale rete Ligure-Piemontese, sufficientemente estesa. Si hanno infatti utilizzazioni giornaliere complessive del macchinario funzionante di circa 12 ore, con consumi giornalieri di circa 525.000 kWh misurati ai morsetti degli alternatori e con 44.000 kW circa di macchinario funzionante. Si ha quindi attualmente una utilizzazione di media generale fra tutte le centrali di 4.400 ore annue, utilizzazione che ha tendenza ad aumentare con l'intensificarsi del traffico sulle linee già in esercizio a trazione elettrica e con l'estensione delle linee stesse, mentre è rimasto vivo nel pubblico tecnico il ricordo della scarsa utilizzazione data dai primi tronchi elettrificati di pochi chilometri di lunghezza, che non raggiungevano le 1600 ore annue.

2°) La questione del fattore di potenza è nota in modo inesatto, perchè il fattore di potenza mentre è basso con i piccoli ed i medi carichi e cioè quando è minore il danno che esso sia basso, invece nelle ore di maggior carico, quando la cosa interessa, sale a 0,85 ed oltre, appunto per le buone condizioni di carico, che si verificano allora negli apparecchi utilizzatori (nei trasformatori e nei motori).

Circa le particolarità dei gruppi di conversione, occorre esaminare brevemente se si possono davvero ricavare benefici dai gruppi convertitori formati da due sincroni, che servirebbero a correggere il fattore di potenza delle due reti a 50 ed a 16,7 periodi.

In queste condizioni non c'è ragione di costruire a 50 periodi le centrali che devono alimentare poi i treni elettrici, per poi convertire l'energia a 16 periodi, perchè tali centrali sono bene sfruttate anche a 16 periodi, ed inoltre il loro costo di costruzione non è sensibilmente maggiore del costo delle centrali a 50 periodi, poichè la bassa frequenza fa aumentare del 50 per cento circa il costo degli alternatori e dei trasformatori, costo che rappresenta a sua volta una frazione circa del sei per cento della spesa totale dell'impianto.

In totale quindi la bassa frequenza produrrà un aumento di spesa nel costo totale dell'impianto del 3 per cento circa e quindi un aumento di costo dell'energia pure del 3 per cento.

La soluzione del convertitore composto di due sincroni è possibile quando una almeno delle due reti è di secondaria importanza ed è alimentata da una sola o da due sole centrali perchè la regolazione del travaso di energia è fatta agendo sulla frequenza della rete minore. Tale soluzione non è più possibile, quando, come nel caso nostro, il travaso di energia deve avvenire tra due reti assai importanti e ciascuna alimentata da parecchie centrali disseminate a grande distanza tra loro. In questo caso infatti è poco agevole, ed alle volte impossibile, quella esatta regolazione della frequenza delle reti che occorre per determinare il senso, e la esatta quantità di energia nel travaso da una rete all'altra, attraverso i due sincroni.

Si impone allora la soluzione di adottare asincrona una delle due macchine, per es., quella a 50 o 42 periodi, lasciando sincrona la macchina a 16,7 periodi.

Con la macchina a 50 e 42 periodi asincrona è possibile adottare qualche dispositivo, che permette di fare assumere al rotore un forte scorrimento in qualunque condizione di carico. Con tale dispositivo è possibile regolare il travaso di energia della rete 50 o 42 periodi a quella 16,7 periodi anche nel caso che la frequenza della rete a 16,7 si abbassi al disotto del valore normale, o nel caso che quella a 50 acceleri alquanto.

Con tutto ciò è scomparso però lo sperato vantaggio di migliorare col gruppo convertitore il fattore di potenza della rete a 50 (o 42) periodi.

Rimane la possibilità di migliorare il fattore di potenza della rete a 16,7 periodi e certamente nel caso che esistano dei gruppi convertitori è più conveniente spendere la somma occorrente per aumentare la potenza in kVA dell'alternatore 16,7 periodi appunto in vista del suo parziale funzionamento come sincrone piuttosto che installare apposito sincrone. Ma in definitiva da quanto si è già detto appare più conveniente anche per la elettrificazione in via generale, avere anche nelle lontane centrali i generatori a 16,7 periodi, trasportare l'energia con le linee a 16,7 periodi che hanno minore impedenza delle linee a 50 periodi ed aggiungere, occorrendo, nei principali nodi di consumo di energia elettrica per la trazione, dei sincroni per fornire la corrente magnetizzante. Questo sarà presto fatto nella rete ferroviaria a Genova che è il nodo più importante della rete elettrificata, adottando opportuni dispositivi nella nuova centrale termica delle FF. SS.

Quando poi le centrali generatrici siano in immediata vicinanza delle linee ferroviarie sarebbe addirittura assurdo generare a 50 periodi per trasformare sul posto stesso a 16. Questo è il caso di Bardonecchia, Morbegno, Borbera, Vara, Bagni Poretta, Chiappella, Savona, ecc.

Infine è necessario farsi una domanda di indole assolutamente generale.

E' consigliabile nell'interesse generale di dissipare in calore, durante la conversione, rilevanti quantità di energia elettrica?

Si pensi che qualora fossero elettrificati 5.000 km. di ferrovie, poichè ogni chilometro di ferrovia importante consuma quasi 200.000 kWh all'anno, si avrebbe un consumo annuo di un miliardo di kWh nel caso di energia prodotta direttamente.

Nel caso che tale miliardo di kWh fosse tutto convertito, le centrali, per sopperire alle perdite nella conversione, supposto un rendimento medio della conversione in servizio normale del 78 per cento, dovrebbe erogare un miliardo e 300 milioni di kWh circa.

Sarebbero circa 300 milioni di kWh all'anno dissipati in calore nelle sole macchine convertitrici e relativi trasformatori.

Per ultimo farò notare che si può ripetere per la questione della differenza di frequenza fra la rete elettrica ferroviaria dell'Italia che è a 16,7 periodi, e le reti industriali nella stessa zona che sono parte a 42 e parte a 50 periodi quello che fu detto per la questione della differenza di frequenza fra le varie reti industriali, e cioè che allo stato attuale delle cose, poichè il quantitativo di energia da scambiare fra le varie frequenze rappresenta normalmente una quantità percentuale assai piccola rispetto ai totali dell'energia in gioco, le spese che si incontrerebbero nella modificazione delle reti non sarebbero compensate dai vantaggi che si ricaverebbero dalla unificazione della frequenza.

Si parla di isolamento della rete elettrica delle FF. SS. in Alta Italia, ma si dice cosa inesatta. Infatti, pur tenendo conto di una situazione di fatto creatasi durante 25 anni di lavoro, le FF. SS. non si sono affatto isolate ed hanno adottato efficaci provvedimenti per essere in sufficiente collegamento con le reti elettriche contigue non solo nel proprio, ma nel reciproco interesse. A questo scopo le FF. SS. hanno installato a Bardonecchia, oltre i noti tre gruppi di conversione, due gruppi turbo alternatori della potenza di 7.000 kVA ciascuno, che possono indifferentemente produrre, con commutazione dei poli, sia i 50 che i 16 periodi ed hanno anche concluso speciali accordi con Enti Municipali e Società Industriali mediante i quali le loro linee a 60.000 volt (e tra queste anche la San Dalmazzo-Cuneo) possono trasportare indifferentemente energia a 16,7 ed a 50 periodi, e permettono quindi utili scambi tra varie centrali piemontesi non solo, ma anche tra la rete industriale piemontese e quella ligure.

Non sono isolate neppure dalla rete lombarda che ha il noto collegamento di Robbiate e i gruppi convertitori di Arquata e Bologna.

Infine le FF. SS., collaborando con l'industria allo scopo di rendere omogeneo il patrimonio della rete elettrica nazionale nell'Italia Meridionale dove il problema non era compromesso dalla situazione di fatto precedente, hanno progettato la centrale del Sagittario, presso Sulmona, con alternatori capaci di produrre indifferentemente qualunque frequenza da 42 a 50 periodi, ed hanno concluso accordi per fare

marciare tale centrale in parallelo colle altre importanti centrali della regione abruzzese, napoletana e romana.

Tale centrale alimenterà sia la Roma-Sulmona che sarà attrezzata col sistema trifase 10.000 volt, 46 periodi evitando quindi trasformazione di qualsiasi genere, sia la ferrovia Benevento-Foggia che sarà attrezzata a corrente continua 4.000 volt ed alimenterà infine le altre eventuali linee delle regioni limitrofe.

Si nota che pel trasporto dell'energia di tale centrale verso Roma le FF. SS. hanno costruite apposite linee primarie a 60.000 volt, colmando così una lacuna nella rete elettrica dell'Italia Centrale, mentre pel trasporto dell'energia verso Foggia e verso Napoli le FF. SS. si serviranno delle linee esistenti, fino a che naturalmente sarà sufficiente la loro potenzialità. Io noto anzi che il margine di potenza disponibile è piuttosto limitato, e che fu ottenuto solo migliorandone il fattore di potenza con la installazione di sincroni, il che dimostra che è cosa troppo semplicista dire che non occorrono linee nuove di trasporto per le FF. SS. bastando utilizzare quelle industriali esistenti. Infine devo citare un altro esempio dimostrante la volenterosa ed utile collaborazione delle FF. SS. con la industria e cioè: il trasporto dell'energia che da qualche mese è attuato dal Matese verso Bari è fatto, nel tratto Benevento-Foggia lungo 100 chilometri, mediante la linea a 60.000 costruita dalle FF. SS. e destinata fra non molti mesi, ad alimentare anche le linee di contatto della Benevento-Foggia.

Presidente: Ringrazio l'egregio Collega delle preziose informazioni portate, informazioni che sono in parte tecniche ed in parte di carattere economico. Mi sembra che egli abbia innanzi tutto chiarito come il problema si sia presentato all'estero: in Svizzera, in Germania e in Austria dove per la trazione ferroviaria fu deciso di costruire una centrale a bassa frequenza; ha fatto rilevare che la conversione di frequenza per l'alimentazione della rete ferroviaria porterebbe a un incremento di spesa per la produzione dell'energia; ha fatto notare che la possibilità dell'impiego dei convertitori di frequenza non è completa, quantunque potrebbe essere utile entro certi limiti; ma non vi sarebbe mai quella elasticità che è indispensabile per l'andamento dell'esercizio ferroviario. In ultimo ha portato elementi preziosi di conoscenza di nuove centrali di cui le Ferrovie dispongono nell'Italia centrale e meridionale.

Bianchi: Dopo quanto ha detto l'Ing. Nobili io non avrei nulla da dire, tuttavia chiedo il permesso di esporre alcuni dati, non a nome della Amministrazione a cui appartengo, ma come socio dell'Associazione.

L'Ing. Soleri dichiara esplicitamente che le Ferrovie dovrebbero trarre dalla privata industria l'energia elettrica dove essa è a minor prezzo, per ragioni naturali, o per concorrenze industriali. Io credo che il nocciolo della questione sollevata dall'Ing. Soleri sia tutto qui: e lo ha detto esplicitamente l'Ing. Del Buono: Le ferrovie dovrebbero disinteressarsi della costruzione delle centrali per proprio conto. Queste dovrebbero essere costruite da privati dai quali le ferrovie dovrebbero acquistare la energia a frequenza ordinaria e provvedere a propria cura alla trasformazione dell'energia alla frequenza ferroviaria. Io non voglio affatto entrare in merito a questa questione alla quale sono connessi troppi interessi di Stato e privati e che, in ogni modo tutti devono riconoscere non essere compito di questa sede di trattare e risolvere, come ha accennato l'illustre Prof. Sartori.

Il Prof. Sartori ha detto che nel 1915 in Svizzera si parlò di ciò. E' recente la decisione del Verband Deutschen Eisenbahnen presa a Salisburgo il 12 settembre u. s., con la quale Svizzera, Germania e Austria hanno deciso di unificare i criteri di elettrificazione: corrente monofase a 16 periodi con costruzione di centrali apposite, di linee primarie apposite, tutte monofasi a 16 periodi. Io non credo che in Svizzera, Germania e Austria nessuna Associazione tecnica o industriale oserebbe criticare o esprimere voti affinché questa decisione venga revocata o modificata.

Ci sono state da noi delle discussioni molto abbondanti, ma per nulla concludenti sulla questione del sistema. Queste discussioni, come l'Ing. Soleri ha notato, hanno lasciato ciascuno nella propria opinione e questo sarebbe il meno male. Ma ciò che è peggio si è che i dubbi sollevati hanno danneggiato e ritardato lo sviluppo della trazione elettrica e hanno fatto aumentare molto le difficoltà a quei pochi che in mezzo al frastuono di molti critici, dovevano fare. I pochi che hanno oggi una conoscenza e una visione esatta e completa del problema della trazione elettrica in Italia, sanno che questo, per un numero di linee abbastanza numeroso, può essere risolto senza abbandonare, come si è fatto in altri paesi, ogni criterio di economia di fronte alle spese della trazione a vapore. Io credo che nessuno vorrà negare la importanza di questo fatto. Ma a raggiungere lo scopo non basta studiare ed escogitare tutti i mezzi per economizzare nelle spese di impianto e di esercizio delle linee di contatto, delle sostazioni e dei locomotori. Occorre che chi studia con attenzione questi problemi e si propone di risolverli, abbia una certa libertà di movimento anche per quanto riguarda i problemi di fornitura dell'energia e non è certo con lo stabilire dei canoni rigidi che tale risoluzione è resa più facile.

La trazione elettrica non è ancora nella fase di studio sperimentale in Italia, come afferma l'Ing. Soleri. Non sono 400 i km. di linea elettrificata ed in esercizio; ma oltre 800. A questo occorre aggiungere altri 700 km. in costruzione, di cui 500 sicuramente entro due anni saranno in esercizio. Nessuno può negare che nonostante le difficoltà finanziarie, lo sviluppo della trazione elettrica in Italia sia abbastanza notevole. Se si desidera che questo sviluppo abbia un seguito occorre non creare inciampi a questo sviluppo, ciò nell'interesse dello Stato e delle industrie elettriche italiane. E poichè ogni limitazione

e ogni canone fisso creano ostacoli, sono del parere che l'Assemblea non possa accogliere nella sostanza le conclusioni a cui vorrebbe giungere l'Ing. Soleri.

Presidente: Ringrazio l'Ing. Bianchi per le sue delucidazioni e chiedo se qualcuno ha da aggiungere qualcosa. Abbiamo sentito parlare gli ingegneri che presiedono alla elettrificazione in Italia; se qualcuno altro ha argomenti da portare in pro e contrari alla conversione dell'esercizio industriale di energia per le Ferrovie è invitato a parlare.

Soleri: Come ho premesso mi compiacio di essere stato il Cireneo di questa discussione che ci ha dato il piacere di udire dai rappresentanti delle Ferrovie dello Stato quale sia il futuro programma della elettrificazione ferroviaria e come questo sia per essere messo in attuazione.

Le stesse dichiarazioni dei rappresentanti delle FF. SS. e particolarmente la interessante comunicazione dell'Ing. De Regibus sugli ingegnosi sistemi adottati dalle FF. SS. per utilizzare la energia elettrica industriale, dimostrano la mia tesi che converrebbe la unificazione delle caratteristiche della distribuzione dell'energia elettrica tanto per scopo industriale che ferroviario.

Sono numerosi i casi nei quali la energia ferroviaria proviene dai privati (denegazioni dei rappresentanti delle FF. SS.), ad es., dalla Società Maira, Negri, Edison, e molta di questa energia viene scambiata di frequenza, come ad es., a Bardonecchia ed a Savona e talora alla Chiappella. Se le mie informazioni sono esatte ad Arquata si avrà una potente centrale di conversione della frequenza.

La questione non è quella, se l'energia debba pervenire dai privati o dalle FF. SS., ma quella prospettata nella mia relazione e cioè che in Italia nella trazione elettrica si hanno diversi sistemi di generazione della energia a scopo ferroviario, il che non è conveniente agli effetti tecnici ed economici, mentre coi perfezionamenti della tecnica della conversione della corrente elettrica si può avere un solo sistema di distribuzione pure avendo la utilizzazione a frequenze diverse.

E' stato fatto bene in Svizzera, in Germania ed in Austria dove si è adottato un sistema unico di produzione di energia per le ferrovie ad una sola frequenza, se pure diversa da quella industriale.

Il fare coincidere questo sistema con quello industriale a me pare come conveniente e da auspicare.

Lo studio che è stato fatto dal sistema di elettrificazione a 50 periodi tende precisamente a questa finalità, alla quale gli stessi ingegneri ferroviari danno così la prova di auspicare.

Se poi l'energia debba essere prodotta dagli industriali o dalle FF. SS. è cosa nella quale io non intendo di interloquire esulando dal puro campo tecnico nel quale la mia relazione doveva rimanere.

De Regibus: Il Prof. Soleri obietta che se conviene produrre energia a 16 allora perchè la convertiamo? Bisogna riflettere che lo scorso anno 1924-25, il consumo dell'energia elettrica della rete ferroviaria in Italia fu di circa 160 milioni di chilowattora. Malgrado che l'inverno sia stato critico per un improvviso aumento del traffico del porto di Genova, durante l'inverno, che obbligò a produrre maggiore energia invernale, l'energia ottenuta per conversione non raggiunse il 10 per cento del totale consumo.

Iacobini: La Direzione Generale delle Ferrovie dello Stato ha voluto qui portare elementi concreti e dati recenti perchè si sappia esattamente da tutti e si possa equamente valutare quello che effettivamente si è fatto finora in materia di elettrificazione ferroviaria.

Io non ripeterò argomenti che tendano a confermare quanto è stato già chiaramente esposto dai miei colleghi e che mostrano appunto e precisano il cammino percorso in tale ramo del pubblico servizio ferroviario.

Al Prof. Soleri debbo, però, fare una considerazione: la sua tesi sulla costituzione e sull'utilizzazione integrale di una rete di trasporto e di distribuzione dell'energia elettrica che risulti dall'allacciamento razionale di più reti minori già esistenti, se considerata nel campo astratto, teorico, è simpatica, anzi bellissima e dovrebbe costituire, per così dire, l'alta finalità a cui tendere. Ma questa tesi è, invece, pressochè impossibile a tradursi in realtà; come purtroppo lo dimostra ciò che di fatto avviene al riguardo nello stesso campo industriale.

Io vedo in questo campo perpetuarsi differenze di periodicità e di altre caratteristiche elettrotecniche nella produzione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica nelle varie regioni dell'Italia nostra; e mi domando: perchè non cominciano gli industriali stessi a fare qualche decisivo passo verso la unità, invece, di dette caratteristiche? perchè non si istituiscono norme concrete e non si stabiliscono modalità fisse per disciplinare tutta questa materia?

Passando al campo del fabbisogno d'energia per la elettrotrazione ferroviaria a me pare indispensabile di chiarire un poco di più le idee che si hanno al riguardo, e fissarne l'entità in rapporto a quella della produzione generale idro-termo-elettrica italiana; in modo da precisare, nei limiti del possibile, quanto sia il quantitativo d'energia che si presume occorrente, e che poi solo in parte si produce con mezzi propri dall'Amministrazione ferroviaria, sollevandone l'industria privata.

I dati che si possono dedurre dagli accurati studi che il Servizio Idrografico, istituito presso il Ministero dei LL. PP., ha compiuto e compie raccogliendoli con somma diligenza in interessantissime pubblicazioni che sono a disposizione di tutti gli studiosi in materia di produzione e messa in valore delle energie nostre idro-termo-elettriche, colmando così in modo superiore ad ogni elogio una gran lacuna del passato, ci mostrano che di fronte ad una presumibile produzione che potrà oscillare dai 18 ai 20 miliardi annui di chilowattora,

il fabbisogno ferroviario per la elettrificazione, quando anche si attuasse un programma ideale massimo di qualche migliaio di chilometri di linee, si aggirerebbe intorno al miliardo e mezzo di chilowattore, e sarebbe, dunque, anche inferiore ad 1/10 della produzione stessa. E siccome di questo decimo non tutta la quantità è prodotta o trasportata a cura e con mezzi propri dalle Ferrovie dello Stato e con caratteristiche speciali elettroferroviarie, appare evidente come, contenuta nei suoi giusti limiti, la questione del fabbisogno elettroferroviario si riduca a proporzioni molto modeste e tali che non può razionalmente né inquietare né danneggiare l'industria privata, né influire profondamente sul problema, immensamente più grave ed importante, della produzione e trasporto dell'energia nei vari altri rami e campi di attività puramente industriale.

Debbo, poi, ricordare quanto avviene nelle vicine nazioni della Svizzera, Austria e Germania; ove ora, proprio ora, per il servizio elettroferroviario si completano ed eseguono linee di trasporto d'interesse e a caratteristiche prescelte unicamente per la trazione ferroviaria col sistema colà predominante che è quello monofase ed in qualcuna di esse, come in Svizzera, lo Stato provvede quasi totalmente alla produzione della energia all'uopo necessaria. Perché dunque è solo per noi un motivo di censura la parziale produzione o trasporto di quantitativi d'energia destinati ad alimentare linee elettrificate con le speciali caratteristiche ferroviarie?

L'Ing. Soleri pare che ammetterebbe tuttavia una rete speciale elettroferroviaria quando fosse tutta alla stessa frequenza, ad esempio, quelle del sistema più sviluppato in Alta Italia a 16 2/3 periodi al 1°; mentre nota che da noi il sistema di trazione è, invece, vario: dal trifase a 16 2/3 periodi a quello a frequenza industriale a 42 periodi ed, infine, a corrente continua, ed egli pone il problema del sistema unico.

Noto che questo tema noi non possiamo trattarlo qui non essendo posto neppure all'ordine del giorno.

Io, però, senza entrare in materia voglio rivendicare al nostro Paese ogni suo merito in fatto di elettrotrazione ferroviaria; merito che anche gli stranieri ci hanno lealmente riconosciuto e di cui gli echi più recenti e simpatici hanno risuonato nel Congresso di Grenoble.

Io ritengo che l'Ing. Soleri è, come me, sicuro che noi non abbiamo perduto tempo in tale campo affatto nuovo del servizio ferroviario; anche se abbiamo dovuto affrontare la questione del sistema vario di trazione; e posso assicurarvi che ora che le difficoltà dei momenti eccezionalmente gravi che abbiamo passati nei scorsi anni sono state superate, i lavori di elettrificazione procedono con fermo indirizzo alla realizzazione di un prestabilito fine.

In ogni innovazione occorre necessariamente un periodo sperimentale; il nostro ha servito anche agli Stati esteri limitrofi, i quali, pertanto, si sono potuti avvantaggiare alquanto, ma non però nella misura iperbolica che si vorrebbe credere o far credere. Qualche nazione vicina segue faticosamente anch'essa, e non certo fra tutte rose, il cammino dell'esperienza che noi abbiamo già fatto. Non dobbiamo, quindi, noi pretendere eccessivamente da noi stessi, e neppure dobbiamo essere i denigratori di tutto un nostro ponderoso e mirabile lavoro e sforzo che gli altri ammirano e ci riconoscono; e solo è giusto che anche noi ci dobbiamo perfezionare.

Ma, tornando al tema che è oggi di nostra competenza, e cioè, alla produzione e trasporto dell'energia elettrica, io debbo rilevare quali differenze notevoli, e quali varietà di esigenze presenti questo problema nella regione Nord Italiana, in quella Centrale ed in quella Meridionale ed Insulare.

Criteri unici di trasporto, unicità di frequenze, conformità di limiti di tensioni sono perciò ben difficili e, forse, almeno, per ora, impossibili.

Proprio in questi ultimi anni alla duplicità nelle frequenze predominanti in 42 e 50 periodi si è venuta ad aggiungere anche quella di 45 periodi nel campo industriale; e le ferrovie si trovano, quindi, di fronte oltre alla propria speciale frequenza a 16 2/3 periodi, a cui provvedono presso che direttamente, anche ad altre tre varie frequenze industriali a cui devono, pertanto, acconciare i propri impianti di alimentazione.

Tuttavia se il fenomeno della molteplicità delle frequenze esiste e costituisce per sé stesso un innegabile e sentito inconveniente, a me pare che non se ne deve, però, esagerare eccessivamente le conseguenze e ritenerle soprattutto eguali in ogni campo; perché quello in cui le conseguenze stesse sono forse maggiori e si fanno, perciò, risentire di più, è il campo economico per l'onere che necessariamente importano gli impianti indispensabili per farvi fronte e per passare dall'una all'altra caratteristica elettrica della corrente.

Ritengo che i dati, gli schiarimenti e le considerazioni qui portate e svolte, sia pure parzialmente, saranno da tutti voi adeguatamente apprezzati; e mi auguro vivamente che tutti voi vogliate restare persuasi che l'Amministrazione Ferroviaria, nonchè rifuggire dall'ambito concorso dell'industria privata in materia di elettrificazioni ferroviarie, ne ha sempre curato ed apprezzato l'ausilio; ed io credo che fra poco una prova ancora più tangibile di quanto asserisco, voi la avrete nell'aggiudicazione dei lavori di elettrificazione della linea di valico del Brennero, intendendosi, appunto, di portare fino a quel nostro sacrosanto ed intangibile confine il progresso elettroferroviario italiano.

Non mi pare necessario alcun ordine del giorno che stimoli una Amministrazione come quella ferroviaria che ha mostrato di non aver-

ne bisogno o ne limiti in modo qualunque quella libertà d'azione che, invece, è ad essa necessaria, e che le è anche dovuta per la gravissima responsabilità che in materia essa si è assunta e si assume verso tutto il Paese. Piuttosto io vi chiederei che, udite le nostre dichiarazioni, voi le concediate tutta quella piena fiducia che ha essa provato di fatto di sapersi meritare.

Infine, poichè, qui siamo proprio nella zona nella quale si è venuta ad introdurre la nuova frequenza, sarei grato a chi lo può fare, se volesse fornirci qualche schiarimento al riguardo.

Presidente: Ringrazio il Collega Jacobini per le delucidazioni portate. Purtroppo, come egli faceva notare poco fa, invece che alla unificazione delle frequenze nel campo industriale si è venuta ad aggiungere in questi ultimi anni ai 42 e 50 periodi, la frequenza di 45. Prego l'Ing. Cenzato, qui presente, di fornirci qualche schiarimento in proposito.

Cenzato: La responsabilità della creazione della frequenza intermedia di 45 periodi risale un po' al nostro gruppo; ma ciò venne fatto per seguire i deliberati del Congresso di Trento, nel quale su relazione Del Buono si fece voto di arrivare alla unificazione delle frequenze su un valore intermedio 45 ÷ 46.

Ricordo che Roma aveva tale frequenza intermedia. Il nostro Gruppo possedeva impianti a 42 periodi (la maggioranza) e impianti a 50 periodi. Cominciando a far funzionare il macchinario con frequenza 44 + 2 e trasformando gradualmente gli impianti ricevitori si è raggiunta l'unificazione delle frequenze, sul valore 45, da Roma all'estremo della penisola. Anche in Sicilia, per la possibile alimentazione dalla Sila, si predispose la trasformazione a 45 periodi.

Presidente: Ringrazio per questi schiarimenti, faccio però osservare che il voto di Trento proponeva i 50 periodi e non l'adozione di frequenze intermedie.

Jacobini: Mi associo al Presidente per ringraziare Cenzato delle spiegazioni fornite.

Del Buono: In un mio primo studio, fatto l'esame analitico industriale delle modificazioni di frequenza, venni alla conclusione che era possibile con piccoli sacrifici, di arrivare ad una unificazione su 45-46 periodi. Questo fu il primo studio, e l'Ing. Cenzato ha perfettamente ragione. Questa conclusione che effettivamente era una conclusione pratica, non arrivò ad un voto definitivo; la questione poi fu ripresa in seno al Congresso di Trento e, quantunque la maggior parte dei colleghi fosse d'accordo, sulla possibilità di questa unificazione su una frequenza intermedia, per non consigliare di modificare tutti gli impianti esistenti, e per non creare tre frequenze, la Commissione fu d'accordo nella proposta che per l'unificazione si tendesse ai 50 periodi. Ciò non toglie però che la unificazione a 45 periodi sia anche più facile di quella a 50. Questa unificazione a 50 in fondo non esiste, la Commissione quindi proponeva una frequenza intermedia a 45 perchè non si poteva subito passare da 42 a 50 periodi, talchè questa potrà essere raggiunta in un tempo molto lungo da noi, mentre la frequenza a 45 poteva essere ottenuta subito.

Cenzato: Evidentemente io aveva equivocato tra lo studio dell'Ing. Del Buono e il Congresso di Trento. E proprio su quanto ha detto da ultimo il collega Del Buono io volevo richiamare l'attenzione dei colleghi. L'Ing. Perrelli, quando l'unificazione fu un fatto compiuto, ha parlato della opportunità che di essa venisse fatto cenno sull'«Elettrotecnica», anche per rendere edotti i colleghi delle difficoltà incontrate. Allora io mi sono opposto perchè questa trasformazione è stata fatta alla chetichella rispetto agli utenti. Però oggi posso fare presente questo, che le difficoltà che noi abbiamo dovuto superare sono tanto notevoli, che l'esperienza nostra mi fa ardito ad affermare che una trasformazione di frequenza in un tempo rapidamente breve su frequenze intermedie è possibile, ma che uno sbalzo da 42 a 50 è irraggiungibile.

Presidente: Siccome nella pratica sembra che si sia ordinariamente deciso di costruire centrali a 42 e non a 50, di quel 45 quasi si potrebbe far risalire la responsabilità al Collega Del Buono. La frequenza a 45 ha il vantaggio particolare di consentire un leggero sbalzo in su fino a 50 il giorno che si dovesse portare tutta la rete italiana a 50 periodi.

Ferraris: Aggiungerò poche parole per chiarire la portata delle decisioni del Congresso di Trento.

Di fronte ai vantaggi di una sola frequenza su tutta la rete italiana è naturale che dapprima tutti i tecnici si orientassero verso la unificazione sulla frequenza intermedia di 45 periodi, validamente sostenuta dal Collega Del Buono nel suo accuratissimo studio; ma poi, di fronte alla spesa ingente della trasformazione, considerato che è sempre possibile conseguire il vantaggio principale degli scambi di energia con stazioni di conversione, la cui potenza può venire limitata ad una debole percentuale della potenza complessiva degli impianti tra cui avviene lo scambio, la maggioranza dei tecnici, pure mirando come fine ultimo alla unificazione generale, vi ha per ora rinunciato, limitandosi a proporre l'adozione di frequenze regionali.

Questi sono i criteri che prevalsero a Trento.

Del Buono: La discussione di Trento ebbe il vantaggio di inquadrare il problema, non solo, ma di chiarire le cosiddette regioni elettriche ad uguale frequenza che furono appunto la base della nostra discussione. Allora si studiò come si doveva distribuire la frequenza e si fece voto, tacitamente, di essere d'accordo che in tutte le regioni venissero adottate le stesse frequenze. Questo fu un vantaggio che il Congresso di Trento ottenne.

Presidente: Mi pare si possa chiudere la prima parte delle discussioni. Rimando alla prossima seduta le rimanenti memorie.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

I convertitori statici di corrente ed i nuovi rami dell'elettrotecnica.

La tecnica degli apparecchi per alte frequenze ed in particolare di quelli per le radiocomunicazioni si sviluppa ogni giorno più rapidamente e si allarga ad invadere sempre nuovi campi. Non si può sfogliare un periodico di elettrotecnica, senza veder ad esempio comparire sempre più frequenti i nomi e gli schemi dei dispositivi a tubi elettrotecnici e delle svariate loro applicazioni e derivazioni e senza constatare che la terminologia, talvolta un po' bizzarra, dei nuovi apparecchi si insinua ormai in tutti gli scritti tecnici.

Eppure sono di certo ancor molti gli Elettrecisti, che si sentono completamente estranei al nuovo ramo, e che sorvolano su ogni accenno che lo riguardi o, fermanocisi sopra qualche poco, provano la contrarietà di inciampare ad ogni passo in parole od in nozioni mal definite ed oscure. Nè si può dire che abbiano torto.

Ma accade sempre così. La tecnica procede alla conquista dei nuovi campi, che man mano le si schiudono, con una foga, che nei primi tempi è disordinata e tumultuaria. Accumula risultati di vario valore, talvolta neppure bene accertati, ne dà interpretazioni frettolose e superficiali, magari contraddittorie, li mescola e li confonde fabbricando nomi diversi per cose eguali ed usando nomi eguali per cose diverse, lascia in ombra, magari a bella posta, aspetti delicati e sostanziali dei fenomeni, conferisce all'insieme della materia un aspetto di complessità e quasi di inafferrabilità, che scoraggia.

Poi vengono i coordinatori, i teorizzatori. Ed il compito che essi si assumono, compito di studiosi, di professori, come talvolta con una punta di ironia li chiamano i tecnici, non è meno importante che la ricerca di nuovi veri; e forse neppure si distingue sostanzialmente da essa. Chè lo sforzo di coordinare i fatti osservati e di generalizzare i procedimenti, con cui essi possono interpretarsi, conduce spesso ad intravedere nuove possibilità di importanti applicazioni, e giova a permettere che nuove forze intellettuali si impossessino dei problemi, a cui erano prima rimaste estranee, e rechino efficace contributo al loro studio ed alla loro soluzione.

Nel promuovere e nel diffondere tale opera di coordinazione e di sintesi sta uno dei compiti più importanti e più belli della stampa tecnica, a cui questo giornale si è sempre sforzato di adempiere. A tale opera ci sembra contribuisca la relazione che il collega VALLAURI presentò all'ultima Riunione Annuale sopra i convertitori statici di corrente. Già quasi dieci anni or sono il Vallauri pubblicò in queste colonne quella sua teoria degli audion, che gettò una luce improvvisa sul comportamento dei tubi a vuoto a tre elettrodi, i quali, in quel loro primo comparire, sembravano dotati di proprietà sorprendenti e misteriose. Il metodo allora proposto, e confermato subito dopo dall'autore con una serie di ricerche sperimentali, è ancor oggi la base dei procedimenti, con cui si trattano i problemi riguardanti i circuiti di utilizzazione dei triodi.

Nella relazione presentata a Napoli, il nostro collega ha cercato di coordinare in un quadro d'insieme una più vasta materia, di cui i triodi non sono che una parte, assai importante del resto. Questa materia abbraccia tutti i procedimenti di trasformazione statica di corrente alternata in continua o viceversa, e di corrente alternata di data frequenza in altra di frequenza differente.

Senza entrare nei particolari delle proprietà tecniche degli apparecchi e senza sviluppare a fondo i procedimenti analitici che li riguardano, l'autore ha voluto limitarsi ad indicare le

linee generali di una trattazione sintetica, che fa dipendere il funzionamento di tutti i convertitori statici dalle proprietà singolari di alcuni tratti di circuito. Queste singolarità o anomalie si possono definire con ciò che l'uno o l'altro dei parametri caratteristici fondamentali (resistenza, induttanza, capacità) non può più essere ritenuto costante, come nei circuiti ordinari, ma deve essere considerato come variabile secondo le leggi più o meno complesse, a seconda dei fenomeni fisici, che danno origine alla variabilità stessa e rendono possibile la conversione statica di corrente.

Riscaldamento elettrico dei veicoli ferroviari.

Crediamo che non vi sia viaggiatore in Italia, di media cultura, che percorrendo d'inverno linee elettrificate, non si sia meravigliato vedendo agganciato al treno un carro speciale portante una caldaia, alimentata a carbone, per produrre il vapore necessario al riscaldamento delle carrozze. « Perchè non si usa l'energia elettrica anche per il riscaldamento? ». Meraviglia e domanda sono espresse dal Consocio Ing. TIRONE, in una lettera che oggi volentieri pubblichiamo perchè in essa il collega espone anche computi e proposte concrete che appaiono degni di seria considerazione. Tuttavia, poichè siamo convinti che l'« uovo di Colombo » non sia poi un caso tanto frequente, e che vi debbano essere, nove volte su dieci, delle buone ragioni, se tante idee semplici e quasi evidenti non trovano applicazioni pratiche, abbiamo creduto interessante chiedere notizie alle competenti sfere e possiamo così oggi pubblicare un breve scritto dovuto ad un eminente tecnico della nostre FF. SS., a cui inviamo i nostri ringraziamenti, nel quale non solo si conferma che l'idea, germogliata nel cervello di tanti viaggiatori, fu da tempo — com'ora naturale — presa in considerazione anche dalle Amministrazioni ferroviarie, ma si riassume chiaramente quale sia lo stato attuale del problema nei suoi elementi tecnici e nei suoi rapporti internazionali. Anche il riscaldamento dei veicoli ferroviari è infatti uno di quei problemi che richiedono un accordo fra le nazioni continentali aventi lo stesso scartamento, in considerazione del sempre più esteso uso delle comode vetture dirette in servizio internazionale.

LA REDAZIONE.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente	• 30, — più per postali • 2, —
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	• 30, — più per postali • 3, —
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - sue avventure (broch.)	• 2,50 più per postali • 0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	• 1, — più per postali • 0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	• 3, — più per postali • 1, —
NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche	• 4, — più per postali • 1, —

CONVERTITORI STATICI DI CORRENTE ELETTRICA (RADDRIZZATORI - GENERATORI DI OSCILLAZIONI - MOLTIPLICATORI DI FREQUENZA) □ □ □ □

G. VALLAURI



Relazione presentata alla XXX Riunione Sociale dell'A. E. I.
Napoli, 10 ottobre 1925

SOMMARIO:

- I. *Generalità.* — 1. Circuiti a elementi costanti. - 2. Circuiti a elementi variabili.
- II. *Raddrizzatori.* — 3. Conduttori a resistenza variabile. — 4. Raddrizzamento statico. - 5. Circuiti di raddrizzamento. - 6. Rendimento, regolazione, efficacia dei raddrizzatori. - 7. Raddrizzamento di correnti debolissime - Ricezione radio. - 8. Tipi di raddrizzatori: a) elettrolitici; b) a gas ionizzati; c) a emissione elettronica; d) a contatto. - 9. Caratteristiche dinamiche e irreversibilità dei raddrizzatori.
- III. *Generatori di oscillazioni.* — 10. Generatori sincroni e generatori asincroni. - Resistenza negativa. - 11. Convertitori statici di corrente continua in oscillatoria. - 12. Comportamento dei convertitori statici. - 13. Convertitori ad arco (Poulsen). - 14. Convertitori a tubi elettronici, ad autoeccitazione. - 15. Convertitori a tubi elettronici, a eccitazione separata (amplificatori). - 16. Triodi raddrizzatori. - 17. Rendimento e irreversibilità dei convertitori a triodi. - 18. Tipi speciali e proprietà tecniche dei convertitori a tubi elettronici.
- IV. *Moltiplicatori di frequenza.* — 19. Moltiplicatori a resistenza variabile. - 20. Moltiplicatori a induttanza variabile. - 21. Moltiplicatori magnetici su armoniche dispari. - 22. Moltiplicatori magnetici su armoniche pari. - 23. Moltiplicazione anarmonica per impulso. - 24. Forme tecniche ed uso dei moltiplicatori magnetici.
- V. *Conclusione.*

I. - Generalità.

1. *Circuiti a elementi costanti.* — La trasformazione di corrente alternata (monofase o polifase) in corrente continua o viceversa e la trasformazione di corrente alternata di una data frequenza in altra di frequenza diversa, richiede l'una e l'altra da vari rami della tecnica, si effettuano oggi prevalentemente, se non come numero di apparecchi, certo come quantità di energia trasformata, per mezzo di macchinari rotativi, ossia per via elettromeccanica.

Lo stesso problema, che si può chiamare semplicemente di trasformazione della frequenza, se si conviene di identificare la corrente continua con quella di frequenza zero, si risolve tuttavia anche in altri modi; ed il funzionamento dei dispositivi, usati a tal fine, si può interpretare per mezzo della variabilità, che essi introducono in alcuni fra gli elementi caratteristici di un circuito elettrico. Questi elementi sono: resistenza, induzione propria e mutua, capacità.

Se si ammette che tali elementi siano costanti, è possibile predeterminare il comportamento di un circuito elettrico inerte, in cui essi siano comunque raggruppati, ossia è possibile predeterminare la corrente prodotta in ciascuno dei tratti del circuito da una f. e. m. che venga introdotta in uno di essi. Trascorso il fenomeno transitorio, compiutesi cioè tutte le variazioni che tendono gradualmente a spegnersi (e che non hanno importanza nella risoluzione di un problema, che mira a trasformazioni continue di energia e quindi a stati di regime), l'azione di una f. e. m. continua non può produrre che correnti continue, quella di una f. e. m. armonica semplice non può produrre se non correnti armoniche semplici di periodo eguale a quello della f. e. m. applicata. La proporzione fra le ampiezze della corrente continua e delle varie correnti armoniche, prodotte ciascuna dalla corrispondente f. e. m., può essere grandemente modificata da un tratto all'altro dei circuiti ed in confronto con la proporzione fra le ampiezze delle f. e. m. agenti; ed in ciò consistono quegli effetti che si sogliono chiamare di selettività, di sintonia, di filtrazione o simili, e si usano in molte applicazioni. Ma essi non costituiscono per nulla una trasformazione di frequenza, in quanto che non consentono di render

disponibile su una data frequenza una qualsiasi parte della potenza elettrica, che viene comunicata al circuito su di una frequenza diversa.

In particolare, finché è valida l'ipotesi di R , L , C costanti, e nel caso, semplice fra tutti, di un circuito alimentato da una f. e. m. e , in cui quei tre elementi siano in serie (fig. 1) e per

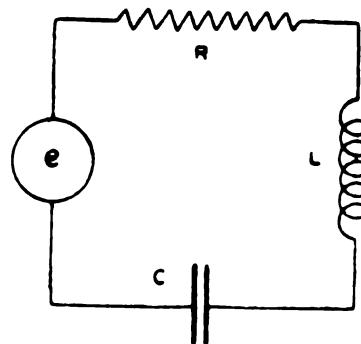


Fig. 1.

il quale si possa ammettere rispettato il principio della continuità (capacità distribuita e dispersione trascurabili), l'equazione generale del circuito, con opportune convenzioni rispetto ai segni, è notoriamente:

$$e - Ri - L \frac{di}{dt} - v_c = 0 \quad [1];$$

in cui la tensione al condensatore può esprimersi con

$$v_c = \frac{1}{C} \int_0^t i dt,$$

se si contano i tempi da un istante in cui la scarica del condensatore era nulla.

2. *Circuiti a elementi variabili.* — Le accennate proprietà generali dei circuiti elettrici non valgono più, quando anche uno solo degli elementi R , L , C non sia costante. In tal caso la definizione stessa di questi parametri diventa incerta e le diverse definizioni, che di un medesimo parametro si sogliono dare, possono diventare fra loro discordanti.

Ad ogni modo, se ci si riferisce allo schema della fig. 1 e con

$$P = \frac{dW_p}{dt}$$

si indica la potenza perduta (ossia il rapporto fra l'energia consumata per effetto di tutte le cause di perdita, agenti sul circuito, ed il tempo corrispondente), con

$$\frac{dW_{em}}{dt}$$

la variazione dell'energia di polarizzazione magnetica (o energia elettromagnetica) concatenata col circuito, e con

$$\frac{dW_{es}}{dt}$$

la variazione dell'energia di polarizzazione elettrica (o energia elettrostatica) concatenata anch'essa col circuito, si ha, per il principio della conservazione dell'energia:

$$ei - \frac{dW_p}{dt} - \frac{dW_{em}}{dt} - \frac{dW_{es}}{dt} = 0 \quad [2].$$

Questa espressione abbraccia evidentemente come caso particolare la [1], quando, supposti R , L , C costanti, si ponga

$$dW_p = R i^2 dt; \quad W_{em} = \frac{1}{2} L i^2; \quad W_{es} = \frac{1}{2} C v_c^2.$$

A rigore l'assoluta costanza di R , di L e di C non è quasi mai perfettamente verificata, ma nei casi ordinari tale costanza può in genere essere ammessa senza inconvenienti. Per contro, nei dispositivi per la trasformazione statica della frequenza, si utilizzano tratti di circuito, che converrebbe forse chiamare *anormali*, e che si possono assimilare a tratti di circuito a elementi variabili.

Questa assimilazione si fa del resto implicitamente, quando si esprime il comportamento del tratto anormale mediante una

particolare relazione caratteristica fra le variabili del fenomeno, quali la tensione v_a ai capi di quello, la corrente i che lo attraversa, la f. e. m. e agente nel circuito, il tempo t , le variazioni e i valori integrali di questi elementi l'uno rispetto all'altro, ecc. Nel caso, che la funzione rappresentante il comportamento del tratto anomalo si possa rendere esplicita rispetto alla tensione v_a ad esso applicata, lo studio dell'intero circuito, in cui il tratto anomalo viene inserito, si può fare sia mediante equazioni di tensioni come la [1], sia mediante equazioni di potenze come la [2], purché si introduca rispettivamente in esse un addendo v_a ovvero $v_a i$.

L'integrazione di tali equazioni presenta maggiori o minori difficoltà a seconda della complessità del circuito, con cui si vuol operare, e soprattutto a seconda della natura della funzione che rappresenta v_a . Il caso più semplice è forse quello, in cui v_a dipende esclusivamente ed univocamente dalla corrente i ; tra i casi più complessi sono da ricordare quelli in cui il valore di v_a dipende da effetti cumulativi o di isteresi, ossia non è soltanto funzione dei valori istantanei e contemporanei delle singole variabili, ma anche della successione, per cui essi valori sono passati precedentemente all'istante considerato.

Uno studio concreto non può esser fatto se non riferendosi a determinati tipi della funzione v_a e a determinati schemi di circuito. Ma prima di accennare ad essi, giova rilevare come, nell'interpretazione dei fenomeni di conversione di frequenza, convenga in ogni caso tener presenti due aspetti principali.

In primo luogo si deve considerare la *conservazione dell'energia*, specie in quelle trasformazioni, in cui l'afflusso e il deflusso di essa, rispetto all'organo che effettua la conversione, non avvengono con egual legge. È tale ad es. il caso della trasformazione di corrente armonica semplice (monofase) in corrente continua o in corrente polifase equilibrata di eguale o di diversa frequenza, in quanto che da un lato si ha variazione ciclica nell'afflusso dell'energia, dall'altro si ha deflusso continuo: ciò che non può avvenire senza accumulazione periodica di energia nell'organo trasformatore. Considerazioni analoghe si possono fare per la trasformazione da corrente continua o da corrente polifase equilibrata in corrente monofase, purché il rendimento della trasformazione sia abbastanza elevato e la funzione di volano non sia sostituita da un assorbimento pulsativo di energia da parte delle azioni dissipative. Così pure nella trasformazione di frequenza fra due correnti monofasi il ritmo dell'afflusso e del deflusso di energia non può essere il medesimo.

In secondo luogo si debbono considerare gli effetti che si possono chiamare di *reazione*, ossia si deve esaminare il comportamento del sistema sotto carico ed in funzione del variare di questo. Non basta invero studiare il dispositivo nei riguardi della possibilità di ottenere una f. e. m., che abbia la desiderata nuova frequenza, ma occorre altresì esaminare come si modifichi il comportamento del dispositivo medesimo, ed in particolare la f. e. m. prodotta, quando essa debba erogare corrente, e fornire quindi potenza elettrica, in un circuito di utilizzazione.

II. - Raddrizzatori.

3. *Conduttori a resistenza variabile.* — In molti casi il tratto di circuito a elementi variabili, che costituisce il conduttore anomalo e serve alla trasformazione di frequenza, può essere, almeno in prima approssimazione, considerato come una resistenza, che varii soltanto in funzione della intensità di corrente. Le proprietà di un tale conduttore possono quindi essere individuate sia dalla funzione $R(i)$, sia da quella $v(i) = i R(i)$, che è la più usata e che, in mancanza di soddisfacenti espressioni analitiche, viene rappresentata mediante un diagramma a caratteristica. E' invalso l'uso di tracciare queste caratteristiche in coordinate cartesiane, prendendo come ascisse le tensioni v e come ordinate le correnti i .

Per un conduttore che obbedisca alla legge di Ohm, la caratteristica è evidentemente una retta passante per l'origine ed il suo coefficiente angolare è l'inversa della resistenza del conduttore (fig. 2, diagr. 1). Per un conduttore metallico ad alto coefficiente di temperatura (quali ad es. le note resistenze zavorra di filo di ferro nel vuoto), e nel caso che ogni punto del diagramma si riferisca ad una condizione di regime, l'andamento della caratteristica non è rettilineo, ma presenta più flessi ed in particolare due tratti quasi rettilinei e paralleli all'asse delle ascisse, lungo i quali il conduttore funziona come limitatore di corrente o regolatore a corrente costante (fig. 2, diagr. 2). Qualitativamente complementare al precedente è il modo di comportarsi di un conduttore, di cui la resistenza decresca al cre-

scere della temperatura, come avviene ad es. per le lampadine a filamento di carbone (fig. 2, diagr. 2').

In questi casi tuttavia, ed in molti altri che si potrebbero esemplificare, la caratteristica è ancora simmetrica rispetto all'origine delle coordinate. Nel caso invece di un conduttore elettrolitico, la caratteristica può prendere forme più complesse e non passare per l'origine. Per es., per un accumulatore (nei limiti di intensità e di capacità ad esso competenti) la caratteristica può essere del genere indicato dal diagramma 3 (fig. 2).

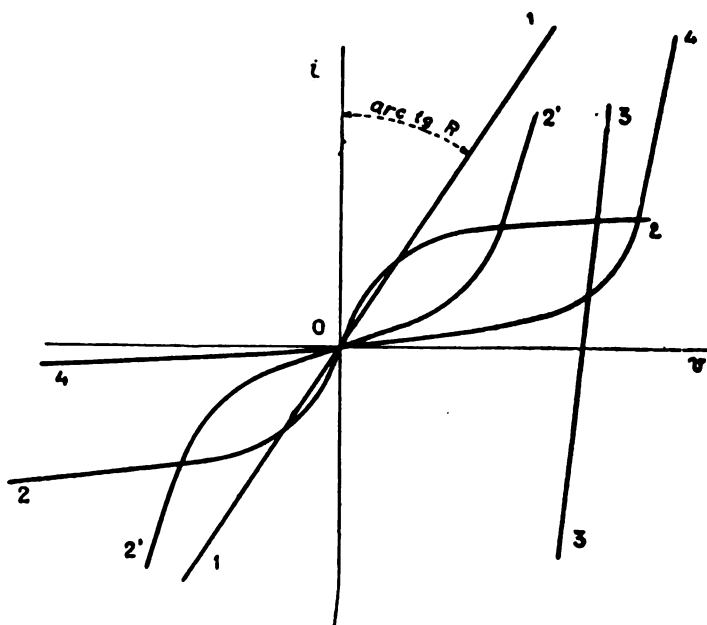


Fig. 2.

In questo caso si ha per i punti nel primo quadrante resistenza positiva, per il punto sull'asse delle ascisse resistenza infinita e per quelli nel quarto quadrante resistenza negativa, ciò che corrisponde alle condizioni di carica, di equilibrio e di scarica dell'accumulatore. Il concetto di resistenza, esteso al rapporto fra tensione applicata agli estremi di un conduttore qualunque e corrente in esso circolante, può dunque condurre a definire anche resistenze negative. Ciò non può verificarsi, come risulta del resto dalla legge di Ohm generalizzata, se non quando nel conduttore considerato abbia sede una f. e. m., cioè quando avvenga una introduzione nel circuito di energia elettrica, proveniente da una sorgente esterna.

4. *Raddrizzamento statico.* — L'azione di raddrizzamento, ossia la trasformazione di corrente alternata in continua o, meglio, la produzione di corrente continua mediante f. e. m. alternata, si può ottenere, con opportuni artifici ed in modo più o meno perfetto, da qualunque conduttore a caratteristica (v, i)

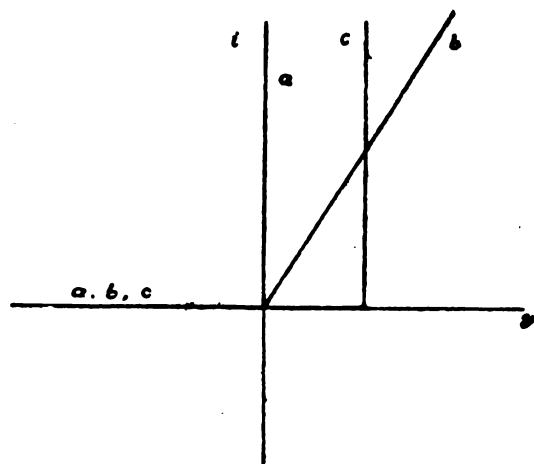


Fig. 3.

curvilinea. Ma si possono considerare come raddrizzatori tipici quelli, in cui la caratteristica, pur passando per l'origine delle coordinate, e sviluppandosi solo nei quadranti primo e terzo (resistenza sempre positiva), assume in essi andamento non simmetrico rispetto all'origine, come accade ad es. per il diagramma 4 della fig. 2. Alcuni casi limite possono essere rappresentati dai diagrammi a, b, c, della fig. 3, per i quali tutti

la resistenza risulterebbe infinita per un verso della corrente e nel verso opposto sarebbe rispettivamente nulla (a), costante (b), decrescente in modo da dar luogo a caduta costante di tensione (c).

Lo studio del comportamento di un circuito semplice, a cui si applichi una f. e. m. alternativa ed in cui sia inserito un raddrizzatore di data caratteristica, riesce assai agevole, quando si ammetta di poter tener conto solo della resistenza ohmica della parte di circuito esterna al raddrizzatore. L'equazione delle tensioni è allora:

$$e - Ri - v_a(i) = 0 \quad [3],$$

essendo $v_a(i)$ la funzione caratteristica del raddrizzatore. Dato allora il modo di variare di e in funzione del tempo, la [3] defi-

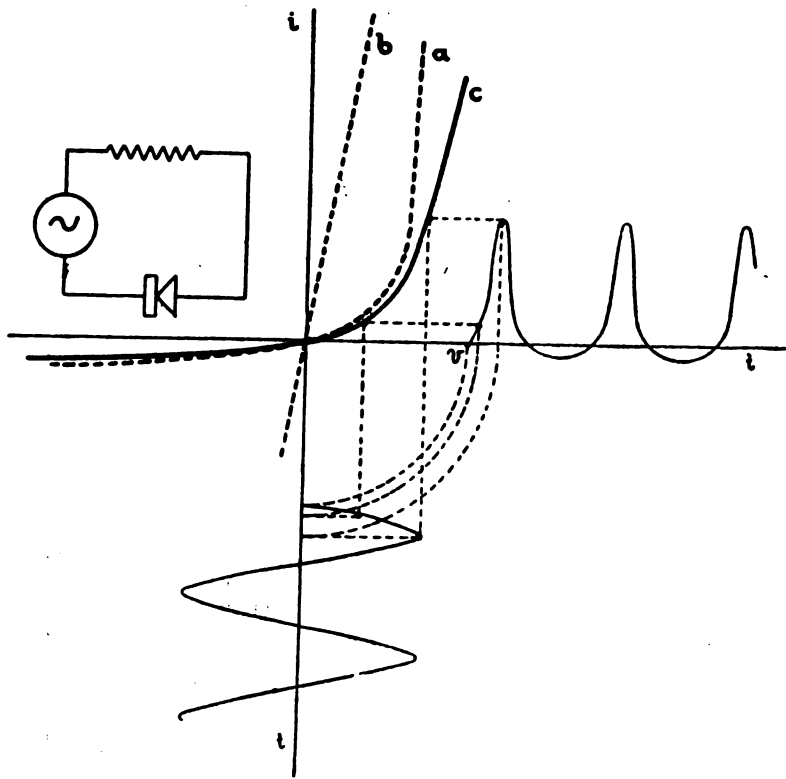


Fig. 4.

nisce il corrispondente modo di variare di i . Per via grafica basta sommare le ascisse delle due caratteristiche di tensione, quella del raddrizzatore (a, fig. 4) e quella della resistenza (b), in modo da ottenere la caratteristica risultante (c); si può allora

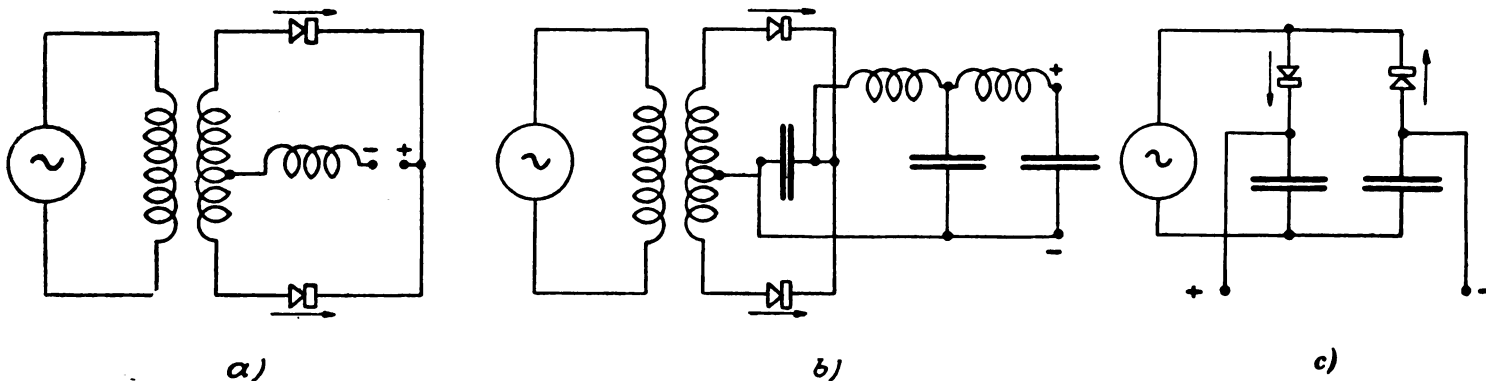


Fig. 5.

usare il prolungamento dell'asse negativo delle i per misurarvi i tempi del diagramma $e(t)$ ed il prolungamento dell'asse positivo delle v per segnarvi i tempi del diagramma $i(t)$ e costruire questo secondo diagramma per punti, supposto dato il primo. La costruzione è di per sé intuitiva e risulta dalla figura.

Ma quando nel circuito siano presenti anche autoinduzioni e capacità, o quando lo schema sia più complesso, così il procedimento grafico, come quello analitico diventano di applicazione più difficile ed occorre spesso limitarsi a deduzioni approssimate ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Per un interessante procedimento applicabile al caso di circuito con resistenza, autoinduzione e raddrizzatore, si veda A. BLANCHARD:

5. *Circuiti di raddrizzamento.* — Nello schema semplice in serie della fig. 4 il raddrizzamento è assai poco perfetto, perchè la medesima corrente circola nel generatore di f. e. m. alternativa e nell'utilizzatore di corrente raddrizzata, e questa corrente contiene bensì una componente di corrente continua, ma contiene anche numerose altre componenti alternate a partire dalla fondamentale, comprese le sue armoniche di ordine pari. Due inconvenienti tipici dei raddrizzatori possono essere infatti da un lato l'introduzione nei circuiti di corrente alternata di correnti continue e di armoniche, dall'altro l'introduzione nei circuiti di corrente continua di ampie componenti alternative.

L'artificio di inserire nel circuito della fig. 4 una autoinduzione smorzatrice esercita un effetto assai poco sensibile, finché lo schema resta del tipo semplice in serie. Notevoli vantaggi si hanno invece ricorrendo a dispositivi simmetrici, che comprendano almeno due raddrizzatori. Uno schema tipico è quello della fig. 5 a, che presuppone la possibilità di disporre di una presa mediana o punto neutro sulla f. e. m. alternativa, ciò che si può ottenere facilmente con l'uso di un trasformatore (o di un autotrasformatore partitore). Con questo dispositivo la presenza di un'autoinduzione in serie nel circuito di corrente raddrizzata risulta assai efficace per rendere quest'ultima poco variabile. La simmetria del dispositivo elimina inoltre la comparsa di armoniche pari nel primario, ma il livellamento della corrente raddrizzata deforma anche le semionde della corrente alternativa. Il circuito magnetico del trasformatore, e più ancora quello della induttanza livellatrice, esercitano la funzione di volano, necessaria per agevolare il passaggio da flusso pulsativo a flusso continuo di energia.

Nel caso che, indipendentemente dalla intensità di corrente erogata, interessi aver disponibile una tensione raddrizzata costante, conviene ricorrere all'uso di condensatori livellatori e di circuiti filtri (fig. 5 b). Coll'aiuto di condensatori si può anche adottare un altro schema simmetrico, che non richiede la disponibilità del punto neutro (fig. 5 c) e di cui è facile fare il confronto con il precedente, rilevandone vantaggi e svantaggi. Sono altresì noti gli schemi di inserzione polifasi, tra cui spesso usato quello esafase che può effettuarsi sia come esafase semplice (fig. 6 a), sia come doppio trifase (fig. 6 b) ⁽²⁾.

Questi schemi più complessi, e gli artifici a cui si è accennato, tendono a rendere più uniforme la corrente continua erogata; le pulsazioni di essa possono invero essere ridotte ad un'aliquota assai piccola, quando l'erogazione avviene su resistenze; ma nel caso della carica di accumulatori, essendo presente una forza controelettrica perfettamente costante, le pulsazioni assumono importanza relativa molto maggiore nella f. e. m. differenziale risultante e le componenti alternate della corrente possono essere notevoli. Riguardo al circuito primario o di alimentazione, la corrente assorbita risulta sempre più o

meno deformata, in confronto con quella che si avrebbe in un circuito a elementi costanti, e lo studio delle perturbazioni che ne conseguono può essere fatto sulla base delle proprietà dello schema adottato e delle caratteristiche dei raddrizzatori, dei tra-

« Raddrizzamento delle correnti alternate », *L'Elettrotecnica*, 15 nov. 1925, vol. XII, N. 32, pag. 799. Per la rappresentazione analitica di diagrammi a spezzata come ad es. quelli della fig. 3 e per l'ulteriore trattazione analitica si potrebbero cercare utili analogie nello studio del LABOCETTA. *L'Elettrotecnica*, 5-15 e 25 luglio 1924, vol. XI, N. 19, 20, 21, pag. 442 e seguenti.

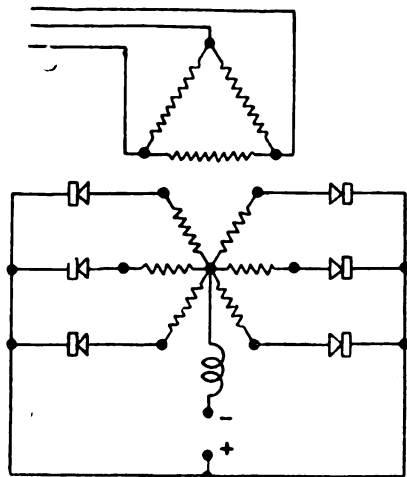
⁽²⁾ Riguardo allo schema in fig. 6 b vedi *L'Elettrotecnica* 5 nov. 1925, vol. XII, N. 31, pag. 774 e *Boll. R. T.*, vol. III, N. 33, pag. 265.

sformatori, delle reattanze e degli altri apparecchi in esso inseriti ⁽³⁾.

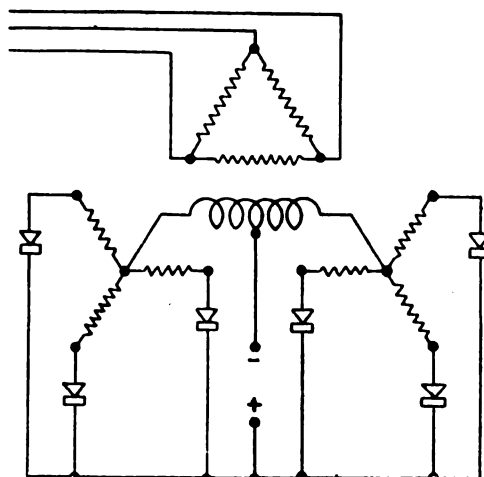
6. *Rendimento, regolazione, efficacia dei raddrizzatori.* — Dal punto di vista delle potenze consumate e delle potenze messe in giuoco ed utilizzate, non si può definire il rendimento di un raddrizzatore, considerato di per sè stesso, ma occorre riferirlo ad un dato circuito di raddrizzamento, in cui esso sia inserito. La caratteristica $i = f(v)$ dà, per mezzo del prodotto $v \cdot i$, la potenza istantanea consumata nel raddrizzatore in ogni condizione di funzionamento; il rendimento risulta quindi tanto più elevato, a pari intensità di corrente, quanto più alta è la tensione applicata e quanto più grande la resistenza del circuito di utilizzazione. Ciò che limita tuttavia la possibilità di migliorare

più elevato, quanto più la corrente continua è « pura », ossia quanto meno è inquinata da componenti alternative. La qualità così caratterizzata potrebbe forse chiamarsi « efficacia » del raddrizzatore, con l'avvertenza di non confondere il significato di tale vocabolo con quello di « rendimento ».

7. *Raddrizzamento di correnti debolissime. - Ricezione radio.* — Una grandezza che può essere assunta come indice dell'« efficacia » (nel senso ora detto) di un raddrizzatore, qualora si ammetta di riferirsi solo a variazioni infinitesime della tensione applicata v , è la seconda derivata $\frac{d^2 i}{dv^2}$ della caratteristica $i = f(v)$. Se si suppone infatti che la tensione v varii periodicamente e simmetricamente di $-dv$ e $+dv$ rispetto ad



a)



b)

Fig. 6.

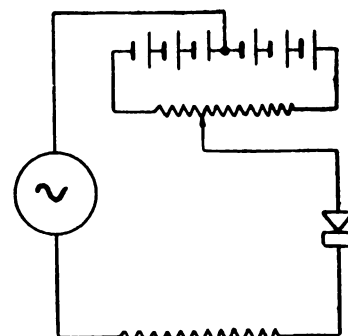


Fig. 7.

il rendimento elevando la tensione al di là di un certo limite, quando pure la scelta della tensione fosse libera, è il fatto che, nella condizione di arresto della corrente, quando cioè la tensione applicata al circuito è di segno opposto a quella per cui il raddrizzatore dà luogo a passaggio di elettricità, tutta la d. d. p. si localizza sul raddrizzatore, il quale non può reggerla al di là di un certo limite.

Nei riguardi della regolazione raramente i raddrizzatori presentano qualche elemento proprio, su cui si possa agire per modificarne il funzionamento, senza agire nè sul circuito di utilizzazione, nè sulla f. e. m. alternata di alimentazione. In particolare il rapporto di trasformazione, cioè quello fra tensione continua e tensione alternata, è rigido e la seconda non può essere modificata se non modificando la prima.

un valor medio v , cui corrisponderebbe sulla caratteristica un valore i di corrente, i due valori che la corrente assume alternativamente sono:

$$i - \frac{di}{dv} dv \quad \text{e} \quad i + \left(\frac{di}{dv} + \frac{d\left(\frac{di}{dv}\right)}{dv} dv \right) dv,$$

ossia la variazione del valor medio di i , in confronto col valore che aveva prima dell'applicazione della tensione alternativa $\pm dv$ è proporzionale a $\frac{d^2 i}{dv^2}$. Poichè, salvo il caso della caratteristica parabolica, la seconda derivata è in genere variabile da punto a punto, l'efficacia del raddrizzamento dipende, per

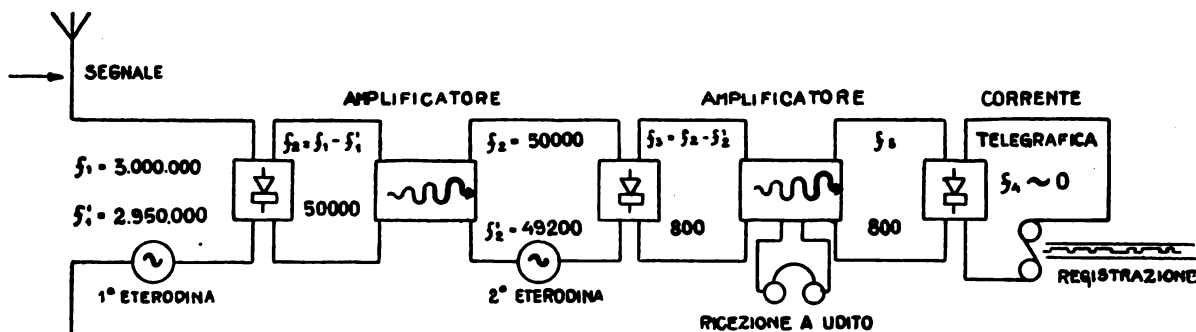


Fig. 8.

Oltre che il rendimento, si può cercare di definire un altro coefficiente di merito di un dispositivo raddrizzatore, il quale tenga conto della proporzione che, nella corrente da esso prodotta, sussiste fra la componente di corrente continua ed il valore efficace della corrente totale, ovvero fra la componente continua ed il valore efficace risultante di tutte le componenti alternative. Questo coefficiente risulterebbe naturalmente tanto

una data caratteristica, dalla condizione media intorno a cui il raddrizzamento si fa avvenire. E per poter scegliere questa condizione media anche fuori dell'origine delle coordinate, ossia fuori della condizione $v=0, i=0$, occorre aver introdotto in circuito anche una f. e. m. continua, il che si fa ad es. mediante un potenziometro (fig. 7), che permette di cercare per tentativi il punto di massima efficacia del raddrizzatore sotto l'azione di deboli tensioni alternative.

Quest'ultimo dispositivo si adopera per la ricezione dei segnali radiotelegrafici, nella quale si ha spesso a che fare con tensioni oscillatorie di frequenza ultraudibile f_1 , ma di cui l'ampiezza varia con frequenza assai minore f_2 . In questo caso il raddrizzatore può essere usato per ottenere una componente di

⁽³⁾ Riguardo all'influenza, che la presenza dei raddrizzatori esercita sulle reti e sulle linee di alimentazione ed in ispecie sul fattore di potenza, si veda l'abbondante letteratura relativa ai convertitori a vapore di mercurio, ed in particolare: C. COHEN, *L'Elettrotecnica* 25 sett. 1925, vol. XII, N. 27, pag. 673.

corrente alternativa avente la minore frequenza f_2 . Non si tratta qui di una vera trasformazione di frequenza (in discesa) da f_1 a f_2 , perchè le pulsazioni di frequenza f_2 debbono preesistere; ma la trasformazione di frequenza si può realmente effettuare combinando con l'azione del raddrizzatore quella della così detta *eterodina*, ossia sovrapponendo alle oscillazioni f_1 altre oscillazioni di frequenza f'_1 , poco diversa, così che ne nascano oscillazioni composite, la cui ampiezza varii con la frequenza differenziale $f_2 = f_1 - f'_1$. Raddrizzando le oscillazioni composite si ottiene appunto una componente di frequenza f_2 . Negli apparati ricevitori radio si trova ripetutamente applicato questo concetto come risulta dall'esempio schematico in fig. 8. Esso si riferisce al sistema detto a *supereterodina*, in cui, per la ricezione di onde corte ($f_1 > 5 \div 10 \cdot 10^6$), la trasformazione in discesa della frequenza mediante l'eterodina vien fatta due volte, allo scopo di passare per una frequenza intermedia ultraudibile, ma non troppo alta (ad es. $3 \div 10 \cdot 10^4$), che ben si presti ad una potente amplificazione. Alle due trasformazioni di frequenza per mezzo di eterodina e raddrizzatore, segue nell'esempio in figura un ultimo raddrizzamento, per ottenere una corrente continua interrotta col ritmo dei segnali Morse (corrente telegrafica).

8. *Tipi di raddrizzatori.* — I più importanti raddrizzatori statici usati nella tecnica si possono raggruppare secondo i tipi:

- a) elettrolitici,
- b) a gas ionizzati,
- c) a emissione elettronica,
- d) a contatto.

a) *Raddrizzatori elettrolitici.* — I raddrizzatori elettrolitici utilizzano le proprietà coibenti di taluni ossidi metallici e specialmente dell'ossido di alluminio. Un elettrolita, in cui siano immersi due elettrodi l'uno di *Al* e l'altro, ad es., di F_e o di P_b , lascia passare corrente verso l'*Al*, che non ne lascia passare in verso opposto, perchè bastano le prime quantità di elettricità passate in quest'ultimo senso a coprire l'*Al* di un velo di ossido, che arresta il passaggio della corrente. Il velo di ossido non regge tuttavia in esercizio normale a tensioni superiori ad alcune decine di volt, così che per tensioni elevate occorre usare più celle in serie; e d'altra parte nel passaggio di corrente verso l'*Al* si hanno perdite per resistenza non trascurabili. Gli apparecchi sono di rendimento relativamente basso e di manutenzione laboriosa e non hanno quindi ormai alcuna importanza industriale, come non hanno più alcuna importanza pratica le cellule elettrolitiche usate un tempo per il raddrizzamento delle oscillazioni nella ricezione radio ⁽⁴⁾.

b) *Raddrizzatori a gas ionizzati.* — I raddrizzatori a gas ionizzati utilizzano le proprietà di conduttività unilaterale, che molti gas presentano, quando si trovano allo stato di ionizzazione in presenza di una coppia di elettrodi aventi proprietà fisiche diverse. Il tipo industrialmente di gran lunga più importante è il raddrizzatore a vapori di mercurio, largamente noto nella tecnica. Esso richiede l'innescamento iniziale ed il passaggio continuativo di corrente per conservare lo stato di conduttività; contiene quindi sempre due o più anodi che si alternano nell'entrare in funzione durante ciascun periodo, ed assai spesso un anodo ausiliario o di eccitazione per garantire la continuità del funzionamento.

Proprietà comune dei raddrizzatori a gas ionizzati è quella di dar luogo, nei limiti di funzionamento normale, a cadute interne di tensione presso che costanti, avvicinandosi così alla caratteristica limite indicata con la lettera *c* nella fig. 3. I raddrizzatori a vapori di mercurio non si prestano per ora per la produzione di tensioni superiori a qualche migliaio di volt al massimo, ma servono anche per potenze molto considerevoli di centinaia e migliaia di kW.

Per piccole potenze e moderate tensioni, e specialmente per la carica di piccole batterie di accumulatori, si diffondono oggi alcuni altri tipi di raddrizzatori a gas ionizzati, in cui lo stato di conduttività (unilaterale) è mantenuto dalla presenza di un catodo, reso incandescente dal passaggio di una corrente elettrica. Questi apparecchi, tra cui sono specialmente noti il *Tungar* della G. E. Co. ed il *Philips* ⁽⁵⁾, possono essere costruiti sia con un solo anodo per il raddrizzamento di una sola semionda, sia con due anodi per il raddrizzamento di ambedue,

(es. fig. 9), sia con più anodi per l'uso con correnti polifasi. L'accensione del filamento o catodo è fatta anch'essa a corrente alternata mediante un circuito a parte, alimentato da un secondario di trasformatore; su questo circuito si deriva il polo positivo dell'utilizzazione. L'emissione elettronica da parte del catodo incandescente non è il veicolo della corrente raddrizzata come nei diodi; infatti, inserendo l'apparechio in un circuito di corrente continua e nel verso favorevole, questa continua a passare anche se si spegne il filamento. Inoltre le intensità di corrente sono di qualche ampere anche per gli apparecchi più piccoli e superano di molto l'emissione elettronica totale del filamento. Le tensioni utili sono di alcune decine di volt.

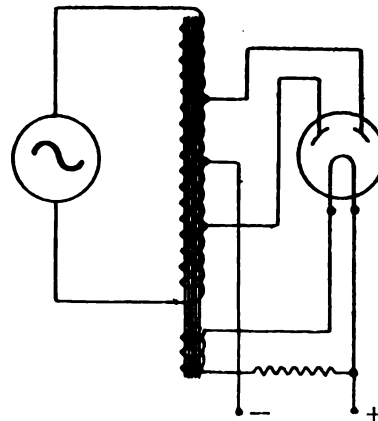


Fig. 9.

Un tipo nuovo, che unisce ai vantaggi dei raddrizzatori ora accennati quello di non aver bisogno del catodo incandescente, è il « *colloid* », testè messo in commercio in Francia ⁽⁶⁾. In esso l'organo raddrizzatore è chiuso in un bulbo di vetro che contiene l'anodo, costituito da una miriade di corpuscoli colloidal di argento, i quali si trovano in sospensione in un liquido non elettrizzabile e sono animati da movimenti browniani di rotazione e di traslazione. Sotto l'azione della corrente essi si giustappongono e stabiliscono la continuità del circuito fra il conduttore di entrata ed il catodo. Questo è costituito da un metallo a ossido isolante e inattaccabile. Trattasi per ora di apparecchi minuscoli, capaci di erogare $1 \div 2$ A sotto 4 o 6 V, con bulbi raddrizzatori previsti per una durata di servizio di alcune centinaia di ore.

In Germania si comincia a diffondere il raddrizzatore a *luminescenza*, usato specialmente per mantenere costantemente in carica le batterie di accumulatori, che alimentano i relais dei dispositivi di protezione degli impianti. In esso si utilizza il potere raddrizzante, che presentano i tubi a luminescenza a due elettrodi, quando questi sono asimmetrici, specialmente nei riguardi della loro estensione. È noto infatti, che in tal caso la scarica passa assai più agevolmente dall'elettrodo piccolo (anodo) al grande (catodo), che non in verso opposto. È possibile dare al gas, contenuto nel tubo, una composizione ed una pressione tali, che permettano l'innescarsi del fenomeno nei limiti della tensione disponibile e senza bisogno di dispositivi ausiliari. All'azione raddrizzante contribuisce anche la natura degli elettrodi; perciò l'anodo si fa ad es. con un blocchetto di carbone, ed il catodo con un sottile lamierino di ferro, ondulato per accrescerne l'estensione. Il gas è un miscuglio di Neon e di Elio. I bulbi hanno dimensioni paragonabili a quelle di una lampadina ad incandescenza, vengono inseriti con interposizione di una resistenza zavorra e possono dare un'intensità di corrente utile di qualche decimo di ampere sotto la tensione di un centinaio di volt al massimo ⁽⁷⁾.

I raddrizzatori a gas ionizzati presentano apprezzabili fenomeni di inerzia o di isteresi, che si rendono manifesti, quando la tensione alternativa varia con frequenza elevatissima.

c) *Raddrizzatori a emissione elettronica.* — I raddrizzatori a emissione elettronica o *diodi* utilizzano la conduttività unilaterale di un tubo a vuoto, contenente due elettrodi, di cui uno solo sia in grado di emettere elettroni. Questa emissione è di solito ottenuta per via termica, dando al catodo la forma di un

⁽⁴⁾ Sullo stesso fenomeno della formazione di strati coibenti di ossido di alluminio si basano, come è noto, i *condensatori elettrolitici*, in cui ambedue gli elettrodi sono di *Al*.

⁽⁵⁾ Vedi M. PARIS: « Prove su raddrizzatori termoionici a bassa tensione », *L'Elettrotecnica* 25 ottobre 1925, vol. XII, N. 30, pag. 748.

⁽⁶⁾ GEN. FERRIÉ: Comunicazione 10 agosto 1925 a l'Académie des Sciences; H. ANDRÉ: « Radio Electricité », 10 ottobre 1925, vol. 6, N. 93, pag. 370.

⁽⁷⁾ A. E. G. Mitt., dic. 1925, pag. 400 - Siemens Z. S., genn. 1926, vol. VI., pag. 1. Digitized by Google

filamento o di un nastro e rendendolo più o meno incandescente per mezzo del passaggio di una corrente elettrica. In tali condizioni il potenziale del catodo varia in realtà da un punto all'altro di esso; ma di solito le differenze di potenziale lungo il filamento catodico sono piccole in confronto con la tensione applicata al diodo. Nel caso di accensione con corrente continua si assume, per convenzione, come potenziale di riferimento, quello dell'estremo negativo del filamento. Con d. d. p. negative il diodo presenta resistenza praticamente infinita e la caratteristica (fig. 10), si confonde con l'asse delle tensioni; in prossimità di d. d. p. nulla, la caratteristica si distacca leggermente dall'asse, perchè l'emissione elettronica conferisce all'apparecchio una sua propria f. e. m. interna. Crescendo la d. d. p. positiva la corrente cresce gradualmente, perchè all'azione della d. d. p. applicata contrasta l'azione elettrostatica, che gli elettroni in moto (carica spaziale) tra catodo e anodo esercitano su quelli susseguenti. Solo quando la tensione applicata supera un certo valore, l'azione della carica spaziale è controbilanciata completamente e l'anodo raccoglie tutta la emissione elettronica, di cui il catodo è capace in funzione della sua superficie e della temperatura a cui è stato portato (corrente di saturazione) (*). L'andamento della caratteristica nel tratto curvilineo ed i valori della tensione per cui si raggiunge la corrente di saturazione dipendono prevalentemente dalla forma e dalla posizione geometrica degli elettrodi. Il valore della corrente di saturazione per un dato diodo dipende solo dalla temperatura del catodo e quindi dalla sua accensione.

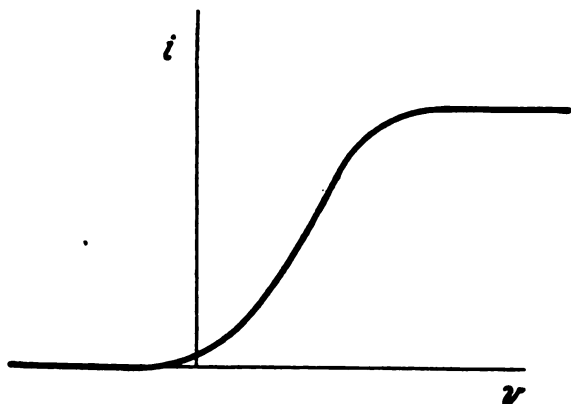


Fig. 10.

Dall'esame della caratteristica (fig. 10) si rileva, come convenga bensì avvicinarsi alla corrente di saturazione per bene utilizzare il diodo, ma non convenga affatto superare la tensione corrispondente, perchè con ciò si aumentano solo le perdite nel diodo senza alcun aumento di corrente raddrizzata. Come catodi si usano filamenti di tungsteno o anche di tungsteno al torio, nei quali ultimi, con un processo di parziale sublimazione, il torio si riporta in superficie, od infine filamenti di platino ricoperti di ossidi di metalli alcalini e alcalino-terrosi (catodi di Wehnelt). I catodi al torio e quelli di Wehnelt sono più costosi, ma presentano il vantaggio di fornire, a pari superficie (grazie al loro maggior potere emittente), la medesima emissione totale con temperature assai più moderate, e quindi con minor cimento e maggior durata dei filamenti. Gli anodi sono per lo più di nichel o di molibdeno, i bulbi di vetro o di quarzo. Il vuoto che in essi viene prodotto è il più elevato, che con i moderni processi la tecnica sappia raggiungere e si misura in milionesimi di millimetro di colonna di mercurio. I diodi sono costruiti oggi industrialmente per correnti di emissione fino a qualche ampere e per tensioni fino ad alcune decine di migliaia di volt. Le principali difficoltà tecniche, che ostacolano la diffusione dei diodi e si accentuano al crescere della loro grandezza e della corrispondente potenza da convertire, derivano dal non facile smaltimento del calore che si sviluppa nel diodo (esso si produce quasi tutto sull'anodo per effetto degli urti degli elettroni, che lo investono), dalla imperfetta tenuta dei passaggi dei conduttori attraverso le pareti del bulbo a vuoto, dai difetti di isolamento e sopra tutto dalla vita relativamente limitata del filamento costituente il catodo. Alcuni costruttori sembra siano riusciti ad effettuare una buona saldatura del vetro col rame, che consente loro di costruire diodi, in cui l'anodo metallico costi-

tuisce una parte dell'involucro ed è a doppia parete per permettere una energica refrigerazione a fluido circolante. Gli schemi di inserzione dei diodi sono quelli stessi già indicati per gli altri raddrizzatori. Allo stato attuale della tecnica i più grossi impianti di diodi raddrizzano al massimo alcune decine di kW e sono usati principalmente per produrre la corrente continua ad alta tensione, richiesta dagli apparati radio. Ma, anche per questo uso, le dinamo ad alta tensione sono da taluno preferite ai diodi.

Nella ricezione radio l'azione raddrizzatrice può essere vantaggiosamente cumulata con un'azione amplificatrice, se in luogo dei diodi si utilizzano i tubi a tre elettrodi, o triodi, di cui di fa cenno più innanzi (§ 16).

d) *Raddrizzatori a contatto.* — I raddrizzatori a contatti puntiformi o a cristalli utilizzano le proprietà dei contatti di estensione limitatissima, i quali in generale non hanno caratteristiche simmetriche e danno quindi luogo ad effetti di raddrizzamento, dovuti ad azioni termiche o termoelettriche o elettrochimiche, ecc. La caratteristica può essere ad es. del tipo della curva 4 in fig. 2. Questi contatti, di cui si possono citare come esempi quello fra una scheggia di carborundum e una lamina d'acciaio, o tra un cristallo di galena e una punta di platino, ecc., sono stati usati largamente nella radiotecnica prima dell'adozione dei triodi. Essi si prestano solo al raddrizzamento di correnti molto deboli (frazioni o al massimo unità di milliampere) sotto tensioni di pochi volt e non hanno quindi alcuna importanza per la produzione di corrente continua, ma servono invece per la trasformazione di correnti oscillatorie, (che abbiano forma di treni staccati di onde o presentino battimenti per interferenza o siano modulate telefonicamente), in correnti a frequenza acustica, che permettono la ricezione dei segnali a udito. La loro stabilità è raramente bastevole a consentirne l'uso anche a scopo di misura. Per essi viene spesso adoperato il dispositivo di sensibilizzazione a potenziometro (fig. 7), al fine di portarli nella condizione, in cui il raddrizzamento avviene con la maggiore efficienza (§ 7). Poichè nella maggior parte dei casi i raddrizzatori a contatto sono di resistenza elevata, essi vengono di solito inseriti in derivazione sul circuito oscillatorio, che vien messo in risonanza per il segnale da ricevere; in serie col raddrizzatore (o rivelatore) si pone il telefono (anch'esso di resistenza elevata) ed eventualmente il potenziometro (fig. 11).

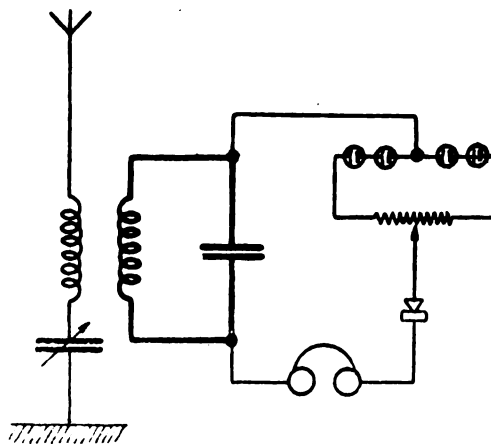


Fig. 11.

Un tipo di raddrizzatore che, a malgrado del suo rendimento assai modesto, sembra trovi qualche impiego per produrre le basse tensioni continue, richieste per l'accensione dei triodi nei radioricevitori, è quello termoelettrico: in esso la corrente alternata passa in un conduttore, che riscalda i soli contatti di ordine pari (o dispari) di una catena di coppie termoelettriche, le quali forniscono quindi a loro volta una f. e. m. continua. Sullo stesso principio si basano numerosi dispositivi ed apparecchi per la misura di deboli correnti alternative.

9. *Caratteristiche dinamiche e irreversibilità dei raddrizzatori.* — Nell'esaminare il funzionamento dei raddrizzatori statici si è fatto uso della caratteristica $i = f(v)$ di ciascuno di essi, ammettendo, come si è detto, che essa sia univoca, cioè che ad un dato valore istantaneo di v corrisponda sempre il medesimo valore di i , qualunque sia stata la storia precedente del raddrizzatore e qualunque sia la rapidità con cui la tensione va variando. Come si è accennato a proposito dei raddrizzatori a gas ionizzato (§ 8 b), tale ipotesi non è rigorosamente vera

(*) Solo nel caso in cui la d.d.p. applicata potesse raggiungere valori eccezionalmente elevati e provocare un campo elettrico molto intenso alla superficie del catodo, si avrebbe un incremento di emissione elettronica indipendente dalla temperatura del filamento.

e la caratteristica univoca si riferisce il più delle volte solo al caso, in cui ciascun suo punto rappresenti una condizione di regime con tensione e corrente costanti. Perciò essa si suol chiamare *caratteristica statica*. Nel caso di variazioni rapide e cicliche di tensione, le variazioni corrispondenti di corrente avvengono in modo, che il punto rappresentativo della condizione di funzionamento si sposta spesso non già su di un arco della caratteristica statica, sibbene lungo un ciclo chiuso, che alla caratteristica statica si approssima più o meno strettamente a seconda del tipo di raddrizzatore e a seconda della frequenza. Questi diagrammi, che si possono rilevare con procedimenti oscillografici o simili, si chiamano *caratteristiche dinamiche*; esse giustificano spesso, col loro andamento, le differenze fra i risultati sperimentali e le previsioni formulate sulla base delle caratteristiche statiche. Per esempio alle frequenze elevatissime assume importanza sempre maggiore la capacità elettrostatica fra i due elettrodi o armature del raddrizzatore, la quale, dando luogo a reattanza tanto minore, quanto più alta è la frequenza, permette un passaggio di corrente alternativa sempre più intensa, per una via che si sottrae all'azione raddrizzatrice. In altri casi gli effetti d'inerzia, che accompagnano i fenomeni termici, o elettrolitici, o di ionizzazione, danno luogo anch'essi ad un comportamento tanto più deformato in confronto con la caratteristica statica, quanto più alta è la frequenza. Tuttavia per alcuni tipi di raddrizzatori, quali i diodi ed i contatti o cristalli, l'azione raddrizzatrice non vien meno, nè si modifica sostanzialmente, neppure alle più alte frequenze oggi in uso nella radiotecnica, così che i fenomeni ora accennati non si potrebbero per essi apprezzabilmente osservare, se non spingendosi a frequenze ancora molto più alte.

I raddrizzatori statici non sono di per sé stessi reversibili, cioè non possono servire, direttamente e senza speciali artifici, alla trasformazione inversa, consistente nel passaggio da corrente continua a corrente alternata, monofase o polifase, di data frequenza. Questa trasformazione, che si suol chiamare generazione di oscillazioni, si effettua di solito con procedimenti alquanto diversi, a cui si accenna nella parte seguente.

(Continuati).

PROPAGAZIONE DELLE CORRENTI DI TERRA NEGLI IMPIANTI ELETTRICI E FENOMENI CONNESSI DI INDUZIONE ELETTROMAGNETICA SULLE LINEE DI TELECOMUNICAZIONE □ □ □ □

FRANCESCO AJANI

(Continuazione e fine, v. N. 8, pag. 157).

7. — Il comportamento di un cavo telefonico sostenuto da una fune metallica posta praticamente a terra, ed in vicinanza di una linea ferroviaria a trazione monofase è analogo a quello sopraricordato e studiato da Plejel.

Le prime ricerche in proposito sono dovute ai Signori Krause e Zastrow del laboratorio centrale della Siemens e furono pubblicate nelle « Wissenschaftliche Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern », 1922.

E' risaputo che in un circuito telefonico anche in cavo non si annulla il disturbo di origine elettromagnetica, solo è attenuato dalla simmetria dei fili costituenti la coppia. Qualora però i due fili telefonici racchiusi in cavo vengano collegati ad una linea aerea, questa simmetria viene in parte ridotta: ne conseguono disturbi notevoli nel circuito telefonico che specie su linee interurbane possono pregiudicare la comunicazione. Unico rimedio è l'inserzione fra il circuito telefonico in cavo e la linea aerea di bobine di traslazione che rendono inefficaci sulla coppia in cavo le inevitabili asimmetrie che si verificano sulla linea aerea. Per quanto semplice possa apparire questo provvedimento, pure, in pratica, per una imperfetta conoscenza del fenomeno, viene talvolta dimenticato (vedere ad es., sentenza d'arbitrato emessa dallo scrivente nella vertenza fra la Società Telefonica Ing. V. Zangelmi e la Società Verbano di Tramvie elettriche - Tribunale di Pallanza, 1923).

Il diagramma dà un'idea più precisa del comportamento di un cavo telefonico sottopiombo influenzato dalla corrente di tra-

zione $(1 - k) I_0$. Questa induce nei fili vicini e nella guaina del cavo una f. e. m. E_0 , che dà una corrente I_c spostata di fase di φ , in dipendenza della reattanza del circuito. La corrente I_c induce alla sua volta una f. e. m. E_c nei fili, la quale componendosi con E_0 dà luogo ad una f. e. m. indotta E . Come si vede, dal punto di vista analitico il problema è analogo a quello di Plejel. Anche in questo caso ha somma importanza il fattore

$k_g = \frac{j\omega m}{r_g + j\omega l_g}$ ove $r_g l_g g_g (c_g = 0)$ sono le costanti chilometriche

della guaina di piombo che, per ipotesi semplificatrice, viene supposta completamente a terra e quindi percorsa da una corrente costante I_g .

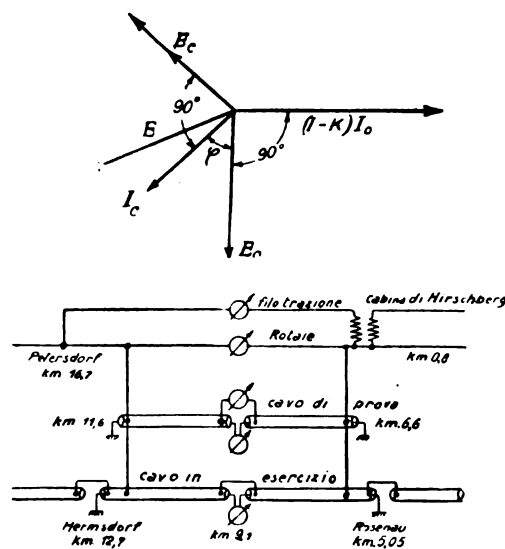


Fig. 17.

La f. e. m. indotta da I_g nel filo telefonico è:

$$E_{gf} = -j\omega M_{gf} I_g$$

La f. e. m. indotta da I_0 pure nel filo telefonico è:

$$E_{of} = -j\omega M_{of} I_0$$

La risultante

$$(30) \quad E_f = E_{gf} + E_{of} = -j\omega I_0 (k_g M_{gf} + M_{of})$$

ove M_{of} è proporzionale ad m = coefficiente d'induzione mutua di due circuiti con ritorno per terra.

La corrente totale che percorre il filo telefonico sarà:

$$(31) \quad I = I_t + k I_d$$

ove I_t è la corrente telefonica propriamente detta e la $k I_d$ è quella di disturbo; il fattore di accoppiamento k è uguale:

$$(32) \quad k = j\omega \frac{M_{of} - k_g M_{gf}}{R + j\omega L}$$

ove R, L, G, C sono le costanti del circuito telefonico.

La condizione optimum per una trasmissione telefonica sarebbe $k = 0$, ossia $M_{of} = k_g M_{gf} = -j\omega \frac{m M_{gf}}{r_g + j\omega l_g}$

e siccome date le piccole dimensioni del cavo si può ritenere con sufficiente approssimazione $M_{of} = m$, si avrà per la condizione suaccennata $r_g = 0, l_g = M_{gf}$.

Una conferma è data dal seguente esperimento fatto ⁽¹⁵⁾ su un cavo a 50 coppie di fili, ciascun filo di 0,8 mm di diametro, steso parallelamente ad una linea ferroviaria monofase per tre chilometri e contenente 31 fili telegrafici. Tabella VII.

TABELLA VII.

Numero fili messi a terra	0	2	6	10	20	30	40	50	70	94
Diminuzione in % della f. e. m. disturb.	0	1	5	10	16	21	26	33	41	46

Frutto di questi studi teorici è stato per la Ditta Siemens Halske, un nuovo tipo di cavo, nel quale per aumentare la

costante di tempo $\frac{L}{R}$ della guaina di piombo, venne introdotta una corona, concentrica coll'anima, di 63 fili di rame del diametro di 1 mm in buon contatto col piombo. Un tronco di cavo campione venne posato parallelamente alla linea ferroviaria elettrificata Hirschberg-Grüntal fra le stazioni di Rosenau ed Hermisdorf ⁽¹⁹⁾.

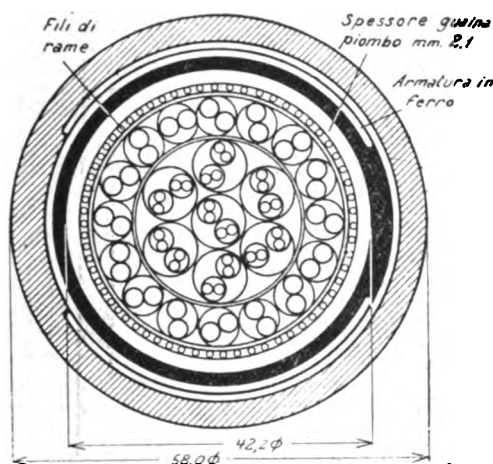


Fig. 16.

La fig. 17 dà un'idea della disposizione delle prove. La linea monofase veniva alimentata a corrente costante; le misure della corrente nel filo di trazione, nelle rotaie, nella guaina di

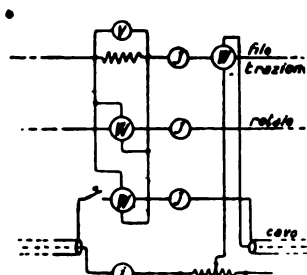


Fig. 18.

piombo vennero fatte come da schema (fig. 18). I risultati delle misure sono raccolti nella tabella seguente (Tab. VIII).

Degni di menzione sono le prove eseguite pure da Zastrow ⁽²⁰⁾ su una linea in cavo avente un parallelismo di circa 6,4 km ed una distanza d di 24 metri.

Nonostante l'azione compensatrice della guaina di piombo, si rileva la relativa costanza, rispetto alla frequenza, come nelle misure su linee aeree, del coefficiente d'induzione mutua. Tabella X.

In un'altra prova Zastrow ottenne i dati seguenti. Tab. IX. Occorre però osservare (a parte la diversa azione compensatrice delle guaine di piombo, trattandosi nel primo caso di un cavo speciale a doppia copertura di piombo) che data l'estrema vicinanza (2 m) del cavo alla rotaia, qui il fenomeno deve essere come effettuantesi nella II^a e III^a (fig. 15).

8. — Quale importanza assume lo studio dei disturbi induttivi nella telefonia interurbana con cavi pupinizzati e con amplificatori intermedi, lo si può dedurre subito dalla seguente tabella (Tab. XI) dovuta a Küpfmüller ⁽²¹⁾. Si vede che mentre per un breve tratto di cavo (la tabella si riferisce ad un cavo avente i conduttori 1,4 mm di diametro e le stazioni amplificatrici inserite ogni 150 km) si può ritenere l'induzione quasi nulla, se paragonabile ad una attenuazione $b = 6,5$; per lunghezze notevoli di cavo, il fenomeno induttivo cresce molto rapidamente (1500 km, $b = 4,2$).

Interessa poi conoscere quale altro effetto può produrre il fattore di disturbo k/d supposto questo introdotto all'inizio assieme alla corrente telefonica I_t , in un cavo costituito da n sezioni uguali fra di loro. Un calcolo semplicissimo dà la ten-

TABELLA VIII.

Misure eseguite sul cavo di prova

Corrente filo trazione	Corrente nella rotaia in $\frac{1}{2}$ della corrente del filo	Sfasa- mento corrente filo corrente rotaie	Corrente nella guaina del cavo		f. e. m. indotta		
			in $\frac{1}{2}$ della corrente filo trazione	Sfasa- mento corrente filo corrente guaina	assoluta	per 100 A/km	Sfasa- mento corrente filo trazione f. e. m. indotta
1 ^a misura: Feeder con corrente Tempo: Asciutto							
68 A	—	—	11 %	164°00'	7,5 V	2,2 V	172°00'
92 »	—	—	11 »	165°30'	9,9 »	2,1 »	180°00'
112 »	1 %	111°50'	10 »	164°00'	10,9 »	1,9 »	172°00'
118 »	1 »	111°50'	10 »	165°00'	11,6 »	1,9 »	175°00'
135 »	1 »	112°30'	10 »	166°00'	12,7 »	1,9 »	172°00'
155 »	1 »	115°30'	9 »	164°00'	13,6 »	1,8 »	170°00'
2 ^a misura: Corrente nel filo di trazione. Tempo: Pioggia							
75 A	7 %	114°00'	10 %	180°00'	9,3 V	2,5 V	180°00'
103 »	7 »	114°40'	10 »	169°00'	12,0 »	2,3 »	180°00'
118 »	8 »	115°20'	10 »	165°00'	13,5 »	2,3 »	173°00'
134 »	8 »	117°00'	9 »	167°10'	14,5 »	2,2 »	180°00'
149 »	9 »	117°30'	9 »	165°00'	15,9 »	2,1 »	170°00'
163 »	9 »	117°20'	9 »	—	16,8 »	2,0 »	169°00'
188 »	9 »	119°30'	8 »	—	17,5 »	18 »	—

Corrente filo trazione	Corrente nelle rotaie		f. e. m. indotta		Sfasamento corrente filo trazione f. e. m. indotta
	in %, della corrente nel filo trazione	Sfasamento corrente filo trazione rotaie	assoluta	per 100 A km	
<i>Misure eseguite sul cavo in esercizio</i>					
<i>3^a misura: Feeder con corrente.</i>					
<i>Tempo: Asciutto</i>					
97 A	1 %	—	36,8 V	7,2 V	133°00'
96 »	1 »	113°50'	52,8 »	7,1 »	133°40'
110 »	1 »	114°20'	60,0 »	7,1 »	137°20'
124 »	1 »	114°20'	68,0 »	7,1 »	132°00'
142 »	1 »	112°20'	76,0 »	7,0 »	134°00'
154 »	1 »	112°20'	80,0 »	6,8 »	135°00'
<i>4^a misura: Corrente nel filo trazione.</i>					
<i>Tempo: Pioggia</i>					
74 V	7 %	115°50'	39,2 V	7,0 V	133°20'
102 »	8 »	115°10'	54,0 »	6,9 »	133°10'
117 »	8 »	115°40'	61,2 »	6,8 »	134°00'
131 »	9 »	117°40'	67,2 »	6,7 »	135°30'
148 »	9 »	119°00'	75,0 »	6,6 »	136°00'
162 »	9 »	119°20'	80,5 »	6,5 »	136°10'
179 »	10 »	120°30'	87,5 »	6,4 »	136°50'

TABELLA IX.

Periodi	Corrente nel filo Trazione A	Corrente nelle rotaie in % della corrente filo trazione	f. e. m. indotta	
			assoluta V	per 100 A km V
16	50,0	1	12,8	4,5
365	7,5	14	0,69	1,4
610	7,8	20	0,49	1,0
815	7,8	23	0,34	0,7
955	8,0	25	0,37	0,7
1040	8,2	28	0,39	0,7
Lunghezza del parallelismo 4,9 km. Distanza del cavo dalle rotaie metri 2.				

TABELLA X.

Periodi	Corrente nel filo Trazione A	Corrente nelle rotaie in % della corrente filo trazione	f. e. m. indotta	
			assoluta V	per 100 A km V
16	143,0	12	47,0	6,8
500	5,4	41	2,8	10,6
670	5,4	45	2,8	10,6
805	5,8	45	2,7	9,9

⁽¹⁹⁾ Beiträge zum frage der Schwachstromstörungen deuch Wechselstrombahnen - Berlin, 1925.

⁽²⁰⁾ E. T. Z. - 36 - 1925, pag. 1368.

⁽²¹⁾ Das Fernsprechen im Weitverkehr, 1923.

TABELLA XI.

Lunghezza del cavo.....	0	300	600	900	1200	1500 km.
Attenuazione b.	6,5	5,8	5,1	4,7	4,4	4,2

sione e la corrente all'estremo di un filo di linea

$$(33) \quad V_f = V_i \cosh n \gamma s - Z I_i \sinh \gamma n s - k s I_d \frac{\sinh \gamma n s}{\sinh \gamma s}$$

$$(34) \quad I_f = I_i \cosh n \gamma s - \frac{V_i}{Z} \sinh \gamma n s + k s I_d \frac{\cosh n \gamma s - 1}{Z \sinh \gamma s}$$

ove al solito γ = costante di propagazione;

Z = impedenza caratteristica.

Le relazioni avrebbero la stessa forma se si sostituisce a γ la $\bar{\gamma}$ equivalente del cavo Pupin colla nota limitazione

$$(35) \quad \omega_0 = \omega \sin \frac{\alpha s}{2}$$

ω_0 = frequenza limite;
 α = costante di velocità.

$\cosh$ = coseno iperbolico $\sinh$ = seno sperbolico

Condizione perchè nel filo ad $I_i = 0$ corrisponda $I_f = 0$ deve essere:

$$(36) \quad V_0 \text{ (tensione verso terra)} = \frac{k s I_d}{\sinh \gamma s} \tanh \frac{n}{2} \gamma s$$

e supposto il cavo di lunghezza tale da ritenere $\tanh \frac{n}{2} \gamma s \approx 1$

$$(37) \quad V_0 = \frac{k s I_d}{\sinh \gamma s}$$

V_0 prende valori singolari ogni volta che $\sinh n \gamma s = 0$ ossia

$$n \gamma s = j k \pi, \quad n s = k \pi \quad (k = 1, 2, 3 \dots n)$$

Per un cavo pupinizzato si avrà dunque:

$$(38) \quad V_0 = k s I_d \frac{\tanh \frac{n \pi}{2}}{\sinh \frac{n \pi}{2}}$$

$V_0 = 0$ per n pari (eccettuato 0);

$V_0 = \pm \infty$ per n dispari.

Drosde ⁽³⁾ ha calcolato l'andamento in funzione della frequenza di un cavo senza perdite costituito da sei sezioni:

$$s = 2 \text{ km} \quad R_g = 1 \text{ } \omega \text{ km} \quad l_g = 5.10^{-3} \text{ H km}$$

Poichè il campo pratico di variazione delle frequenze di disturbo (ad esempio quelle create dall'avviamento dei motori) di risulta dal diagramma (fig. 19) una spiegazione dei relativi suoni alti e bassi che si odono su fili di cavo per induzione, ad esempio all'avviarsi di un locomotore.

Agli effetti della trasmissione telefonica quello che importa in pratica non è la V fra filo e terra, ma la d. d. p. fra filo e filo.

Si ha infatti:

$$(39) \quad V_1 - V_2 = k s I_d \left(\frac{\tanh \frac{n}{2} \gamma_1 s}{\sinh \frac{n}{2} \gamma_1 s} - \frac{\tanh \frac{n}{2} \gamma_2 s}{\sinh \frac{n}{2} \gamma_2 s} \right)$$

ove γ_1 = costante di propagazione del filo 1

γ_2 = " " " " " 2

oppure approssimativamente:

$$(40) \quad V_1 - V_2 = k s I_d \left(\frac{1}{\gamma_1} - \frac{1}{\gamma_2} \right)$$

e cioè in funzione delle costanti specifiche della linea.

Per dare un'idea si supponga che γ_1 e γ_2 presentino una differenza di capacità.

La tabella seguente (Tab. XII) calcolata da Küpfmüller dà la tensione al ricevitore e l'equivalente attenuazione.

TABELLA XII.

Differenza fra i due fili della capacità per km. rispetto a terra	100	200	500	1000 $\mu\mu F$
Tensione efficace indotta nel telefono	0,0013	0,0025	0,0063	0,013 V
Attenuazione equivalente.	5,1	4,4	3,5	2,8

Come ed in qual modo si possa effettuare la compensazione di queste d. d. p. si rimanda il lettore agli studi di Küpfmüller.

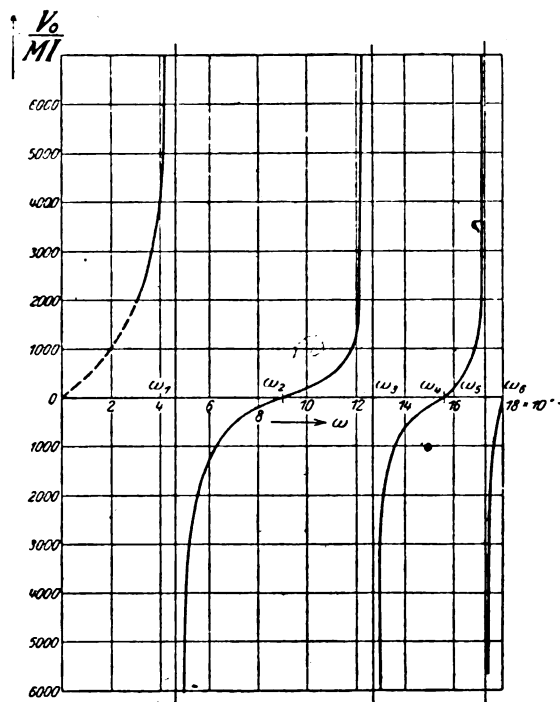


Fig. 19.

Concludendo: Dall'esame critico delle solite formule dell'induttanza mutua per circuiti aventi ritorno a terra, si è venuto formando una nuova teoria della propagazione delle correnti alternate nel terreno che trova una maggiore corrispondenza nei fenomeni pratici.

E' stato fatto rilevare a più riprese la necessità di altre prove, esperimenti: e questo scritto avrà raggiunto completamente il suo modesto scopo se potrà essere l'incentivo anche fra noi di ulteriori studi e ricerche.

* *

APPENDICE I.

Lo svolgimento si basa sulle classiche trattazioni di Maxwell ed Heaviside (*Electromagnetic Theory*, vol. I, pag. 219) e segue in parte quanto ha esposto O. Tedone: « Sul principio di Huygens in un campo elettromagnetico » - Rend. Lincei (5) 26, 1° sem. 1917.

Sia P un punto sorgente: il campo è quindi essenzialmente radiale e continuo, eccezion fatta di una superficie S_1 che delimita il punto stesso. Coll'aiuto dell'analisi vettoriale si tratta di trovare una relazione fra l'integrale delle tensioni fittizie Maxwelliane distribuite sulla superficie S_1 che comprende il punto e l'integrale di volume racchiuso fra una superficie S qualsiasi ed il punto P . Naturalmente si suppone che il volume compreso da S_1 sia contenuto tutto nel volume limitato da S .

Il tensore di Maxwell può essere espresso nel modo seguente: (Abraham: *Theorie der Elektrizität*, vol. I, pag. 27).

$$\mathbf{T} = \left[\nabla \frac{1}{r} [\mathbf{E} ds] \right] + \Delta \frac{1}{r} \cdot \mathbf{E} ds$$

ove ∇ = operatore di Hamilton;

$| |$ = segno di vettor-prodotto;

r = raggio vettore;

$\mathbf{E}$ = vettore forza elettrica.

Il calcolo vettoriale dimostra la seguente relazione:

$$\int_V \left[\nabla \frac{1}{r} [\mathbf{E} ds] \right] + \int_V \nabla \frac{1}{r} \cdot \mathbf{E} ds = \int_V dv \left(\nabla \frac{1}{r} \cdot d\mathbf{v} \cdot \mathbf{E} + \right. \\ \left. + \mathbf{E} \cdot \mathbf{E} \operatorname{div} \frac{1}{r} - \left[\nabla \frac{1}{r} \cdot \operatorname{rot} \mathbf{E} \right] - \left[\mathbf{E} \cdot \operatorname{rot} \frac{1}{r} \right] \right)$$

che applicata alla superficie S_1 ove la forza elettrica s'è E_1 e supposto $E_1 = 4 \pi E_m$ (E_m valore medio di E su S_1), dà:

$$\mathbf{E}_1 = \frac{1}{4 \pi} \int_V \nabla \frac{1}{r} \cdot \operatorname{div} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{v} - \frac{1}{4 \pi} \int_V \nabla \frac{1}{r} \cdot \mathbf{E} ds + \\ + \frac{1}{4 \pi} \int_V \left[\operatorname{rot} \mathbf{E} \cdot \nabla \frac{1}{r} \cdot d\mathbf{v} \right] - \frac{1}{4 \pi} \int_V \left[\nabla \frac{1}{r} \cdot [\mathbf{E} ds] \right]$$

$$\text{essendo } \operatorname{div} \nabla \frac{1}{r} = 0 \quad \operatorname{rot} \Delta \frac{1}{r} = 0$$

espressione che collima col risultato di Tidone.

Nel caso pratico la forza elettrica è variabile sia nello spazio che nel tempo. Uno sviluppo di calcolo vettoriale, qui inutile a riportare, che tiene conto delle espressioni differenziali di $\operatorname{div} E$ e $\operatorname{rot} E$, rispetto a $t + m r$, ove m è una costante da determinare conduce alla seguente relazione:

$$\mathbf{E} = \frac{1}{4 \pi} \int_V \frac{\operatorname{rot}^2 \mathbf{E} + m^2 \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2}}{2} d\mathbf{v} - \frac{\nabla}{4 \pi} \int_V \frac{\operatorname{div} \mathbf{E}}{r} d\mathbf{v} + \\ + \frac{m}{4 \pi} \frac{\partial}{\partial t} \int_V \frac{[\bar{r}_0 [\mathbf{E} \bar{n}]]}{r} ds - \frac{1}{4 \pi} \int_V \mathbf{E} \cdot \bar{n} \nabla \frac{1}{r} ds + \\ + \frac{1}{4 \pi} \int_V \left[\nabla \frac{1}{r} [\mathbf{E} \bar{n}] \right] ds - \frac{m}{4 \pi} \frac{\partial}{\partial t} \int_V \frac{\bar{r}_0}{r} \mathbf{E} \bar{n} ds - \\ - \frac{1}{4 \pi} \int_V \frac{\bar{n} \operatorname{rot} \mathbf{E}}{r} ds$$

ove $\bar{r}_0$, $\bar{n}$ sono vettori unità presi nelle rispettive direzioni del raggio vettore e della normale n alla superficie ds . Inoltre (Abraham: I. c., vol. I, pag. 268).

$$4 \pi \sigma \mu \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} + \frac{\varepsilon \mu}{c^2} \frac{\partial^2 \mathbf{E}}{\partial t^2} = - \operatorname{rot}^2 \mathbf{E}$$

$$\varrho' = \frac{\operatorname{div} \mathbf{E}}{4 \pi c^2} \quad \Omega = \frac{\mathbf{E}_2 \cdot \mathbf{E}_1}{4 \pi c^2} \bar{n}$$

ove ϱ' = densità di volume — Ω = densità superficiale, σ , μ , ε , c , sono le notazioni solite della conducibilità, permeabilità, costante dielettrica e costante universale. Si ottiene

$$\mathbf{E} = - \frac{1}{4 \pi} \frac{\partial}{\partial t} \int_V \frac{4 \pi \sigma \mu \mathbf{E} + \left(\frac{\varepsilon \mu}{c^2} - m^2 \right) \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}}{r} d\mathbf{v} - c^2 \nabla \int_V \frac{\varrho'}{r} d\mathbf{v} \\ + \frac{m}{4 \pi} \frac{\partial}{\partial t} \int_V \frac{[\bar{r}_0 [\mathbf{E} \bar{n}]]}{r} ds - \frac{1}{4 \pi} \int_V \frac{[\bar{n} \cdot \operatorname{rot} \mathbf{E}]}{r} ds + \\ + \frac{1}{4 \pi} \int_V \left[\nabla \frac{1}{r} [\mathbf{E} \bar{n}] \right] ds - \frac{1}{4 \pi} \int_V \mathbf{E} \bar{n} \cdot \nabla \frac{1}{r} ds - \\ - \frac{m}{4 \pi} \frac{\partial}{\partial t} \int_V \frac{\bar{r}_0}{r} \mathbf{E} \bar{n} ds$$

Per calcolare E in tutto lo spazio, occorre supporre che su una superficie posta all' ∞ , si riduce a zero: sarà quindi necessario che il coefficiente m abbia un valore negativo e quindi $m = -p$ ove p è una grandezza essenzialmente positiva.

$$\mathbf{E} = \frac{\partial}{\partial t} \int_V \frac{4 \pi \sigma \mu \mathbf{E} + \left(\frac{\varepsilon \mu}{c^2} - p^2 \right) \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t}}{r} d\mathbf{v} - c^2 \nabla \int_V \frac{\varrho'}{r} d\mathbf{v} \\ + c^2 \int_V \Omega \cdot \nabla \frac{1}{r} \cdot ds - p c^2 \frac{\partial}{\partial t} \int_V \frac{\bar{r}_0}{r} \Omega ds -$$

$$- \frac{1}{4 \pi} \frac{\partial}{\partial t} \int_V \frac{[\mathbf{H} \bar{n}] (\mu_2 - \mu_1)}{r} ds$$

che colle abbreviazioni introdotte nel testo si riduce a

$$\mathbf{E} = - \frac{\partial \mathbf{K}}{\partial t} - \nabla \psi$$

*

APPENDICE II.

La relazione

$$(9) \quad \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = -k \frac{\partial^2}{\partial t^2} \int_V \frac{I}{r} dx + c^2 \nabla \int_V \frac{1}{r} \frac{\partial I}{\partial x} dx - \\ - c^2 \nabla \int_V \frac{I \bar{n}}{r} dx_1$$

data nel testo come applicazione dello studio dell'Appendice I può sembrare a prima vista involuta e lontana da un risultato pratico; invece poche osservazioni basteranno per raggiungere l'espressione finale, e servirà a dimostrare l'efficacia dell'analisi vettoriale in questi studi.

Ricordando che $I = I_0 e^{j(\omega t - x r)}$ ed

$$r_a^2 = (x_1 - a)^2 + y^2 + z^2 = (x_1 - a)^2 + \varrho^2$$

$$r_b^2 = (x_1 - b)^2 + y^2 + z^2 = (x_1 - b)^2 + \varrho^2$$

$$\text{posto } \varrho^2 = y^2 + z^2$$

se si traslascia per il momento il termine comune $e^{j\omega t}$, il terzo integrale si riduce

$$(a) \quad i \nabla \int \frac{I \bar{n}}{r} dx_1 = -c^2 \int_a^b e^{-j x r} \frac{\varrho^2}{r^3} (1 + j k r) dx_1$$

Quest'ultima espressione contiene due termini: il primo, è

$$(b) \quad \frac{x_1 - a}{r_a^3} e^{-j x r_a} - \frac{x_1 - b}{r_b^3} e^{-j x r_b}$$

il secondo M che si riferisce ad un effetto induttivo secondario, ha un'andamento paragonabile ai primi due membri della relazione (9).

Infatti nell'integrazione della (9) si trovano due integrali della forma $B = \int_V \frac{e^{-j(\omega t - \gamma x)}}{r}$ che in generale non possono essere risolti. Per approssimazione però, se si suppone di estendere l'integrazione a $\pm \infty$, pur mantenendo l'ipotesi di un circuito chiuso, l'integrale si trasforma

$$(c) \quad B = 2 \int_0^\infty \frac{e^{-j p r}}{r} \cos \gamma x dx = 2 \int_R^\infty \frac{e^{-j p r} \cos \gamma \sqrt{r^2 - R^2}}{\sqrt{r^2 - R^2}} dr$$

La relazione (9) si trasforma.

$$(c) \quad \frac{\partial \mathbf{E}}{\partial t} = k I_0 \omega^2 e^{j(\omega t - \gamma x)} \cdot B - j c^2 I_0 \gamma e^{j\omega t} \nabla e^{-j \gamma x} \cdot B - \\ - j c^2 \nabla \int_V \frac{J \bar{n}}{r} dx,$$

ed integrando

$$(10) \quad E = j k I_0 \omega e^{j(\omega t - \gamma x)} \cdot B - \frac{c^2}{\omega} I_0 \gamma e^{j\omega t} \nabla e^{j \gamma x} \cdot B - \\ - \frac{c^2}{4 \pi} I_0 e^{j\omega t} \left(\frac{x_1 - a}{r_a^3} e^{-j x r_a} - \frac{x_1 - b}{r_b^3} e^{-j x r_b} \right) - M$$

Ora $x = \sqrt{r^2 - R^2}$ (fig. 4) x nell'istessa direzione di k

$$(e) \quad B = -j \pi H_0^2 (R m) \text{ ove } H_0^2 (R m) = J \cdot (R m) - j N (R m)$$

corrisponde all'Hanckelliano di grado 0 e di secondo tipo (E Yahnke-Emde = Funktionentafeln pag. 97) ed

$$(f) \quad m^2 = \frac{p^2 - \gamma^2}{c^2} = \omega^2 \left(1 + \frac{j \sigma}{\varepsilon \omega} \right)$$

Si noti che p è la costante di propagazione del campo lungo r_0 , γ è la costante di propagazione nel filo.

Nel caso del terreno, essendo $\varepsilon_1 \ll 0$ si ha:

$$(g) \quad \gamma^2 \approx j \omega \sigma$$

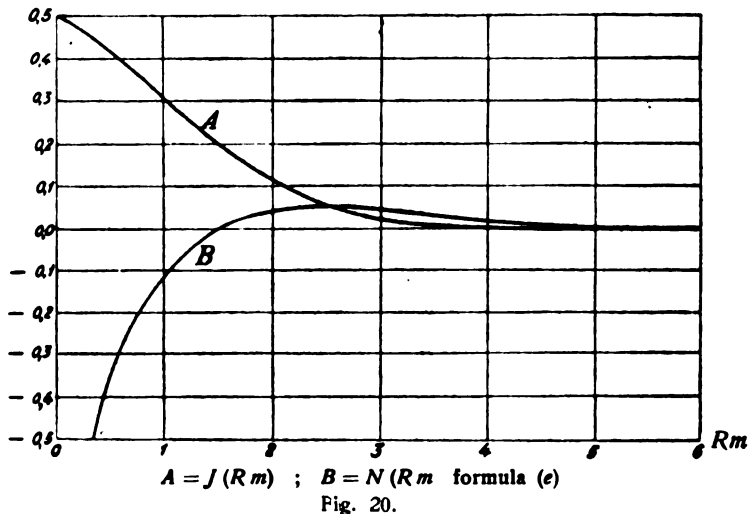
Pei calcoli pratici è necessario conoscere l'andamento di $H_0^s(\kappa R)$ che, com'è noto, può essere espresso dalle seguenti relazioni:

$$H_0^s(\kappa R) = \left(\frac{1}{2} + \frac{2j}{\pi} \log \delta \frac{R\kappa}{2} \right) J_0(\kappa R) + \frac{2j}{\pi} P_0(\kappa R)$$

ove

$$J_0(\kappa R) = 1 - \left(\frac{\kappa R}{2} \right)^2 + \frac{1}{2 \cdot 12} \left(\frac{R\kappa}{2} \right)^4 - \dots$$

$$P_0(\kappa R) = - \left(\frac{\kappa R}{2} \right)^2 + \frac{1}{2 \cdot 12} \left(\frac{R\kappa}{2} \right)^4 + \dots$$



Il valore di $H_1^s(\kappa R)$ che appare nella espressione della forza magnetica e nella E_y ove è indicata brevemente con $H^1(rm)$ è il seguente:

$$H_1^s(\kappa R) = \left(1 + \frac{2j}{\pi} \log \delta \frac{R\kappa}{2} \right) J_1(\kappa R) + \frac{2j}{\pi} P_1(\kappa R)$$

ove

$$J_1(\kappa R) = \frac{\kappa R}{2} - \frac{1}{1!2!} \left(\frac{\kappa R}{2} \right)^3 + \dots$$

$$P_1(\kappa R) = \frac{1}{\kappa R} + \frac{1}{4} \kappa R - \frac{5}{8} \left(\frac{\kappa R}{2} \right)^3 + \dots$$

ove $\log \delta = 0,577$.

Nel caso di $\kappa R \ll 0,2$ si ha:

$$H_0^s(\kappa R) = \frac{1}{2} + \frac{2j}{\pi} \log \delta \frac{R\kappa}{2}$$

$$H_1^s(\kappa R) = \frac{2j}{\pi \kappa R}$$

Per valori $\kappa R = 1$ si ha:

$$H_0^{(2)}(\kappa R) = \frac{e^{-\frac{\kappa R}{\sqrt{2}}}}{\sqrt{\frac{R\kappa}{2\pi}}} e^{j\left(\frac{\kappa R}{\sqrt{2}} - \frac{3}{2}\pi\right)}$$

*

APPENDICE III.

Il seguente ragionamento tenderebbe spiegare il modo singolare col quale varia la resistenza del terreno in funzione della distanza degli elettrodi.

Si suppongano questi equiparati a due fili immersi in un semiconduttore avente una costante di propagazione κ .

Dalla fig. 21 e da considerazioni analoghe a quelle esposte nel testo, risulta

a) un campo magnetico risultante:

$$H = \frac{I}{\Gamma} \frac{\cosh \frac{\kappa y}{2}}{\cosh \frac{\kappa l}{2}}$$

ove Γ è una costante dipendente dall'unità di misura e $\cos h =$ coseno iperbolico.

Il vettore simmetrico di H sarà:

$$\vec{H} = \frac{I}{\Gamma} \frac{\cosh \frac{\kappa l}{2}}{\cosh \frac{\kappa y}{2}}$$

b) un campo elettrico longitudinale nella direzione y :

$$E = \rho I_s = j \frac{I_s}{\pi} \frac{\sinh \frac{\kappa y}{2}}{\cosh \frac{\kappa l}{2}}$$

ove π è pure una costante.

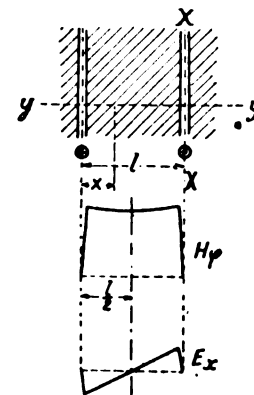


Fig. 21.

L'energia assorbita si ottiene, applicando il teorema di Poynting (¹⁶).

$$S = -\cos t \cdot \rho I_s \vec{H} = j \frac{I_s^2}{\Gamma \pi} \tanh \frac{\kappa y}{2} = Q - 2j\omega W$$

ove

$\bar{Q}$ = energia consumata per effetto Joule;

W = differenza fra l'energia magnetica ed elettrica

$$S = j \frac{I_s^2}{\Gamma \pi} \tanh \frac{\kappa y}{2} = (u - jw) I_s^2 \cdot \cos t$$

ove si è supposto di sviluppare $\tanh \frac{\kappa y}{2} = w + ju$

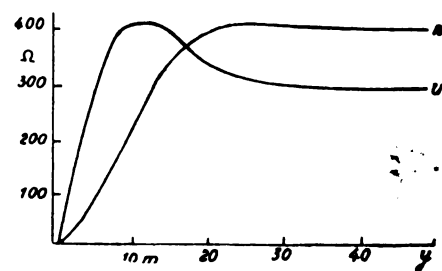


Fig. 22.

u è adunque paragonabile alla resistenza effettiva del mezzo. La parte reale di S (fig. 22) ha press'a poco lo stesso andamento della

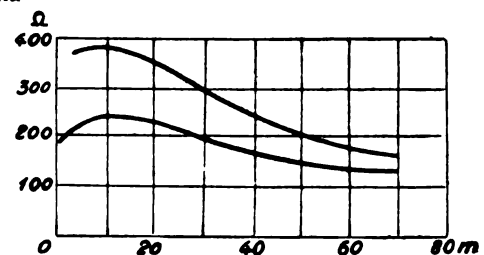


Fig. 9.

curva fig. 9 ove la curva superiore si riferisce alla resistenza per corrente continua, mentre l'inferiore a quella alternata.

Questo scritto era già terminato quando l'egr. Cav. Arturo Perego mi fece pervenire alcune interessanti notizie in merito ad esperimenti fatti anni or sono; mi auguro che questi esperimenti vengano ripresi ed i risultati messi a confronto colla nuova teoria.

IL RISCALDAMENTO DEI TRENI VIAGGIATORI SULLE LINEE ESERCITATE A TRAZIONE ELETTRICA □ □ □ □

L'estensione della trazione elettrica ad un numero sempre più grande di linee ha reso necessario lo studio più generale di questo problema che di facile soluzione teorica presenta invece difficoltà pratiche non sempre apparenti a chi non ha conoscenze particolari di esercizio e materiale ferroviario.

La prima soluzione adottata è stata quella di aggiungere al treno un apposito carro contenente una caldaia (fig. 1): a

potessero soppiantare ogni altra forma di energia, si pensò a costruire caldaie elettriche da installarsi sia su apposito carro sia sullo stesso locomotore. In Italia vennero installate su varie locomotive elettriche le caldaie tipo Boldorini Revel funzionanti direttamente alla tensione trifase di 3700 volt. Come è noto tali caldaie sono costituite da due recipienti di ghisa di forma cilindrica in comunicazione tra di loro nel cui interno si trovano gli elettrodi terminanti a punta che pescano nell'acqua alla quale per aumentarne la conducibilità viene aggiunta una piccola quantità di carbonato di soda. Il passaggio della corrente attraverso l'acqua determina il riscaldamento della medesima. Attorno agli elettrodi (fig. 2) si trovano dei diaframmi cilindrici di quarzo muniti di opportune finestre aventi lo scopo di allungare il percorso della corrente entro l'acqua tra gli elettrodi e tra questi e la terza fase costituita dal corpo della caldaia.

L'alimentazione della caldaia è ottenuta con apposita pompa e una speciale valvola regola il livello in modo che

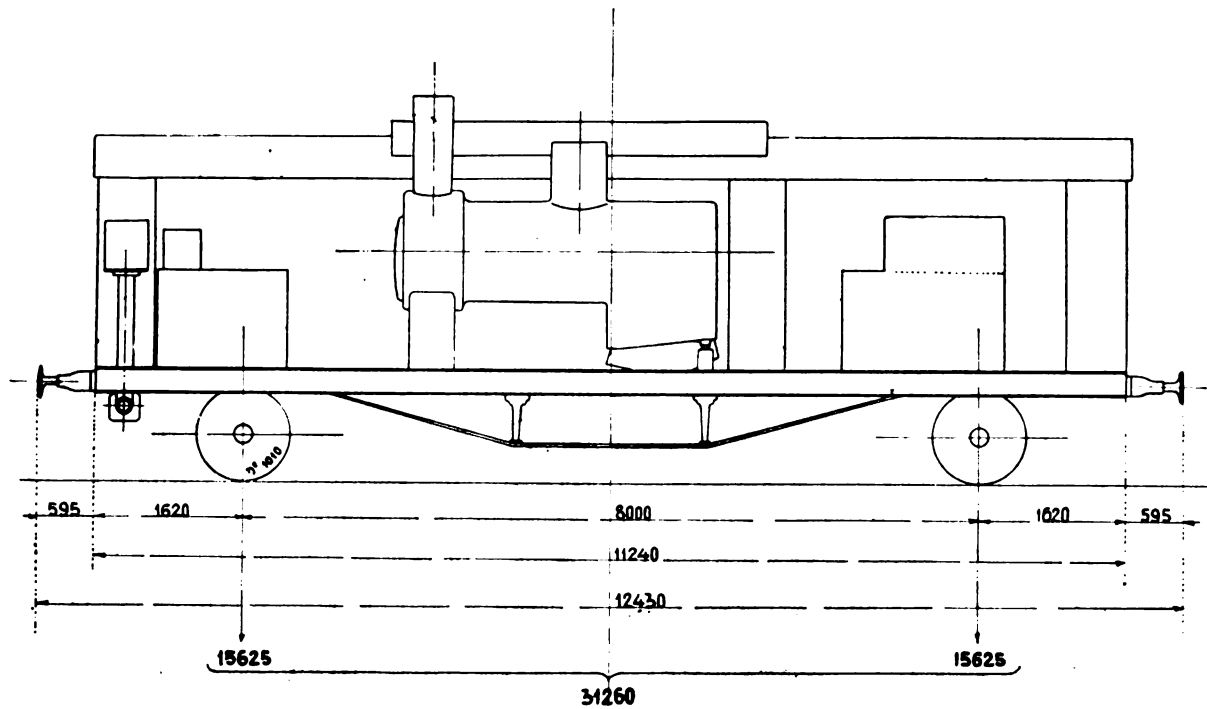


Fig. 1.

questa in alcune reti accudisce un apposito agente mentre in altre l'accudienza saltuaria durante il viaggio è affidata al secondo agente che trovasi sul locomotore. Dato che questi non ha che mansioni assai ridotte sulle locomotive elettriche appare più che giustificato affidare ad esso anche l'accudienza del carro riscaldatore il quale dovrà seguire immediatamente la locomotiva ed essere costruito in modo da permettere il passaggio da questa a quello durante la marcia.

Il riscaldamento di un treno in condizioni normali richiede in media 100 kg. di vapore per vettura a carrelli e per ora. La produzione della caldaia deve essere quindi di oltre 1000 kg. per ora per treni viaggiatori di media composizione su linee pianeggianti e con climi rigidi.

Il peso di un carro riscaldatore al completo si aggira sulle 30 tonnellate; si può supporre possa funzionare 1800 ore annue in servizio effettivo in corsa. Il consumo globale di combustibile si aggira in media sui 60 kg. all'ora. Il costo del carro si può valutare intorno alle 150.000 lire; stimando al 12 % la quota per interesse ammortamento e manutenzione, tale quota grava sull'ora di riscaldamento per L. 10. La spesa di combustibile può valutarsi a L. 12 all'ora e quella per il personale a L. 5. La spesa per traino del carro può essere valutata in base a un percorso giornaliero medio di 400 km. virtuali. Ammesso un consumo di energia di 35 kW per ton. km. virtuale e un costo di L. 0,20 per l'energia, entrambi questi dati riferiti alla centrale di produzione, ne viene una spesa di: $30 \times 400 \times 0,007 = 84$ lire al giorno e cioè di L. 7 per ora supposto un servizio di 12 ore al giorno. In base ai dati sopra esposti, i quali naturalmente possono subire spostamento anche notevole, il riscaldamento con questo sistema verrebbe a costare intorno a L. 34 all'ora.

La soluzione dell'aggiunta di un carro riscaldatore funzionante a carbone è apparsa quasi un controsenso; e poichè negli anni scorsi le applicazioni dell'energia elettrica sembrava

esso decresca al crescere della pressione del vapore prodotto. La potenza assorbita è in media di 300 kW e non può essere di molto superata date le dimensioni assai ridotte (metri $1 \times 1,30 \times 0,45$) che la caldaia può avere per trovare posto sui locomotori. La produzione oraria di vapore non supera che di poco i 300 kg. ed è quindi troppo scarsa per treni di composizione normale su linee pianeggianti.

Valutando il costo dell'energia riferita al filo di contatto a L. 0,30 il kWh ne viene una spesa di L. 90 all'ora per un treno di composizione molto ridotta. Il costo della caldaia e relativi accessori può valutarsi a L. 30.000: supposto un funzionamento di 1000 ore annue ne deriva una quota di L. 3,60 per interesse, ammortamento e manutenzione mentre per l'accudienza non occorre altro personale oltre quello di condotta del locomotore. Indipendentemente dalla questione tecnica ed economica le limitazioni poste oramai ogni anno al consumo della energia elettrica durante la stagione invernale impediscono di mettere in servizio il numero necessario di caldaie elettriche; onde questa soluzione del problema, che per un momento era apparsa come preferibile in molti casi indipendentemente dal costo, è stata quasi completamente abbandonata.

Alla soluzione delle caldaie elettriche, resa impossibile dalle limitazioni sopra accennate, si è cercato di sostituire quella di caldaie a nafta aventi dimensione per quanto è possibile ridotte in modo da poterle installare nello spazio assai ridotto disponibile sul locomotore. Un tipo di tali caldaie è rappresentato nella fig. 3 dalla quale risultano le dimensioni principali. Con tali dimensioni è stato possibile raggiungere una superficie riscaldata di 13 m² con una produzione oraria di oltre 600 kg. di vapore e un consumo di nafta di circa 80 kg. all'ora. Questo tipo di caldaia può quindi risolvere il problema del riscaldamento dei treni su linee di montagna sulle quali i treni in semplice trazione hanno necessariamente una composizione ridotta (sei vetture al massimo). Per quelli di maggiore compo-

sizione essendo necessaria la doppia trazione si possono mettere in funzione le caldaie di entrambi i locomotori e provvedere così egualmente bene al riscaldamento. Supposto un consumo di 80 kg. di nafta all'ora si ha una spesa di L. 32 per combustibile. Il costo di una caldaia con relativi accessori si aggira sulle 30.000 lire. Ammesso un funzionamento di 1000 ore nella stagione invernale, la spesa per interesse, ammortamento e manutenzione riferita all'ora di riscaldamento può valutarsi in L. 3,60. In totale quindi la spesa per ora di riscaldamento di un treno di circa 6 vetture in clima rigido si aggira sulle L. 35. All'accudienza della caldaia attende come è ovvio lo stesso personale di macchina.

In questi ultimi anni al sistema di riscaldamento a vapore si è andato aggiungendo quello con radiatori elettrici piazzati nei singoli compartimenti. E' evidente infatti che nelle vetture il sistema di riscaldamento a vapore dovrà sussistere fino a tanto almeno che l'esercizio con locomotive a vapore sussisterà non essendo possibile adibire sulle linee esercitate a trazione elettrica vetture specializzate munite di soli radiatori elettrici. Anzi siccome le linee elettrificate sono sempre di primaria importanza e su di esse circolano vetture internazionali che at-

a corrente continua la soluzione è anche più semplice potendosi alimentare il circuito con la stessa tensione della linea di contatto.

Giova anche rammentare alcune altre proposte:

Si è indicata come potenza da prevedere per il riscaldamento quella di 100 o 200 watts per metro cubo il che porterebbe ad un consumo di energia per ogni vettura di circa 15 kW. Per i cavi si sarebbe stabilito di dimensionarli in relazione a una potenza di 400 kW adottando una sezione di 185 mm² per il conduttore. Sono inoltre state proposte le norme per le prove di tensione (2500 volts per 5 minuti oppure 3000 volt per un minuto per le apparecchiature funzionanti a

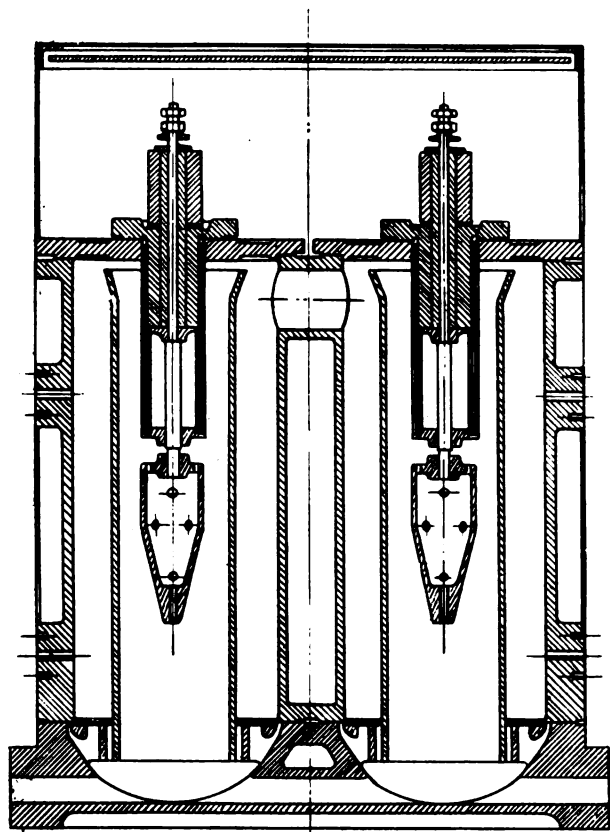


Fig. 2.

traversano tratti elettrificati di vari paesi, si è sentita la necessità, analogamente a quanto è stato fatto per il sistema di riscaldamento a vapore, di stabilire con una convenzione internazionale quali caratteristiche dovranno essere adottate per il riscaldamento elettrico delle vetture. Questi accordi internazionali, attualmente ancora in discussione, hanno preso come punto di partenza quanto è già praticato in Svizzera, Austria e Germania che sono state le prime nazioni ad adottare in comune le stesse caratteristiche per il sistema di riscaldamento elettrico delle vetture e a porre i termini generali del problema in relazione alle caratteristiche pure comuni dei loro impianti di elettrificazione.

E' interessante ricordare qualcuna delle proposte sino ad ora fatte ed esaminare se esse, in relazione alle caratteristiche tutto affatto speciali degli impianti di trazione elettrica nel nostro paese, siano o no facilmente realizzabili.

Per la tensione di alimentazione del circuito di riscaldamento si è proposto di adottare i 1500 o i 1000 volts. Queste tensioni sono senza dubbio le più convenienti per le ferrovie Svizzere, Tedesche, Austriache e Francesi per il fatto che su tutti i locomotori monofasi esiste un trasformatore alimentante i motori di trazione della potenza di circa 2000 kW e riesce facile disporre di una presa ausiliaria per la alimentazione del circuito di riscaldamento del treno, e per gli impianti Francesi

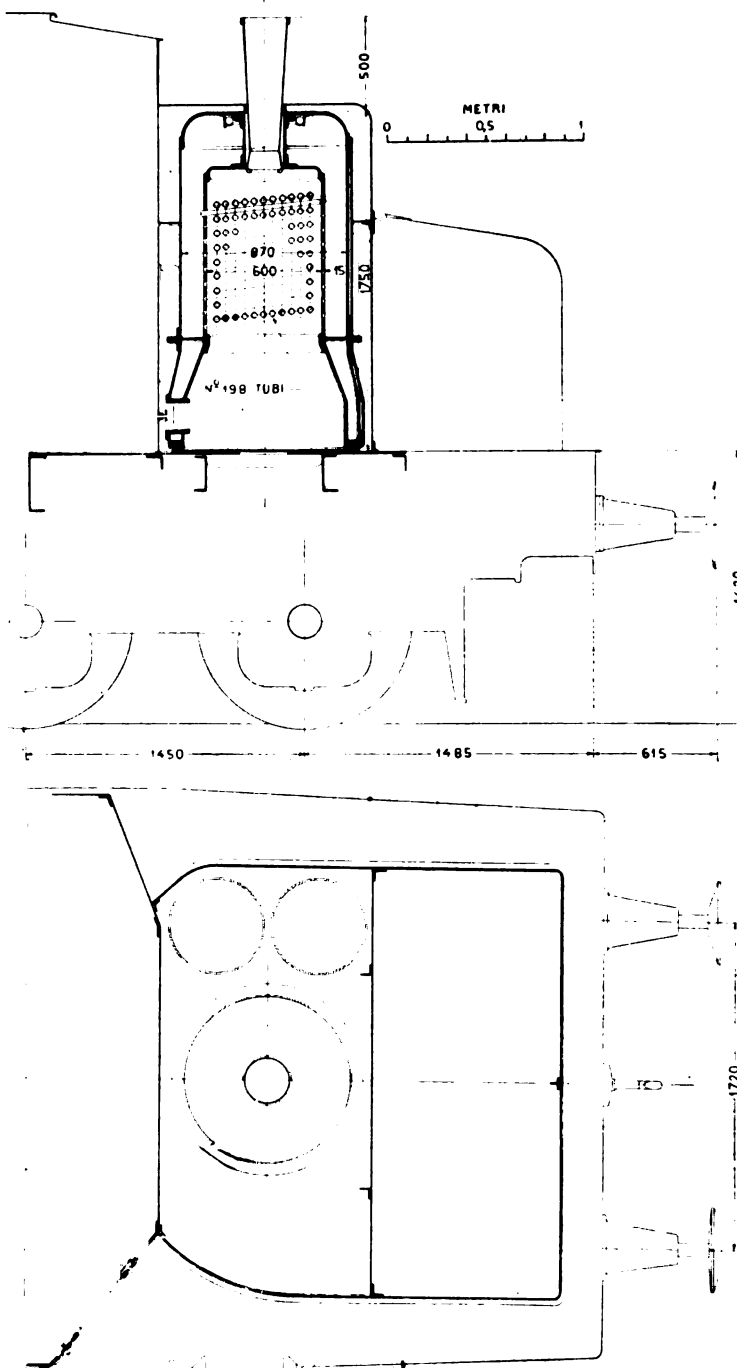


Fig. 3.

1000 volt e di 4000 volt per 5 minuti per le apparecchiature funzionanti a 1500 volt, gli accorgimenti che converrà adottare per la sicurezza del personale addetto alla effettuazione dell'accoppiamento tra le vetture, il tipo di accoppiamento e la ubicazione nei vari tipi di veicoli, l'adozione degli interruttori e dei commutatori di tensione per permettere l'alimentazione a 1000 o a 1500 volt, le modalità per le chiusure di blocco e la esecuzione delle terre.

Esaminiamo anzitutto se la scelta della tensione di 1000 o 1500 volts per l'alimentazione del circuito di riscaldamento è o no conveniente in relazione alle caratteristiche dei nostri impianti. Sui locomotori trifasi a frequenza di 16 periodi esistono due piccoli trasformatori per l'alimentazione dei servizi ausi-

liari e la cui potenza complessiva non supera in nessun caso 40 kW. Un trasformatore della potenza di persino 400 kW frequenza 16, (quale potrebbe occorrere per riscaldare un treno secondo le norme dell'Union International des Chemins de Fer) pesa circa 3 tonnellate e ha inoltre un ingombro tale da non poter essere sistemato sui locomotori già costruiti. Nel caso della corrente continua a 3000 volt il problema di alimentare il circuito di riscaldamento a 1000 o 1500 volt e per una potenza di 400 kW sarebbe ancora più arduo, anzi può dirsi oggi praticamente insolubile.

In condizioni migliori potrebbe essere invece risolto il problema nel caso della frequenza industriale avendosi sul locomotore il trasformatore trifase dei motori di trazione dal quale o con presa ausiliaria o con avvolgimento ausiliario, sia pure con squilibrio delle fasi, sarebbe possibile avere a disposizione la tensione voluta per la alimentazione del circuito di riscaldamento.

E' quindi evidente che volendo adottare nel nostro paese un sistema di riscaldamento elettrico questo dovrà essere predisposto in modo da poter funzionare sia su linee esercitate con il sistema trifase a 3500 volt, sia su linee a corrente continua a 3000 volt sia su linee a frequenza industriale a 10.000 volt e per le vetture internazionali il circuito di riscaldamento dovrà poter essere alimentato anche alla tensione di 1500 volt e di 1000 volt ormai prescelte all'estero e che non è possibile far cambiare.

Altro problema che nei riguardi del nostro materiale e delle abitudini del nostro pubblico deve essere studiato con maggiore cura e attenzione è quello della sicurezza della installazione elettrica a tensione di oltre 1000 volt nell'interno delle vetture in immediata vicinanza e con i viaggiatori. Chi ha pratica dello svolgimento del servizio ferroviario in una grande rete non può non vedere i pericoli che simili installazioni anche se fatte con ogni cura presentano.

Altro problema non meno importante è quello della regolazione della temperatura nei compartimenti che è anche di più difficile soluzione se tale regolazione deve essere lasciata a disposizione dei viaggiatori.

Sarà forse interessante per qualcuno conoscere in quale modo si è creduto di impostare il problema del riscaldamento elettrico che soddisfi alle condizioni sopra ricordate.

1) *Scelta della tensione di alimentazione.* — Esaminate attentamente tutte le possibili soluzioni e di ciascuna valutato il pro e il contro si è riconosciuto che la soluzione praticamente più conveniente e di più rapida attuazione è quella di adottare sulle nostre vetture un sistema di riscaldamento a 1500 volt ma commutabile eventualmente anche per l'alimentazione a 3000 volt mediante accoppiamento in parallelo o in serie delle scaldiglie. La tensione di 3000 volt potrebbe infatti permettere l'alimentazione del circuito di riscaldamento direttamente dalla linea di contatto sia nel caso di trazione a corrente continua a 3000 volt sia in quello di corrente alternata trifase a 3500 volt tenuto conto dell'aumento della resistenza apparente dovuto alla selfinduzione. Per il caso della frequenza industriale l'alimentazione potrebbe essere fatta sia a 3000 che a 1500 V. Non mancano in ferrovie secondarie applicazioni di riscaldamento elettrico a 2400 e anche a 4000 volt ma la manutenzione e la sorveglianza del materiale mobile di una piccola rete è infinitamente più agevole e sicura di quella di una grande rete. Si è quindi concentrata tutta l'attenzione nel realizzare un sistema che pur avendo la possibilità di funzionare a 3000 volt non esigesse cure speciali per sorveglianza e manutenzione.

2) *Regolazione della temperatura nei singoli compartimenti.* — E' facile immaginare come a mezzo di commutatori o interruttori si possa regolare la quantità di calore emessa da una scaldiglia elettrica. In realtà il problema di trovare un interruttore di dimensioni ridotte per 1500 volt e manovrabile con sicurezza dal pubblico in ogni compartimento non è molto semplice. In altri paesi la regolazione della temperatura è affidata esclusivamente al personale del treno e vi è anzi divieto di regolarla da parte del pubblico. Questa disposizione semplificherebbe molto il problema in quanto che sostituendo alla regolazione della temperatura in ogni singolo compartimento quella unica per tutta la vettura quest'ultima riuscirebbe di assai più facile realizzazione. Ma date le abitudini di indipendenza del nostro pubblico ciò non è possibile e quindi si è dovuto pensare a realizzare un sistema di regolazione indipendente per ogni compartimento evitando però ogni complicazione e pericolo.

3) *Sicurezza dell'impianto.* — Il problema degli accoppiamenti tra le vetture, quello della installazione dei condutto-

ri, delle scaldiglie, delle valvole, interruttori e commutatori richiede di essere attentamente esaminato. Ognuno può facilmente immaginare il pericolo o anche solo il parico che il contatto di parti sotto tensione con i viaggiatori o un corto circuito può produrre. Si è quindi cercato che anche sotto questo punto le garanzie di sicurezza risultino le massime possibili.

4) *Costo di impianto e di esercizio.* — Ammesso che 15 kW siano sufficienti a scaldare una vettura, (1) la potenza occorrente per un treno di composizione normale su linee pianeggianti si aggira sui 150 kW. Valutando a L. 0,30 il costo del kWh al filo di contatto ne verrebbe una spesa di L. 45 per ora per sola energia. A questa si dovrebbe aggiungere la spesa per interesse ammortamento e manutenzione delle scaldiglie, interruttori, condutture, ecc. da installarsi nelle vetture. Il costo della attrezzatura elettrica per una vettura può valutarsi di circa L. 15.000: per un treno di 10 vetture la spesa oraria per interesse, ammortamento e manutenzione, ferme restando le ipotesi fatte per gli altri sistemi, sarebbe di L. 10 circa. In totale la spesa si aggirerebbe sulle L. 55 circa per ora di riscaldamento.

Solo la esperienza di una certa durata potrà dare la conferma se il sistema escogitato, e del quale in seguito potrà interessare conoscere anche i dettagli, risponde alle esigenze sopra ricordate. Per ora è sembrato sufficiente prospettare i termini principali del problema e le difficoltà che esso presenta nei riguardi particolari della nostra rete.

Firenze, marzo 1926.

G. B.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul riscaldamento elettrico dei treni

Riceviamo:

Da più anni il sottoscritto ha pensato alla convenienza di applicare sui tronchi elettrificati delle Ferrovie dello Stato il riscaldamento elettrico diretto delle vetture, come già in più casi venne fatto, e con esito soddisfacente, su tranvie e ferrovie private. Il problema ha una notevole importanza pratica nell'esercizio ferroviario ed una non minore d'ordine economico.

E' noto che le F. S. nell'elettrificazione sistema trifase di parecchi tronchi nell'Italia Settentrionale, e principalmente in Piemonte e Liguria, ha adottato per il riscaldamento dei treni elettrici il ripiego di aggiungere ad ogni convoglio viaggiatori un veicolo speciale munito di caldaia e condotta da un fochista allo scopo di alimentare col vapore prodotto l'impianto ordinario di riscaldamento delle vetture. E' facile e intuitivo capire quale serie d'inconvenienti tale soluzione comporti e cioè:

1. — Aumento di peso da rimorchiare per ogni treno di 25 e più tonnellate, inconvenienti tanto più sensibile colla velocità elevata dei treni viaggiatori e colle forti pendenze di molti tronchi elettrificati.

2. — Maggior spesa di un agente in più per la condotta della caldaia agente che si utilizza solo per 4 o 5 mesi dell'anno e nei restanti mesi deve essere impiegato altrimenti, con maggiore spesa per la manutenzione del carro e della caldaia.

3. — Produzione di fumo, sia pure in quantità limitata che sporca e dà noia.

4. — Permanenza di tutti gli inconvenienti del riscaldamento a vapore dei treni e cioè basso rendimento, sperequazione enorme nella distribuzione del calore da vettura a vettura: facilità di avere in certi casi il servizio deficiente o addirittura nullo, specie alla mattina quando per il freddo si verificano dei congelamenti nelle tubature e distribuzioni.

Gli inconvenienti di cui al n. 1 e 2 sono realmente gravi tantochè le F. S. hanno introdotto in un tipo recente di locomotore una caldaia elettrica per produrre il vapore necessario ad alimentare gli ordinari impianti. Il sistema se da un lato elimina il fochista e il carro-caldaia, assorbirà, per quanto ottimo potrà essere il rendimento della parte elettrica, una quantità grandissima d'energia, dato il basso rendimento dell'impianto a vapore, soggetto a perdite inevitabili, irradiazioni notevoli, difficoltà di buona regolazione e distribuzione.

D'altro lato se consideriamo l'incremento presente già preso in

(1) Da esperienze sulle linee varesine dove il sistema di riscaldamento elettrico è impiegato da oltre 20 anni, si è constatato che nei nostri climi possono bastare 10 kW per ogni vettura a carrelli. Le potenze ammesse dall'U.I.C. sarebbero quindi esuberanti per la nostra rete.

certe zone dall'elettrificazione e lo sviluppo futuro probabilmente maggiore è inevitabile e urgente studiare la questione in modo generale e radicale.

La soluzione proposta è la seguente:

Munire tutte le vetture viaggiatori, le ambulanze postali, i bagagliai di impianto di riscaldamento elettrico diretto con resistenze con relativa linea di distribuzione e bocchettoni e cavi di congiunzione tra i veicoli. L'impianto sarebbe da farsi per ora soltanto sulle vetture in uso e in transito sulle linee elettrificate, ma coll'estendersi di queste ultime, converrà generalizzarlo per facilità di scambi del materiale rotabile. I carri merci, che possono normalmente essere agganciati ai treni viaggiatori, dovranno avere, oltre le condotte per il vapore la linea elettrica per il riscaldamento. L'installazione di tale impianto non è difficile, nè complicata e la spesa relativa si può ritenere modesta, dato anche che per un conduttore si può utilizzare le rotaie, e come cifra indicativa io penso bastino 1500 lire per vettura a carrelli, e forse 200-300 lire per carro merci ove occorrono i soli conduttori di passaggio.

Sul locomotore trifase occorre aggiungere un trasformatore per abbassare la tensione con parecchie prese suppletive, in modo da poter regolare con apposito commutatore, entro certi limiti, la tensione del secondario, sì che direttamente il macchinista possa graduare il riscaldamento ed utilizzare al massimo l'energia. Inoltre in ogni scompartimento sarebbe opportuno, ma non necessario, un semplice commutatore con due posizioni che inserisca metà o tutte le resistenze; ogni vettura dovrà avere interruttore generale e valvole di protezione.

La tensione per il riscaldamento si deve scegliere in modo da realizzare una buona economia dell'impianto congiuntamente a praticità di funzionamento, e nello stesso tempo in modo che i locomotori a corrente continua alta tensione, che si avranno in avvenire, possano, con opportuno impianto, usufruire della stessa apparecchiatura. Le considerazioni d'indole generale di questo scritto, non permettono di entrare nei particolari più convenienti di tale installazione.

La quantità d'energia occorrente per il riscaldamento e la potenza degli apparecchi da installarsi sono assai difficili a determinarsi colla sola teoria, molti essendo gli elementi incerti del problema: le resistenze sulle vetture converrà proporzionarle un po' abbondantemente, specie nella I e II classe e nelle vetture di lusso, potendosi sempre dal locomotore graduare il riscaldamento al giusto necessario. Ma non è fuori caso pensare che con 8 o 10 kW per vettura a carrelli si avrebbe già un impianto sufficiente: meglio potrà stabilirlo la pratica.

L'importante sta nell'esaminare le seguenti considerazioni fondamentali:

Per un treno di 8 vetture a carrelli rimorchiate e per linee pianeggianti (pendenza massima 10‰) l'energia consumata per il maggior peso del carro caldaia rimorchiato, in marcia a 75 km, è dell'ordine di 70 kW per ora, che basterebbero a dare (quando il treno è in moto) quasi 9 kW di energia per vettura rimorchiata, quanto è certo sufficiente ad un discreto riscaldamento, col risparmio del fochista e del combustibile!!!... Ammesso pure che nel cuor dell'inverno sarà prudente prevedere una potenza alquanto maggiore, pur tuttavia si noti che il riscaldamento elettrico colla sua massima uniforme gradualità permette, nelle ore diurne più miti, sul principio e sul finir dell'inverno, nelle zone a clima più dolce, economie anche rilevanti. Nei treni poi è molto meglio avere sempre solo 14° centigradi, che non scendere certe volte vicino allo 0° e certe altre (più rare) passare i 25°, come non di rado sentiamo lamentare dal pubblico e come ha provato debitamente il sottoscritto, in epoca recente, che pur viaggiava molto raramente. Si consideri ancora che tali cifre riguardano le linee di pianura, ma sulle linee di montagna con pendenze del 25, 30 e talora 35‰, l'energia risparmiata in marcia, sia pure a velocità minore (50 km), per la mancanza del carro caldaia riuscirà addirittura esuberante al riscaldamento del convoglio!

Aggiungo ancora una ultima considerazione pratica: allo scopo di non aggravare le punte del carico ferroviario invernale, quando l'energia è più preziosa, si può benissimo con opportune manovre sospendere il riscaldamento negli avviamenti quando massima è l'energia richiesta dai motori, e portarlo per contro al massimo nelle fermate, quando nullo è il consumo per trazione e massimo è il raffreddamento delle vetture per l'apertura degli sportelli. Si avrebbe così una parziale regolarizzazione del diagramma di carico del locomotore e quindi un minor aggravamento nel maggior consumo di energia portato dal riscaldamento; cosa analoga si fa d'altronde anche nella trazione a vapore per non avere troppo forti abbassamenti di pressione.

Di fronte a tutti questi vantaggi d'indole generale la spesa d'installazione del sistema diventa certo modesta e d'altra parte l'impianto elettrico presenta una manutenzione più facile con una spesa non certo superiore di quello a vapore. Il riscaldamento elettrico, quando è economicamente conveniente per il costo dell'energia, ha tante buone qualità e pochi difetti, da farlo certo preferire a tutti gli altri sistemi.

Concludendo si può ritenere che la soluzione proposta rappresenta in ogni caso un risparmio grande di spesa totale, una comodità notevole per il viaggiatore per la uniforme distribuzione del calore anche nei treni più lunghi, una maggior pulizia colla eliminazione del fumo e delle fughe di vapore. Ha il vantaggio di prestarsi benissimo al transito dalle linee a trazione elettrica a quelle a vapore o viceversa, poichè i due sistemi sono indipendenti; di usare, ove si creda conveniente, nelle stazioni capotronco degli impianti locali fissi di caldaie per portare prima della partenza le vetture fredde a regime e di viaggiare poi col riscaldamento elettrico.

Il sistema, studiato bene, applicato razionalmente, non mancherà certo di portare vantaggi grandi di comodità ed economia alle nostre ferrovie, che sono le arterie di cui vive la Nazione.

Torino, 31 Gennaio 1926.

Ing. GIACOMO TIRONE.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

J. H. MORECROFT - A. TURNER — **Sull'azione degli schermi per campi elettrici e magnetici.** (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. XIII, N. 4, agosto 1925, pag. 477).

Parallelamente al perfezionarsi degli apparati radio riceventi acquista sempre maggiore importanza il problema di proteggere gli apparati stessi, mediante schermi, contro le azioni elettromagnetiche perturbatrici. Gli AA. hanno dato un contributo teorico-sperimentale allo studio di tale problema considerando i due seguenti casi: a) Campi elettrici e magnetici costanti nel tempo; b) Campi elettrici e magnetici variabili nel tempo.

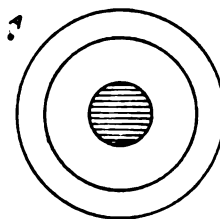


Fig. 1.

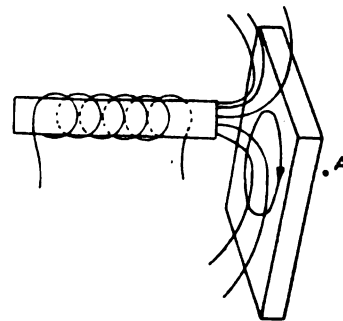


Fig. 2.

Si supponga che un conduttore percorso da corrente continua sia circondato da un tubo di materiale ferro-magnetico nel modo indicato in fig. 1. E' ovvio che in tali condizioni, mentre il flusso totale concatenato col filo resta aumentato per la presenza di un materiale ad alta permeabilità, la intensità del campo nell'aria rimane invariata; l'azione schermante in corrispondenza di un punto A è cioè nulla. Tuttavia, se il materiale ferromagnetico non circonda completamente il filo, gli AA. hanno rilevato sperimentalmente che, in determinate condizioni, l'azione protettiva in alcune porzioni di spazio può essere assai grande.

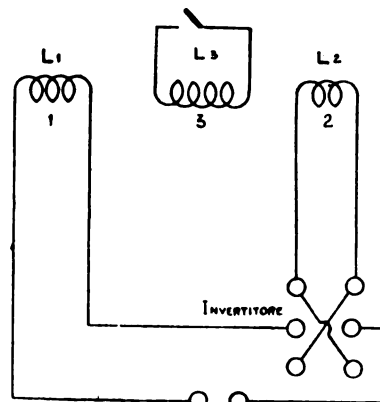


Fig. 3.

Consideriamo ora il caso di campi variabili nel tempo e riferiamoci alla disposizione sperimentale della fig. 2, supponendo che la corrente circolante nel solenoide sia variabile. Qui interviene, come è noto, un altro fattore a determinare l'azione protettiva. Infatti il campo

magnetico in un punto A , risulta dall'azione sia della corrente nel solenoide, sia della corrente indotta nella massa metallica per effetto della prima. Volendo abbozzare un tentativo di teoria, gli AA. considerano il caso semplice della fig. 3, nella quale il circuito 3 tende a proteggere la bobina 2 dal campo magnetico generato da una corrente variabile circolante in 1. L'azione protettiva o schermante dovrebbe interpretarsi analiticamente nel modo che segue:

Si indichi con M_{1-2} il coefficiente di induzione mutua fra 1 e 2 quando il circuito 3 è assente, con M'_{1-2} il coefficiente stesso quando il circuito 3 interviene invece a reagire. Il rapporto $\frac{M_{1-2} - M'_{1-2}}{M_{1-2}} \times 100$

è assunto dagli AA. a definire l'azione schermante di 3 sul collegamento fra 1 e 2. Siano inoltre Z_1, Z_2, Z_3 le rispettive impedenze dei 3 circuiti ed M_{2-3}, M_{1-3} i coefficienti di mutua induzione fra 2 e 3, e fra 1 e 3.

Ricordiamo ora che dati due circuiti in presenza i cui coefficienti di autoinduzione siano L_1 ed L_2 , se si suppone che uno di essi sia percorso da una corrente alternativa di pulsazione ω , mentre l'altro sia chiuso sopra una resistenza, la mutua dipendenza fra i circuiti stessi si traduce in ciò che la reattanza del primo è come se fosse variata da ωL_1 a

$$\omega L_1 - \frac{(\omega M)^2}{Z_2} \omega L_2$$

essendo Z_2 l'impedenza del secondo.

Orbene, se supponiamo che le bobine 1 e 2 della fig. 3 siano connesse fra loro in serie e percorse da una corrente di 1 ampere, e, se la connessione è tale che i flussi abbiano lo stesso verso, si può dimostrare che la reattanza del complesso 1-2 è, a causa della presenza di 3 chiuso sopra sè stesso, modificata da:

$$\omega (L_1 + L_2 + 2 M_{1-2})$$

a:

$$\omega (L_1 + L_2 + 2 M_{1-2}) - \frac{\omega^2 (M_{1-3} + M_{2-3})^2 L_3}{Z_3^2},$$

e quindi, l'induttanza L'' del circuito (1-2) diventa in questo caso:

$$L'' = L_1 + L_2 + 2 M_{1-2} - \frac{\omega^2 (M_{1-3} + M_{2-3})^2 L_3}{Z_3^2} \quad (1)$$

D'altra parte, disponendo la connessione fra 1 e 2 in modo che i flussi siano discordi, si dimostra analogamente che l'induttanza del complesso 1-2 è, per la presenza del circuito 3 chiuso su sè stesso, eguale a:

$$L''' = L_1 + L_2 - 2 M_{1-2} - \frac{\omega^2 (M_{1-3} - M_{2-3})^2 L_3}{Z_3^2} \quad (2)$$

Ne segue che la mutua induzione fra 1 e 2, M'_{1-2} , tenendo conto dell'azione di 3, è:

$$M'_{1-2} = \frac{L'' - L'''}{4}$$

ossia per le (1) e (2):

$$M'_{1-2} = M_{1-2} - \frac{\omega L_3}{Z_3^2} M_{1-3} \cdot M_{2-3}$$

Introducendo i coefficienti di accoppiamento:

$$k_{1-2} = \frac{M_{1-2}}{\sqrt{L_1 L_2}}; \quad k_{1-3} = \frac{M_{1-3}}{\sqrt{L_1 L_3}}; \quad k_{2-3} = \frac{M_{2-3}}{\sqrt{L_2 L_3}}$$

$$K = \frac{k_{1-3} \times k_{2-3}}{k_{1-2}},$$

si ha che l'azione schermante, definita come abbiamo già detto, è proporzionale a:

$$\frac{M_{1-2} - M'_{1-2}}{M_{1-2}} = \frac{\Delta M_{1-2}}{M_{1-2}} = K \frac{\omega^2 L_3^2}{Z_3^2} \quad (3)$$

ossia la protezione offerta da 3 sul circuito 2, per dati valori degli accoppiamenti, dipende dalle caratteristiche di 3 stesso, oltreché dalla frequenza del campo elettromagnetico inducente.

Per verificare l'attendibilità o meno della (3) gli AA. hanno eseguito diverse esperienze usando come schermo, sia un circuito come 3, sia una lastra metallica. Ponendosi in diverse condizioni sperimentali, hanno trovato che nel primo caso:

1) Quando la frequenza del campo elettromagnetico dal quale ci si vuole proteggere, rimane costante mentre si fa variare la sola resistenza di 3, l'azione schermante diminuisce col crescere di questa.

2) Variando invece la sola frequenza del campo elettromagnetico, l'azione schermante aumenta con l'aumentare di questa. Naturalmente la protezione è tanto più perfetta quanto minore è la resistenza di 3. In ambedue le condizioni i valori calcolati teoricamente sono in perfetto accordo con quelli rilevati in via sperimentale.

Se poi per schermo si utilizza una lastra metallica, i risultati sperimentali permettono di concludere che:

1) Quando la frequenza del campo e la resistività del metallo rimangono costanti, l'azione schermante aumenta con l'aumentare dello spessore della lastra (fig. 4).

2) Se la frequenza del campo e lo spessore dello schermo rimangono costanti, l'azione protettiva varia al variare della resistività, e precisamente diminuisce coll'aumentare di quest'ultima.

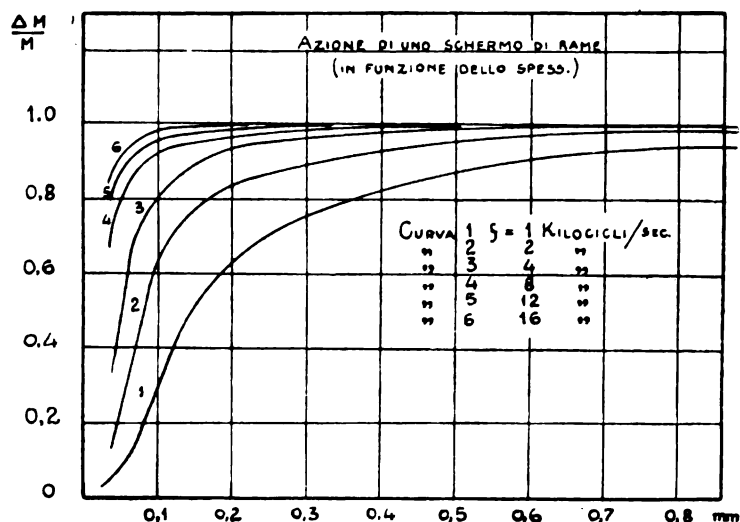


Fig. 4.

3) L'uso di una lastra di rame in luogo di una di ferro ha dato luogo, a pari spessore, ad una azione protettiva alquanto maggiore per tutte le frequenze elevate. Solo per $f = 1200$ circa le due azioni protettive sono risultate eguali e per frequenze più basse l'azione protettiva della lamina di ferro si è dimostrata superiore a quella della lamina di rame.

V. Go.

FISICA GENERALE.

G. VALLE — **Complementi alla teoria del Righi sull'esperienza di Michelson.** (N. Cimento, nuova serie, anno II, N. 1, gennaio-febbraio-marzo 1925, pagina 39).

Nella teoria del Righi è noto come si possa sostituire, agli effetti della valutazione del fenomeno d'interferenza, all'interferometro di Michelson la «lamina equivalente». Tale lamina è caratterizzata (figura 1) dalle coordinate (X_1, Y_1) (X_2, Y_2) delle immagini O_1, O_2 del cen-

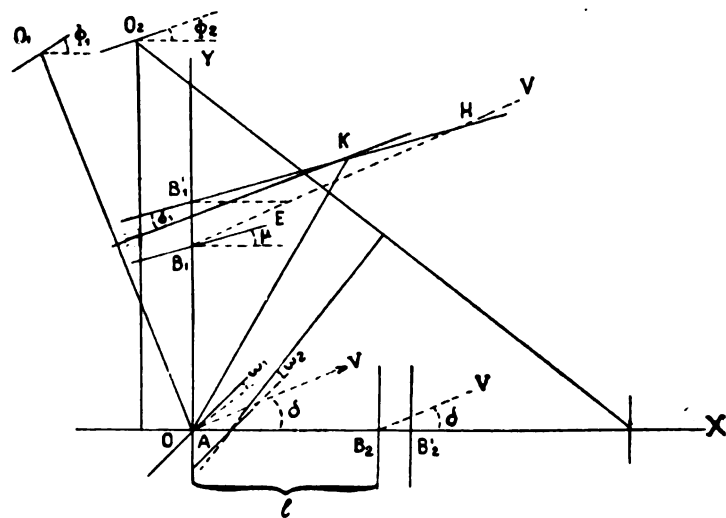


Fig. 1.

tro O , di una superficie d'onda, supposto in coincidenza con il centro A_0 della lamina semiargentea dell'interferometro di Michelson; e dalle inclinazioni ϕ_1, ϕ_2 che le immagini di tale superficie d'onda presentano rispetto ad un piano verticale parallelo all'asse $A_0 B_2$ dell'interferometro.

L'A. rileva che il Righi, nel calcolare queste sei caratteristiche della lamina equivalente, ha ammesso, che per qualsiasi valore dell'angolo δ , formato dalla direzione del movimento uniforme di velocità V dell'apparecchio con l'asse $A_0 B_2$, la superficie d'onda di cui si deve cercare l'immagine, raggiunga il punto A_0 normalmente all'asse $A_0 B_2$. Ora questa ipotesi non è giustificata, se si pensa che la superficie d'onda viene generata da una sorgente posta nel piano focale d'una lente convergente e, con essa, rigidamente collegata allo strumento. Durante il movimento, la lente si sposta rispetto al fascio di raggi, il quale dovrà abbandonare la lente con una inclinazione $\delta = \rho \sin$

rispetto alla direzione $A_0 B_2$ (fig. 2). (Dove $\rho = \frac{V}{c}$ è il rapporto fra la velocità V dell'interferometro e quella c della luce). Tenendo conto della giusta orientazione della superficie d'onda che arriva in A_0 , l'A. calcola le sei caratteristiche della lamina equivalente per le quali trova i seguenti valori nel caso generale in cui si suppone che lo specchio B_1 sia girato di un angolo μ , dell'ordine di grandezza di ρ , rispetto alla posizione teorica:

$$\begin{aligned} X_1 &= -2l \left(\mu + 2\rho \mu \sin \delta + \frac{\rho^2}{2} \sin 2\delta \right) \\ Y_1 &= 2l \left(1 + \rho \sin \delta - \rho \mu \cos \delta - \mu^2 + \rho^2 \sin^2 \delta \right) \\ \Phi_1 &= 2\mu + \rho \cos \delta + 2\rho \mu \sin \delta + \rho^2 \left(\sin 2\delta + \frac{\cos 2\delta}{2} \right) \\ X_2 &= l \rho^2 \left(\cos 2\delta - \sin 2\delta \right) \\ Y_2 &= 2l \left(1 + \rho \sin \delta + \frac{\rho^2}{2} \right) \\ \Phi_2 &= \rho \cos \delta + \rho^2 \left(\sin 2\delta - \frac{\cos 2\delta}{2} \right) \end{aligned}$$

Questi valori differiscono da quelli del Righi, sia per la considerazione suaccennata, sia per il fatto che nello svolgimento dei calcoli, il Righi ha fatto uso della formula che dà la coordinata X_1 invertendone il segno.

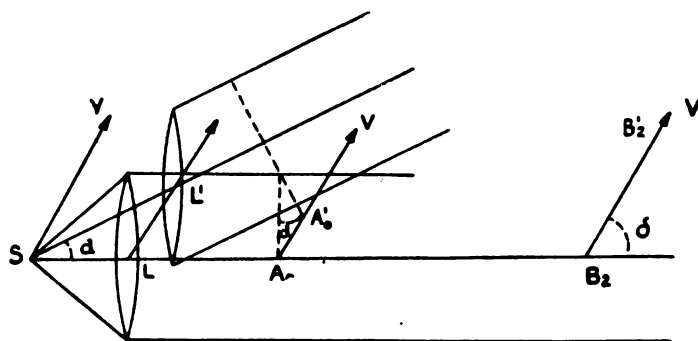


Fig. 2.

Inoltre l'A. studia il fenomeno d'interferenza prodotto dalla lamina equivalente, sostituita all'interferometro di Michelson, secondo i metodi del Righi. Poiché l'apparecchio si suppone in moto in una direzione generica data dall'angolo δ , si deve supporre che a questo moto partecipi pure la lamina equivalente. Così il fenomeno ottico sensibile ad un osservatore distante dalla lamina deve risultare diverso da quello che sarebbe dovuto alla lamina, se essa fosse in quiete insieme con l'osservatore. Quindi, mentre il Righi teneva conto dell'aberrazione, ma in quanto si esplicitava sul punto O, centro di riferimento; l'A. oltre a questo, tiene conto dell'effetto dell'aberrazione sulla posizione e sulla forma apparente della lamina equivalente. A tal fine egli sostituisce alla lamina in moto (già corretta rispetto a quella del Righi tenendo conto dell'inclinazione variabile δ del fascio di raggi entranti nell'apparecchio) un'altra lamina equivalente in quiete di cui calcola le sei caratteristiche:

$$\begin{aligned} X_1 &= -2l \left(\mu + \rho \cos \delta + 2\rho \mu \sin \delta + \frac{\rho^2}{2} \sin 2\delta \right) - a \left(\rho \cos \delta + \frac{\rho^2}{2} \sin 2\delta \right) \\ \bar{Y}_1 &= 2l \left(1 - \rho \mu \cos \delta - \mu^2 + \rho^2 \sin^2 \delta \right) - a \left(\rho \sin \delta + \rho^2 \sin^2 \delta \right) \\ \bar{\Phi}_1 &= 2\mu + \rho \cos \delta + \frac{\rho^2}{2} \left(\sin 2\delta + \cos 2\delta \right) \\ \bar{X}_2 &= -2l \left[\rho \cos \delta + \frac{\rho^2}{2} \left(\sin 2\delta - \cos 2\delta \right) \right] - a \left(\rho \cos \delta + \frac{\rho^2}{2} \sin 2\delta \right) \\ \bar{Y}_2 &= 2l \left(1 + \frac{\rho^2}{2} \right) - a \left(\rho \sin \delta + \rho^2 \sin^2 \delta \right) \\ \bar{\Phi}_2 &= \rho \cos \delta + \frac{\rho^2}{2} \left(\sin 2\delta - \cos 2\delta \right) \end{aligned}$$

E sono appunto queste formule che l'A. adopera per calcolare prima, il fenomeno d'interferenza determinato dalle coordinate del punto Z. (punto d'incontro delle facce della lamina equivalente), dall'inclinazione $\varphi = \bar{\Phi}_1 + \Phi_2$ del piano bisettore della lamina sull'asse $A_0 B_2$, e dall'intervallo i delle frangie d'interferenza, e poi per calcolare l'effetto della rotazione dell'interferometro, avente bracci di lunghezza l , tenendo così conto di tutti i fenomeni dovuti all'aberrazione. L'A. trova così per il valore dello spostamento delle frangie, che dovrebbe prodursi girando l'interferometro:

$$\Delta = \frac{2l\rho^2}{\lambda}$$

già preveduto dal Michelson.

Quindi, sempre basandoci sui fondamenti della geniale teoria del Righi, ma correggendone le cause di errori suaccennate, l'A. trova un risultato tanto diverso, riuscendo a dimostrare che la teoria del Righi conduce direttamente alla previsione del Michelson, la conferma e toglie ogni dubbio sulla sua attendibilità. *b. na.*

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI

B. G. CURCHER - C. DAUNATT — La misura delle perdite di energia nei grandi interruttori in olio.
(World Power, dicembre 1925, pag. 314).

L'A. mette in evidenza che l'aumento della potenza trasmessa sulle linee ha una tendenza ad aumentare più rapidamente che non la tensione di esercizio, onde ne viene che gli interruttori devono essere capaci di sopportare correnti di sempre maggiore intensità. Sono ormai non rari gli interruttori ad alta tensione costruiti per intensità di corrente di migliaia di ampere. Uno dei problemi relativi a tali interruttori è quello dell'aumento di temperatura derivante dalle perdite che si verificano negli interruttori stessi durante il funzionamento in condizioni normali. Le perdite di energia che danno luogo a riscaldamento consistono in perdite ohmiche negli organi percorsi da corrente, perdite nei contatti e in perdite per correnti parassite.

La determinazione analitica di queste perdite di energia sarebbe difficile e farraginosa. L'A. ha eseguito in proposito delle misure sperimentali. I soliti metodi di misura di potenza male si prestano in questo caso, per il fatto delle grandi intensità di corrente e delle piccolissime differenze di potenziale che sono in gioco. In laboratorio, con sensibili wattmetri a riflessione sarebbe ancora possibile eseguire simili misurazioni, ma poichè gli interruttori vanno generalmente provati in posto, l'A. ha studiato un metodo specialmente adatto e che possa fare uso di apparecchi portatili.

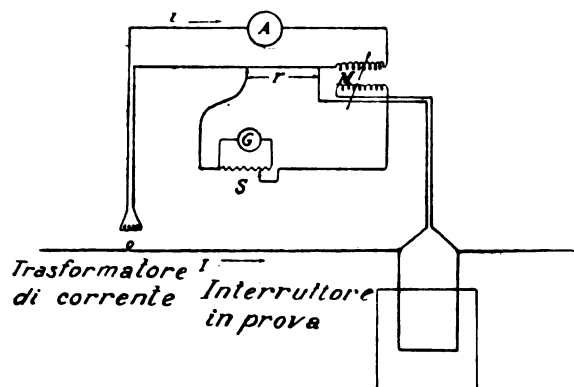


Fig. 1.

Lo schema di fig. 1 rappresenta le connessioni usate dall'A. La corrente di prova passa attraverso un trasformatore di corrente e l'interruttore in esame. Il secondario del trasformatore è in serie con un amperometro, col primario di una mutua induttanza astatica e variabile in modo continuo e con una resistenza a contatto scorrevole; G rappresenta un rivelatore di corrente alternata, il quale può consistere in un galvanometro a vibrazione portatile oppure in una coppia termoelettrica con un galvanometro a corrente continua.

La caduta di tensione che si verifica attraverso l'interruttore, è messa in contrasto, come si vede nello schema, colla caduta di tensione nella resistenza r e colla forza elettromotrice secondaria di M ; si regola r ed M fino a quando non si abbia alcuna deviazione in G.

L'A. dimostra facilmente la resistenza R effettiva alla corrente alternata dell'interruttore (comprendendo la resistenza ohmica, quella dei contatti, le perdite per correnti parassite nei conduttori, nella cassa, ecc.) è esprimibile colla formula seguente:

$$R = \frac{1}{\epsilon} (r \cos \delta - \omega M \sin \delta) \quad (1)$$

e le perdite di energia nell'interruttore, colla:

$$W = i^2 \epsilon (r \cos \delta - \omega M \sin \delta) \quad (2)$$

od anche, se lo sfasamento del trasformatore di corrente è trascurabile, con la

$$W = i^2 \epsilon r \quad (3)$$

In queste formule: ϵ è il rapporto di trasformazione del trasformatore di corrente, δ l'angolo di fase dello stesso, r la resistenza regolabile, M la mutua induttanza regolabile, i la corrente nel secondario del trasformatore, $\omega = 2\pi f$.

Nello stabilire le formule si è supposto che M sia una induttanza pura, ciò può essere assunto senza errore sensibile per frequenze inferiori a 100 periodi. M deve essere astatica in modo da non essere influenzata dai campi dispersi, sempre rilevanti quando si ha a che fare con correnti di grande intensità. Occorre anche usare qualche precauzione per impedire che i campi dovuti alle correnti intense non

producano una forza elettromotrice nella resistenza r , che deve essere una resistenza pura.

Una possibile causa di errore risiede nella corrente di capacità fra i due avvolgimenti del trasformatore di corrente. L'A. dimostra però che nei casi pratici l'effetto di tale corrente sul rivelatore G è insensibile.

La figura 2 rappresenta il dispositivo usato per le prove eseguite su un interruttore trifase a 11.000 V, 50 periodi con 5000 A per fase. Tre morsetti dell'interruttore furono connessi a stella, mentre gli altri erano alimentati mediante apposito trasformatore di corrente, con 5000 A per fase; i conduttori e i contatti furono proporzionati ampiamente in modo da non avere produzione di calore che avrebbe potuto trasmettersi per conduzione all'interruttore. Il trasformatore di alimentazione era servito da un alternatore a tensione e frequenza regolabile.

Sui montanti d'alimentazione dell'interruttore erano installati tre trasformatori di corrente 5000/2,5 A ciascuno dei quali poteva essere connesso al circuito di misura per mezzo di apposito commutatore. I due conduttori di tensione del circuito di misura mettevano capo a un pannello con contatti di mercurio per mezzo del quale si poteva stabilire le connessioni per misurare la tensione in diverse parti dell'interruttore in prova.

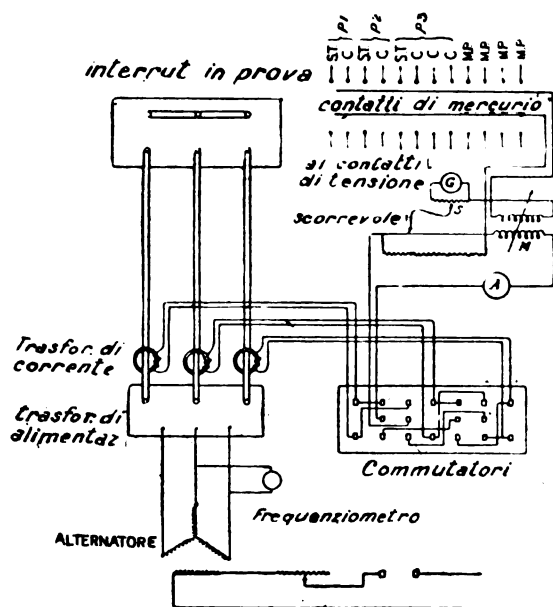


Fig. 2.

Si fece anche uso di un dispositivo a bobina di esplorazione per riconoscere i campi dispersi, e di un sistema di coppie termoelettriche per la misura della temperatura in varie parti dell'interruttore.

Dopo avere messo a punto il dispositivo, secondo quanto viene accuratamente descritto dall'A., si misurarono le perdite nei vari contatti mobili dell'interruttore. Queste perdite risultarono una piccola percentuale di quelle totali. Gli angoli fra le correnti nelle tre fasi potevano essere misurati tenendo i due conduttori di tensione del circuito di misura connessi con una fase ed eseguendo successivamente le osservazioni coi tre trasformatori di corrente; gli angoli risultarono assai poco differenti da 120° . Venne anche eseguita la misura della distribuzione della corrente fra i diversi contatti in parallelo e i rispettivi conduttori; a tale scopo si fece uso di parecchi piccoli potenziometri magnetici collocati in posto durante il montaggio dell'interruttore. Nella calcolazione delle perdite si procedette nel modo seguente:

Le perdite per correnti parassite nella cassa furono calcolate in base a risultati già ottenuti in ricerche speciali di laboratorio su tale argomento. Le perdite nei contatti furono misurate; le perdite nei conduttori furono calcolate in base alle loro dimensioni, tenendo conto dello skin-effect. Sottraendo la somma delle perdite nella cassa, nei contatti e nei conduttori, dalle perdite totali misurate, la differenza si è ritenuto consistere nelle perdite per correnti parassite nella incastellatura e nelle altre parti. In certi casi era possibile una ulteriore analisi delle perdite. Per esempio, nelle parti termicamente isolate si potevano calcolare le perdite in watt, valutandone la capacità calorifica e misurandone, con coppie termoelettriche, la velocità di accrescimento della temperatura mentre l'interruttore era alimentato da corrente. In altri casi le correnti parassite circolanti in alcune parti erano misurate con un potenziometro magnetico, e le perdite in tali parti potevano venir dedotte valutando approssimativamente la resistenza del circuito percorso da tali correnti. R. S. N.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purché ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Le lampadine *mignon* per usi scientifici hanno un consumo di corrente di circa 200 milliampere. Si è cercato di ridurre tale consumo assottigliando il più possibile i filamenti di tungsteno, ma a ciò non si può arrivare con procedimenti comuni. Venne ora provato con successo un metodo chimico consistente nell'attaccare il filamento con nitrato di potassio fuso a 340° ; si ottiene un assottigliamento molto uniforme. Si sono così potuti ottenere fili di tungsteno di 0,014 mm. di diametro fino a 0,007 mm; l'operazione dura meno di un minuto. Le lampadine così costruite hanno un consumo di 20 a 30 milliampere e una vita utile di circa 50 ore.

IMPIANTI.

L'industria elettrica in Spagna nel 1925. — Dall'Ing. Gullino, socio corrispondente dell'A. E. I. per la Spagna; riceviamo le seguenti notizie:

Impianti ultimati e messi in funzione:

Salto di Villalba de la Sierra della Idroelettrica di Castiglia; salto del Tambre della Società Gallega di Elettricità e gli ingrandimenti dei salti di Somiedo della Idroelettrica del Cantabrico.

Il salto di Villalba utilizza un emissario dello stagno di Uña ed il corso superiore del Jucar a 20 km. da Cuenca; la sua potenza media è di 15.000 cavalli. L'energia prodotta si trasporta alla centrale di Bolasque (65 km.) mediante linea di 60.000 volt e viene utilizzata dalla Unione Elettrica Madrilenia.

La Idroelettrica del Cantabrico ha eseguito un canale di 11 km. per aumentare di 1000 litri al secondo la portata del salto di Somiedo; inoltre ha installato una nuova condotta forzata a due gruppi generatori di 3500 cavalli aumentando così la potenza della centrale di Somiedo a 14.000 cavalli e quella del salto del Porto a 1800 cavalli.

I lavori del salto del Tambre sono ultimati e si stanno installando le linee a 70.000 volt che collegano la centrale con Santiago, Villagarcia, Pontevedra e Vigo. La potenza minima della centrale è di 7500 cavalli; durante nove mesi può disporre di 16.000 cavalli.

Nel 1925 cominciarono a fornire energia gli impianti di Estremadura sul Tago con 2000 cavalli utilizzati dalla Fabbrica di Cementi di Vicalvaro: la Elettrica Canguesa aumentò la sua potenza installata da 50 a 600 cavalli e la Idroelettrica del Rio Blanco mise in attività il suo impianto di Arcos di 300 cavalli di potenza.

Lo sviluppo della trazione elettrica nel 1925 comprende la ferrovia detta dell'Uzola che unisce Zumaya mediante 37 chilometri di linea a corrente continua a 1650 volt con carrozze automotrici a quattro motori da 75 cavalli ognuno.

Inoltre si apersero all'esercizio il tratto Sol-Quevedo e quello Isabella II - Stazione del Nord della ferrovia metropolitana di Madrid.

La Compagnia telefonica nazionale installò un nuovo cavo tra Ceuta e Melilla (18 miglia) ed oltre 100 km. di nuove linee, iniziando i lavori per l'adozione delle centrali automatiche.

Sono proseguiti gli studi della Società Ispano-Portoghese per i salti del Duero ed affluenti da cui si spera poter ricavare 826.543 cavalli in magra e 1.068.676 in inverno.

Nel 1925 è stata fondata la S. A. Tranvie di Barcelona con 50 milioni di pesetas di capitale; la Società Forze-Motrici di Covadonga con 525.000 pesetas e la S. A. Siems per la fabbricazione di accumulatori, con 500.000 pesetas.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Un *torsiometro per lettura a distanza* è descritto in *World Power*, dell'ottobre 1925. Lo spostamento relativo di due indici fissati sull'albero alla distanza di parecchi decimetri l'uno dall'altro, produce una variazione nella lunghezza dello strato d'aria fra due parti di un'armatura di ferro sulla quale è avvolta una bobina alimentata a corrente alternata. La variazione di induttanza produce una variazione della corrente nella bobina, supposte costanti la tensione e la frequenza. Con un amperometro opportunamente graduato può quindi leggersi direttamente l'angolo di torsione. L'apparecchio è molto sensibile e può essere costruito in modo che, entro larghi limiti, la relazione fra angolo di torsione e corrente sia lineare; è opportuno alimentarlo con un piccolo alternatore a poli permanenti mosso da motorino elettrico. Mediante un oscillografo si può rendere l'apparecchio registratore. E' adatto sia per piccoli alberi sia per quelli di grande diametro.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Una *automotrice Diesel-elettrica* delle Ferrovie Nazionali del Canada ha compiuto un lungo percorso sperimentale coprendo senza inconvenienti il tragitto da Montreal (Canada) a Vancouver (Columbia B.) su una distanza di circa 4800 km. Il viaggio durò quattro giorni; ma il tempo effettivo di corsa fu di un po' meno di 67 ore. La velocità media fu di 72 chilometri all'ora; quella massima giunse a 96 chilometri all'ora. Le forti pendenze sulle montagne rocciose furono agevolmente superate.

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani. (*)

- N. 201357 — HENOCQUE G. P. E.: Appareil à chauffage électrique pour cuisine et usages domestiques. — 1-8-1921.
- N. 200302 — POZZI F.: Applicazione termoelettrica per costruzione di apparecchi casalinghi popolari. — 17-6-1921.
- N. 203598 — QUATTRINO L.: Sistema per mantenere costante la potenza assorbita dai forni elettrici. — 29-12-1921.
- N. 193832 — TROTZER Z.: Riscaldatore elettrico per acqua corrente. — 18-12-1920.
- N. 195716 — DE MATTEI C. & ALBANO E.: Bollitore elettrico ad immersione perfezionato (Cpl.). — 4-2-1921.
- N. 194180 — WERKE O. C. m. b. H. (Soc.): Dispositivo per il riscaldamento elettrico di liquidi (Cpl.). — 13-12-1920.
- N. 202530 — MAZZALI O.: Riscaldatori elettrici «Mazzali» per la caldaia della macchina da comporre Linotype. — 3-11-1920.
- N. 227963 — FARBENFABRIKEN F. BAYER & C.: Processo per l'attivazione di una circolazione di mercurio nei processi di amalgamazione elettrolitica. — 8-2-1924.
- N. 228531 — NITRUM Soc. An.: Sistema per la produzione di acido nitrico mediante arco elettrico o fiamma e seguendo il metodo del ciclo chiuso. — 5-3-1924.
- N. 228874 — AIROLDI L.: Apparecchio elettrico con figure animate, luminescenti, a scopo di pubblicità. — 13-3-1924.
- N. 189372 — FEHLER O.: Lampada elettrica per réclame. — 9-7-1920.
- N. 228914 — ALMERIGI F.: Perfezionamenti ai dispositivi automatici a depressione per l'alimentazione del combustibile liquido al carburatore dei motori a combustione interna. — 14-3-1924.
- N. 229313 — ALTERINI T.: Nuovo tipo di riscaldatore per miscela di nafta da carburatori per motori a scoppio. — 21-3-1924.
- N. 204382 — APPELBERG C.: Dispositif de réglage pour pompe à combustible. — 4-10-1921.
- N. 199955 — L'AUXILIAIRE DES CHEMINS DE FER ET DE L'INDUSTRIE: Réchauffeur d'eau d'alimentation pour chaudières de locomotives et pour tous autres générateurs. — 31-5-1921.
- N. 229218 — BAGNULO A.: Vaporizzatore rapido. — 26-3-1924.
- N. 204492 — BERTOLDO A.: Carburatore automatico per motori ad esplosione. — 27-10-1921.
- N. 228920 — BOLMIDA A.: Disco a campana a scorrimento assiale proporzionale per cambio progressivo di velocità e dischi normali di frizione contemporanea e collettiva (ed eventualmente pluritangenziale) con dischi multipli per ogni albero e calettati rispettivamente a gradini diametrali lungo il medesimo. — 15-3-1924.
- N. 229242 — BOLTSHAUSER H.: Refrigerante a tiraggio di ventilatore per locomotive con impianto di condensazione. — 22-3-1924.
- N. 228931 — BOURNONVILLE E. M.: Valvola rotativa. — 17-3-1924.
- N. 187310 — BRAND H.: Procédé et dispositif de réglage automatique de l'arrivée de combustible et d'air aux moteurs à combustion interne par carburateur à gicleur. — 17-6-1920.
- N. 229223 — BREGERE L. J.: Motore a scoppio senza valvole. — 27-3-1924.
- N. 204267 — BRION A.: Dispositif de carburation de l'air par la naphthaline. — 19-10-1921.
- N. 228128 — BRUSCOLI V.: Motore ad essenza a due tempi mono cilindrico adatto per biciclette e motoleggere sistema Bruscoli. — 23-2-1924.
- N. 229323 — BUCHI A.: Dispositivo di regolazione per i motori a combustione Compound muniti di turbine alimentate a mezzo dei loro gas di scappamento. — 19-3-1924.
- N. 228901 — CAPPA C. G.: Dispositivo per il comando automatico dell'anticipo dell'accensione per motori a scoppio. — 12-3-1924.
- N. 229210 — Lo stesso: Perfezionamenti nei congegni di distribuzione per motori a scoppio. — 4-3-1924.
- N. 229112 — Lo stesso: Perfezionamenti negli alberi di distribuzione per motori a combustione interna. — 21-3-1924.
- N. 204565 — CAROSELLI C.: Distributore economizzatore del vapore. — 23-11-1921.
- N. 227100 — CHAPMAN ENGINEERING COMPANY: Generatore di gas. — 15-1-1924.
- N. 229245 — CELLA F.: Innovazioni nei polverizzatori di nafta per motori ad olio pesante sistema «Czerny». — 22-3-1924.
- N. 200472 — COMPAGNIA GENERALE DI ELETTRICITÀ: Metodo per costruire la corona delle palette nelle turbine a fluido elastico. — 28-6-21.
- N. 226153 — La stessa: Caldaia per liquidi. — 24-11-1923.
- N. 226885 — La stessa: Refrigerante e separatore per turbine a fluido elastico. — 22-12-1923.
- N. 226886 — La stessa: Guarnizione per alberi di turbine a fluido elettrico. — 22-12-1923.
- N. 229212 — CORRADO R. & ZANELLI R.: Diaframma per aumentare la omogeneità della miscela esplosiva nei motori a scoppio. — 25-3-1924.
- N. 229233 — CROSSLEY K. I. & LE PLASTRIER W. W.: Perfezionamenti nelle macchine a combustione interna a due tempi. — 3-4-1924.
- N. 229120 — CURBIS M.: Trasmissione con cambiamento di velocità ed inversione di marcia per veicoli automotori. — 22-3-1924.
- N. 227679 — DARIER H.: Carburatore ausiliario a vapore d'acqua od altro. — 10-1-1924.
- N. 195898 — DEMOGÉ L. E. & GUISSARD L.: Perfectionnements aux moteurs à cylindres oscillants. — 28-2-1921.
- N. 228174 — DE STEINHELL P.: Perfezionamenti nella sistemazione delle canalizzazioni di ammissione per motori a combustione. — 26-2-1924.
- N. 229252 — DIEGOLI M.: Motore a combustione interna con forte compressione preventiva ad alta velocità angolare. — 24-3-1924.
- N. 204465 — F.I.A.T.: Sistema di montaggio delle fasce metalliche sugli stantuffi di alluminio. — 21-10-1921.
- N. 229157 — FISCHER M. & DITSCHER H.: Processo e dispositivo per macchine a stantuffo e particolarmente per motori a combustione interna. — 29-3-1921.
- N. 229136 — FLATZ E.: Raffreddamento per spazi nocivi artificiali di compressori a stantuffi. — 11-3-1924.
- N. 204454 — FOETTINGER H.: Macchina a combustione ed effetto immediato dell'azione dell'agente motore sopra un mantello liquido rotante. — 20-10-1921.
- N. 204494 — GALLO G.: Motore a scoppio senza albero a gomito. — 27-10-21.
- N. 201744 — GOODMAN W. R. & GOODMAN K. J.: Perfezionamenti ai dispositivi di avviamento per motori. — 2-8-1921.
- N. 204630 — GOTTI P.: Motore rotativo a scoppio. — 29-11-1921.
- N. 229135 — GRAZER WAGGON UND MASCHINENFABRIKS AKTIEN GESELLSCHAFT vormals JOH. WEITZER et Ing. E. FLATZ: Involo per valvole di scappamento raffreddata ad acqua per motori a combustione interna. — 11-3-1924.
- N. 204516 — GRAYSON G. W.: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne. — 31-10-1921.
- N. 171793 — HAUSSON C. F.: Turbina ad acqua auto-regolatrice. — 11-2-19.
- N. 228610 — HENRIOT L.: Carburatore. — 14-3-1924.
- N. 192981 — HUGHES J. H.: Perfezionamenti agli evaporizzatori per motori a combustione interna. — 29-11-1920.
- N. 203860 — KOBSEFF J.: Procédé et dispositif pour empêcher la formation des dépôts incrustants dans les chaudières. — 7-10-1921.
- N. 204534 — LANCELOTI G.: Carburatore a petrolio per motori a scoppio. — 16-11-1921.
- N. 229000 — LANZ H.: Dispositivo di avviamento per motori a combustione a due tempi. — 25-3-1924.
- N. 229349 — LENTI C. A.: Dispositivo per produrre nei periodi avviamento la vaporizzazione e l'accensione del combustibile nei motori alimentati con combustibili liquidi pesanti. — 1-4-1924.
- N. 221768 — LINDEQUIST S.: Motore a combustione interna o a esplosione a quattro tempi. — 15-12-1923.
- N. 178432 — MACLAGAN J. C. M.: Innovazioni negli stantuffi e nelle bielle relative per motori a combustione interna. — 19-9-1919.
- N. 204038 — MARECHAL P. J. C.: Perfectionnements aux turbo-machines. — 25-10-1921.
- N. 204479 — MARELLI L. & UGHETTI LA CORSA L.: Disposizione per gasificare il combustibile liquido nei motori a scoppio. — 25-10-1921.
- N. 229027 — MASCHINENBAU-ANSTALT H.: Generatore di vapore a tubi sensibilmente verticali con corpo di caldaia inferiore e superiore. — 17-3-1924.
- N. 204034 — MEDEVET C. J. & PICKER L.: Economiseur pour moteurs à explosion. — 25-10-1921.
- N. 228873 — MAMINI FABBRICA CARBURATORI: Gasificatore per l'uso di carburanti densi nei comuni motori a scoppio, applicabile a questi e funzionante come condotto di scarico dei gas combustibili. — 13-3-24.
- N. 204354 — MUELLER P.: Processo e dispositivo per l'alimentazione di caldaie delle navi e per la pulitura delle stesse. — 29-10-1921.
- N. 226920 — PACKHAM A. J., METCALFE-DALE C. B., BARON A. W.: Sistema perfezionato per alimentare il fluido motore ad una turbina. — 20-12-1923.
- N. 204357 — PERELLI L.: Motore a due tempi e quattro fasi. — 31-10-1921.
- N. 204623 — SOC. AN. QUAERO: Metodo e dispositivo per aumentare lo effetto termico utile di motori a combustione. — 23-11-1921.
- N. 169998 — RATEAU A.: Dispositif de refroidissement des roues de turbines. — 9-11-1918.
- N. 229141 — REMUS S.: Dispositivo per la regolazione dell'ammissione della benzina nei motori a benzina. — 7-3-1924.
- N. 204297 — RICE GAS ENGINE Cy: Moteur à deux temps à combustion interne avec cylindres oscillants. — 24-10-1921.
- N. 204040 — BOSCH R. A. G.: Dispositif d'actionnements à mouvement saccadé pour appareils d'allumage. — 25-10-1921.
- N. 203931 — SAMUEL J. WHITE & COMPANY Ltd.: Perfezionamenti riguardanti valvole di distribuzione per macchine a vapore. — 6-10-21.
- N. 229037 — SCHNEIDER & C.: Apparecchio di cambio di velocità e ingranaggio. — 18-3-1924.
- N. 202907 — SPLITDORF ELECTRICAL COMPANY: Generatrice magneto-électrique. — 18-9-1921.
- N. 226934 — SULZER FRERES SOC. AN.: Apparecchio per riabbassare la temperatura dell'acqua di raffreddamento, specialmente per automotrici azionate da motori a combustione. — 22-12-1921.
- N. 204770 — TOSCO M. G.: Perfezionamento nei ventilatori per il raffreddamento dei motori a scoppio. — 29-11-1921.
- N. 187439 — TRENTLIVREY & Cie: Perfectionnements aux bougies d'allumage. — 23-6-1920.
- N. 228163 — TRIACA C. A.: Dispositivo per la trasformazione dei motori a scoppio. — 15-2-1924.
- N. 204011 — TRYFANI E. G.: Perfectionnements aux turbines moteur rotatifs etc. — 19-10-1921.
- N. 222596 — TURCO V.: Candela di accensione per motori di combustione interna con asta centrale conduttrice mobile. — 21-7-1923.
- N. 204618 — URBANO A.: Carburateur pour moteurs à explosions. — 22 novembre 1921.
- N. 203865 — VARVEL S. LE VEFRE, R. T. E.: Perfectionnements aux appareils vaporisateurs et économiseurs de combustible pour moteurs à combustion interne. — 8-10-1921.
- N. 197411 — WELLS J.: Perfezionamenti in generatori di gas per trazione meccanica. — 19-11-1919.

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20% di sconto sulle tariffe normali sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali).



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXX RIUNIONE DELL'A. E. I.

NAPOLI - 7-13 Ottobre 1925

Verbale della 2ª seduta

9 ottobre 1925 - ore 9

Il *Presidente* apre la seduta dando la parola all'Ing. Marco Semenza, il quale riassume la Relazione «*Conversione industriale di correnti alternate in continue*» da lui preparata assieme all'Ing. Guido Semenza.

Presidente: Ringrazio l'oratore e l'Ing. Guido Semenza, che non ha potuto essere presente alla riunione. Chiedo venia all'assemblea se usufruendo della mia carica di Presidente mi son permesso di invitare qui il Prof. Lombardi a illuminare l'assemblea sui particolari di un problema di grande attualità, il «*Transverter*».

Il Prof. Lombardi, salutato da un vivo applauso, tiene una vera lezione sul *Transverter*, aggiungendo interessanti notizie a quelle già pubblicate (vedi memoria pubblicata nell'*Elettrotecnica* N. 25 del 1925) e mostrando in funzionamento l'apparecchio dell'Ing. Urbinati, che tante analogie presenta coll'apparecchio inglese. Vivissimi applausi salutano la chiusa della magnifica conferenza.

Presidente: Io credo che l'applauso unanime dell'assemblea abbia dimostrata la espressione di gratitudine di tutta l'assemblea per il Prof. Lombardi. Lo ringrazio unitamente al figlio suo e faccio anche a lui le mie vive congratulazioni. Nel tempo stesso rendo omaggio all'Ing. Urbinati per la genialità dei dettagli relativi al suo apparecchio di trasformazione di corrente da trifase in continua.

Dò ora la parola all'Ing. Napoli.

Napoli: Riassume la sua memoria in cui sono esposti i risultati dell'esercizio decennale delle commutatrici installate nelle Stazioni di conversione della Società Generale per la Illuminazione di Napoli.

Presidente: Ringrazio l'Ing. Napoli per le notizie comunicate e dò subito la parola all'Ing. Laccetti.

Laccetti: Il progetto di una convertitrice costituisce per un costruttore di macchine elettriche uno studio interessante, elegante e non sempre facile, dato che in esso si incontrano e si compenetrano le leggi fondamentali della corrente continua e della corrente alternata, per cui tale macchina viene considerata a ragione come la *macchina elettrica completa* per eccellenza. Le questioni da affrontare e da superare in tali progetti sono spesso così delicate e difficili, ed i casi da risolvere sono così diversi e molteplici, da porre talvolta in seri imbarazzi il progettista anche provetto.

Una delle più importanti di tali questioni è, come è noto, quella della variazione della tensione continua, per ottenere la quale non è adatta la consueta manovra del regolatore di campo, come nell'ordinaria generatrice, ma è necessario ricorrere a uno dei sistemi che ho elencati nella Memoria e che possono suddividersi nelle due categorie:

a) *Aggiustamento della tensione alternata*. — Variazione del campo dell'alternatore alimentante il sistema; reattanza inserita fra gli anelli e i terminali del secondario del trasformatore; prese diverse al secondario del trasformatore; uso di regolatore ad induzione; uso del synchronous booster;

b) *Variazione della tensione continua con la tensione alternata agli anelli costante*:

a) variazione della posizione spazzole a c.c.;

b) booster a corrente continua.

E' inutile ripetere qui i vantaggi e gli svantaggi di ogni singolo metodo, la cui scelta dipende da molteplici fattori, quali, ad esempio, il campo di variazione che si vuole ottenere, le condizioni di funzionamento, la spesa cui si va incontro e così via.

Invece ho voluto fermare l'attenzione mia e quella dei colleghi, soltanto sulle convertitrici con Booster a corrente alternata o meglio su alcuni problemi che si riferiscono in modo speciale a questo tipo di macchina, sia per l'interesse che l'argomento desta, sia perchè in questo campo molto c'è da studiare e discutere ancora.

E' noto come è formato questo tipo di macchina elettrica.

Alla convertitrice è accoppiato un booster o survolatore a corrente alternata, la cui tensione può essere aggiunta o sottratta a quella applicata agli anelli della prima, ottenendosi conseguentemente analoga variazione della tensione continua ricavata al commutatore.

La tensione del booster può variarsi per mezzo del regolatore di campo, per cui si può realizzare sul lato continuo tutta la gamma dei valori desiderati, nei limiti preventivamente imposti.

Il complesso sembra a prima vista di chiara e semplice costituzione; senonchè il suo funzionamento è così delicato da far passare in seconda linea i pregi che indubbiamente esso ha, qualora non ven-

gano adoperati speciali accorgimenti, sui quali appunto ho voluto fermarmi.

Tale delicatezza di funzionamento del booster converter si riferisce essenzialmente al noto fattore fondamentale di ogni macchinario a corrente continua: la *commutazione*.

Rispetto a tale importantissimo fattore, la convertitrice si trova, è vero, in condizione particolarmente favorevole paragonata alla semplice generatrice, data la neutralizzazione delle due reazioni alternate e continua; ma questa condizione resta tale finchè si mantiene detta situazione, chiamiamola così, di equilibrio fra le due tensioni.

Quando esso venga comunque turbato, il problema della commutazione riappare in tutta la sua importanza con l'aggravante che la convertitrice ha condizioni congenite di debolezza, o meglio non è preparata ad affrontare queste peggiorate condizioni. Nella memoria ho cercato di riassumere i motivi per cui tale squilibrio si verifica nelle convertitrici con booster e che possono così riassumersi:

La convertitrice è progettata per una tensione media fra, le due estreme che si vogliono ottenere: il booster deve poter dare, come massimo, appunto lo scarto fra quella tensione media e le due estreme, venendo ad aggiungere la sua tensione a quella della convertitrice quando si voglia ottenere un innalzamento di tensione, a sottrarla quando si voglia un abbassamento. Nel primo caso la corrente che percorre l'indotto del booster ha la stessa direzione della tensione; nel secondo caso ha direzione contraria. Sicchè nel primo caso il booster funziona da generatore e viene quindi trascinato dalla convertitrice, la quale assorbirà dalla rete più corrente che non nel caso della condizione media suddetta, mentre la corrente continua ricavata al commutatore rimane costante. Per cui la neutralizzazione fra le due reazioni alternate e continua non avviene più come prima e dato che la commutazione è stata preventivamente adattata al caso medio, essa non è più sufficiente per queste diverse condizioni.

Lo stesso avviene quando il booster deve sottrarre la sua tensione da quella della convertitrice; esso funziona in questo caso da motore; dà quindi dell'energia meccanica alla convertitrice, la quale assorbirà meno corrente alternata che non nel caso medio. Si riproducono le condizioni di squilibrio viste nel caso precedente e la commutazione risulta anche qui egualmente difettosa.

E' necessario fissar bene questo principio:

Agli effetti della commutazione, la convertitrice adattata per fronteggiare condizioni molto più favorevoli, rispetto alla generatrice o al motore a c. c. non può agire come *generatore* o come *motore* senza che la commutazione ne venga a soffrire. E per chiarire questo concetto, nella memoria ho rammentato il fenomeno dei moti pendolari nel quale pure la convertitrice è chiamata ad agire alternativamente come motore e come generatore, riproducendosi così gli inconvenienti che abbiamo visto verificarsi nel booster converter. Quando si abbiano tali condizioni, la presenza di poli ausiliari risulta più di danno che di vantaggio.

Ma è evidente che ai poli ausiliari non è conveniente rinunciare, perchè il loro uso ha permesso di utilizzare le macchine con velocità superiori e con potenze superiori, sicchè non c'è che combattere le condizioni sfavorevoli che sorgono in quei casi speciali con accorgimento che oramai il costruttore ha già stabilito e che la esperienza ha dimostrato essere adatti alla bisogna.

Certo che sarebbe molto utile esaminare con maggiore ampiezza, tutte queste questioni; quali ad esempio quello relativo alla funzione della gabbia di scioiattolo nei poli della convertitrice, ai suoi vantaggi e svantaggi. Ma ciò, oltre ad obbligarmi ad uscire dallo argomento principale, richiederebbe in me una competenza che non ho.

Ritornando quindi al caso della convertitrice con booster, per riottenere le buone condizioni del caso normale, bisogna cercare di far variare il campo di commutazione della convertitrice contemporaneamente ed in proporzione alla variazione della tensione che si vuole ottenere. L'accorgimento cui solitamente si ricorre in tale intento è quello di porre sui poli ausiliari della commutatrice oltre all'ordinario avvolgimento in serie, un *altro avvolgimento in derivazione*, che viene percorso da corrente proporzionale appunto ai diversi valori della tensione variabile.

Ma ciò non basta, le condizioni di equilibrio ristabilite in tal modo per una determinata tensione diversa dalla media, vengono a guastarsi nuovamente quando anche il carico sia diverso dal normale.

Sicchè bisogna studiare qualche dispositivo che permetta di far variare l'entità del campo ausiliario di commutazione, oltre che in proporzione alla tensione, anche in proporzione al carico, ossia in relazione alla potenza.

Nella memoria ho riportato un esempio numerico per chiarire questo concetto, che, del resto, più comprendersi così all'ingrosso, pensando alle funzioni di generatore e motore che compie il booster nei due casi di elevamento della tensione o di abbassamento. Nel primo caso assorbe e nel secondo caso dà della potenza. E' intuitivo quindi che le variazioni che dobbiamo produrre nel campo di commutazione dovranno essere proporzionali alla *potenza* ossia alla tensione e al carico.

Ciò si ottiene mediante l'impiego di dispositivo ed apparecchi ausiliari che sono però di delicato funzionamento e regolazione. Ed è questo il punto debole del sistema del booster converter. Nella memoria ho riportato uno dei sistemi adoperati e il relativo schema generale con la disposizione delle macchine ed apparecchi.

Ogni casa costruttrice risolve il problema nel modo che crede migliore.

Ma i principi fondamentali sono sempre gli stessi e sono quelli da me accennati.

Presidente : Ringrazio l'oratore e dò la parola all'Ing. Cohen.

Cohen : Non ho l'intenzione di entrare in particolari — diciamo intimi — del funzionamento dei raddrizzatori a vapori di mercurio.

Non è questa la sede adatta all'esposizione della teoria del passaggio della corrente dall'anodo al catodo e dell'effetto valvolare, per il quale, in condizioni normali, la corrente non può scorrere nel senso opposto. E troppo lontano ci porterebbe lo studio del comportamento degli elettrodi e degli elettroni e l'esame critico delle esperienze eseguite per sviluppare quelle teorie e per verificarne l'esattezza.

Sta di fatto che oggi, dopo lunghi anni di studi, possiamo dire di conoscere perfettamente quello che succede nel raddrizzatore, sia in condizioni normali, sia in presenza di fattori accidentali quali per esempio l'eccesso di pressione o di temperatura. Riconosciute le cause dei primi insuccessi è ovvio che si siano poi rapidamente escogitati i mezzi coi quali eliminarli. Primi fra tutti: l'impiego di materiali chimicamente sceltissimi; la perfetta evacuazione dei cilindri; e la costruzione di pompe a vuoto di funzionamento impeccabile. Con la sua guarnizione di mercurio e con la pompa molecolare, pure a mercurio, la Brown Boveri ha ottenuto dei risultati veramente splendidi, tanto che un cilindro, lasciato a se per parecchi mesi, conserva di solito una pressione residua non superiore a qualche centesimo di mm di colonna di mercurio.

A quanto sulle caratteristiche generali del raddrizzatore ha esposto l'egr. Ing. Marco Semenza, vorrei aggiungere soltanto qualche breve considerazione; e chiedo scusa se per la completezza e per l'ordine debbo ripetere qualcuna delle parole dette dall'Ing. Semenza.

Il raddrizzatore a vapore di mercurio gode ormai di tutte le caratteristiche tecniche ed economiche delle macchine convenienti agli impianti industriali, con tensione compresa fra qualche centinaio e qualche migliaio di volt, ed intensità fino a 1000 e più Amp. per ogni unità (la frequenza non ha alcuna importanza).

In Francia e in parecchi altri Paesi, i raddrizzatori hanno trovato largo impiego; da noi invece vi sono ancora ben pochi impianti del genere. Forse il ritardo è dovuto in parte al fatto che ci è mancato quell'impulso che per esempio in Francia e in Olanda è nato quale conseguenza dell'elettrificazione delle reti ferroviarie nazionali con la corrente continua. Comunque la nuova macchina ha dato dei risultati tanto soddisfacenti da meritare un cenno sui progressi che le hanno fatto superare la fase critica dello sviluppo, portandola a diventare una macchina industriale nel vero senso della parola.

Il principio sul quale si basa il funzionamento dei raddrizzatori a vapore di mercurio è tanto lontano da quello che siamo abituati a considerare nelle macchine elettromagnetiche, da giustificare la poca fiducia che per un senso, vorrei quasi dire istintivo, si aveva da principio nei riguardi della sua sicurezza di servizio; ed infatti il raddrizzatore, in fondo in fondo, assomiglia piuttosto ad un apparecchio di fisica che non ad un alternatore o ad un trasformatore — ben inteso nelle sue caratteristiche di funzionamento, non nei riguardi della robustezza della costruzione.

E' poi un fatto che nei primi tempi si verificavano abbastanza frequentemente dei fenomeni, quali per esempio gli archi di ritorno, a prima vista inesplicabili perchè succedevano generalmente senza un'apparente causa esterna. Lo studio sperimentale e teorico del raddrizzatore ha poi chiarite le idee, dando la spiegazione degli insuccessi e la chiave per eliminare tutte le difficoltà.

Di valore pratico inestimabile è l'insensibilità meccanica ed elettrica del raddrizzatore agli effetti dei sovraccarichi e dei corti circuiti. A proposito di corti circuiti bisogna aggiungere che le bobine secondarie del trasformatore subiscono delle sollecitazioni precisamente opposte a quelle che si riscontrano durante il corto circuito di un trasformatore normale.

Il trasformatore dev'essere quindi di costruzione appropriata e formare col suo raddrizzatore una sola unità. Del resto la necessità di considerare il raddrizzatore e i suoi accessori come un tutto inscindibile si riscontra anche a proposito delle pompe a vuoto, delle bobine d'assorbimento e degli apparecchi segnalatori.

I dispositivi di comando e di controllo si sono andati semplificando tanto che la manovra di una moderna stazione di conversione risulta sensibilmente analoga a quella d'una sottostazione di trasformazione statica; risulta quindi estremamente facile l'esecuzione d'impianti automatici; e al giorno d'oggi l'automaticità rappresenta una notevolissima economia sulle spese d'esercizio.

Scomparsa la necessità di far delle manovre di sincronizzazione o d'avviamento, anche il comando manuale d'una sottostazione di raddrizzatori è d'una semplicità esemplare.

Gli impianti alimentati in parte da raddrizzatori e in parte da macchine rotanti danno una prova molto evidente di quanto sopra: ritornando l'energia dopo un'interruzione avvenuta nella rete primaria, la parte connessa coi raddrizzatori riprende il servizio entro pochi secondi, mentre il resto tornerà sotto tensione dopo parecchi minuti, non di rado dieci o quindici quando si tratti di unità di qualche migliaio di kVA.

Nei riguardi del funzionamento in parallelo di più unità fra di loro o con convertitori rotanti, la caratteristica leggermente decrescente della tensione dell'arco ferro-mercurio porta a delle difficoltà di messa in parallelo, superate utilizzando convenientemente l'impedenza dei trasformatori o impiegando delle bobine di self compensate.

Sono note le caratteristiche dei raddrizzatori nei riguardi del rendimento, elevatissimo soprattutto per tensioni piuttosto alte, quali si raggiungono negli impianti di trazione.

Infatti l'arco provoca una caduta di tensione di una ventina di volt soltanto e ad essa vanno aggiunte le perdite, modeste, del trasformatore nonché le poche centinaia di watt corrispondenti al consumo degli apparecchi ausiliari. Siccome poi il rendimento rimane elevatissimo anche a carico parziale, mentre d'altra parte il raddrizzatore sopporta agevolmente i più forti sovraccarichi, esso si adatta particolarmente agli impianti a carico fortemente variabile, quali il comando dei laminatoi e soprattutto le sottocentrali d'irraggiamento.

Nella sottostazione a 4000 volt della Torino-Lanzo si fecero degli interessanti rilievi a proposito del rendimento, confrontando quello medio giornaliero col solo raddrizzatore in servizio, con quello delle macchine rotanti: le letture, eseguite ai contatori dei feeders d'arrivo e sui contatori delle linee a corrente continua in partenza, dimostrano che il servizio del raddrizzatore equivale ad un aumento del rendimento globale medio della stazione di conversione di ben venti unità.

Riepiloghiamo dunque i vantaggi più importanti degli impianti di raddrizzatori:

Rendimento elevatissimo anche a carico parziale.

Insensibilità alle improvvise punte di carico e ai corti circuiti.

Funzionamento indipendente dalla frequenza della rete alternata.

Semplicità della messa in servizio e della sorveglianza.

Assenza di parti rotanti, e quindi, in relazione anche all'insensibilità ai corti circuiti: durata illimitata e spese di manutenzione ridotte quasi a zero.

Facilità di realizzare degli impianti automatici economicamente convenienti.

Peso ridottissimo e ingombro minimo, vantaggio notevole in quei casi abbastanza frequenti in cui bisogna aumentare la potenza di un impianto nel quale non vi sia la possibilità di procedere a degli ingrandimenti dei locali.

Funzionamento silenzioso, caratteristica importantissima per gli impianti che devono sorgere nell'abitato.

In poche parole il raddrizzatore a vapore di mercurio è ormai perfetto, e nella maggior parte dei casi può essere considerato come la macchina industriale ideale per la trasformazione della corrente alternata in corrente continua; si può prevedere prossima anche fra noi l'applicazione in larga scala del raddrizzatore, senza che con ciò sia detto debbano essere completamente soppiantati e il gruppo motore-dinamo e la commutatrice, macchine reversibili e sempre convenienti nei casi di forti intensità e di tensioni basse.

Presidente : Ringrazio il collega Cohen per le sue comunicazioni e dò la parola all'ultimo collega che deve parlare stamane, Ing. L'Eplattenier.

L'Eplattenier : La relazione presentata sulle ampole per raddrizzatori a vapore di mercurio, ha trattato tali raddrizzatori in rapporto alle qualità del vetro impiegato ed ai progressi raggiunti nella relativa tecnica; sarebbe ozioso, ora, riportare e riassumere i dati ed il contenuto della relazione, tanto più dopo la memoria del collega C. Cohen, sui raddrizzatori a corpo metallico, nella quale l'argomento, anche dal lato elettrotecnico, è stato svolto diffusamente, in modo da riguardare, in generale entrambi i tipi di raddrizzatori.

In sostanza tutte le proprietà rilevate per i raddrizzatori metallici, si possono ascrivere ai raddrizzatori in vetro; a vantaggio di questi ultimi, inoltre, occorre notare l'evidente impossibilità di archi a massa, difficoltà che si presenta notevole, invece, per gli apparecchi metallici.

In secondo luogo i raddrizzatori ad ampolla non richiedono l'operazione preliminare del vuoto, all'inizio del loro impiego, e non devono essere corredati di alcuna pompa: resta così a tutto vantaggio del rendimento il risparmio dell'energia assorbita dalla pompa a vuoto e da quello per la circolazione dell'acqua, necessaria agli apparecchi metallici.

Coi perfezionamenti apportati nella costruzione delle ampole, secondo quanto è stato esposto nel corso della relazione, i risultati ottenuti riguardano tre elementi essenziali: durata, rendimento, intensità, limite di corrente.

Le ampole fabbricate col nuovo vetro e coi perfezionati procedimenti, hanno una durata media di oltre diecimila ore di esercizio, e, quando non vengono sottoposte a carico maggiore del normale od a frequenti corti circuiti, raggiungono ben le ventimila ore di funzionamento. Inoltre, come si rileva dai diagrammi annessi, la caduta di tensione è stata sensibilmente ridotta (per esempio, per un'ampolla da tre ampères, la caduta è limitata a circa 9 volt) e questo rende ora possibile di ottenere buoni rendimenti anche con basse tensioni di corrente fornita.

Per ultimo, il limite d'intensità è attualmente di 250 amp. per ampole trifasi e di 350 amp. per ampole esafasi: diciamo attualmente, poichè, portati a compimento gli studi in corso, sarà possibile, fra breve, costruire industrialmente ampole esafasi per 500 amp. Lo stesso dicasi per i limiti di tensione, che sono sul punto di essere portati a 1200-1500 volt, ed in seguito anche ai 2000 volt, tensioni necessarie, ad esempio, per la trazione elettrica.

Pur lasciando, così, ai raddrizzatori metallici il campo delle intensità maggiori, (grande trazione) resterà un campo vastissimo, dai 3 ai 500 amp. nel quale, per ogni genere di applicazione, l'impiego del raddrizzatore ad ampolla si presenterà conveniente, soprattutto dal lato economico, per quanto riguarda le spese d'acquisto e quelle di esercizio.

Presidente : Ringrazio il collega L'Eplattenier, ed apro la discussione sul gruppo di memorie della seconda parte, e, tanto per cominciare, mi permetto di dare il buon esempio. A proposito della relazione

presentata dai colleghi Marco e Guido Semenza voglio ricordare che si può completare la serie di macchine su cui essi hanno riferito con un'altra di cui credo non esista alcun rappresentante in Italia, ma che ha una certa diffusione all'estero, e specie in Inghilterra. E' proprio opportuno a mio parere che un accenno a questa macchina venga fatto in una riunione sul problema della conversione della frequenza.

Abbiamo visto che se prendiamo una macchina asincrona ed obblighiamo il rotore di essa a funzionare a velocità ridotta, si può avere un trasformatore rotante, utilizzando una parte dell'energia in un circuito esterno e raccogliendo l'altra parte di energia sotto forma meccanica all'albero della macchina.

La parte di energia che compare sotto forma elettrica, in un sistema di correnti polifasi alla frequenza dello scorrimento, può essere utilizzata per alimentare una convertitrice, che risulterà pertanto una convertitrice a bassa frequenza. Che se colleghiamo meccanicamente le due macchine tra loro, ognuna avrà duplice funzione, elettrica e meccanica, in quanto che la convertitrice funzionerà, oltre che come tale, anche come dinamo.

E' insomma il principio del collegamento in cascata che viene utilizzato, risultando dal complesso una macchina che gode di caratteristiche prerogative, tanto è vero che, se pur queste macchine in Italia non sono applicate, in altri paesi lo sono largamente, e certo interessano molto perchè evitano gli inconvenienti di altri gruppi di trasformazione. Infatti, si ha per primo la possibilità di alimentare lo statore a tensioni elevate, senza aver bisogno di ricorrere a trasformatori di tensione.

In secondo luogo offrono la possibilità di rifasare completamente la macchina, potendo sovraeccitare la parte di macchina che funziona da convertitrice, essendo il rotore di essa collegato in cascata col rotore della macchina asincrona.

In terzo luogo offrono la possibilità di regolare, anche entro limiti piuttosto grandi, la tensione dalla parte della corrente continua. Inoltre queste macchine presentano un discreta insensibilità alle variazioni di tensione; qui ci troviamo di fronte ad una vera macchina asincrona nella quale le eventuali variazioni di tensione trovano una compensazione nella maggior corrente assorbita e di conseguenza si può essere sicuri che queste macchine non danno gli inconvenienti imputabili alle convertitrici. Il rendimento del gruppo è ottimo, anche per il fatto che normalmente si può evitare l'impiego del trasformatore statico. In Inghilterra e nelle Colonie inglesi queste macchine sono molto diffuse nelle sottostazioni automatiche per impianti tramviari.

Tutto ciò a complemento della memoria presentata dagli ingegneri Guido e Marco Semenza.

Sul funzionamento di grandi convertitrici, su cui ha riferito il collega Laccetti, ricorderò un caso in cui tre di esse, scaglionate lungo una estesissima rete tramviaria e giornalmente tutte tre in funzione per poter sempre assicurare una relativa costanza di tensione, a malgrado che solo qua e là la linea venisse caricata (lavori di bonifica - servizio trasporti) davano luogo ad un fattore di potenza medio mensile estremamente basso. La causa era da ascrivere al tipo di eccitazione adottato. Trattavasi di convertitrici con eccitazione compound, funzionamenti a vuoto o a basso carico con $\cos \phi$ in ritardo, a pieno carico con $\cos \phi$ in anticipo; e ciò per sfruttare la caduta di tensione del trasformatore statico di alimentazione, tenuta alta di proposito, per avere una tensione agli anelli della macchina (e quindi anche al collettore) gradatamente crescente col carico.

Ora nell'impianto in discorso, o l'una o l'altra di queste tre convertitrici funzionava nettamente a vuoto (servendo solo a mantenere tensione normale in linea) con un fattore di potenza oscillante fra 0,12 e 0,15. E si comprende come in queste condizioni il fattore di potenza medio mensile dell'impianto dovesse risultare molto scarso.

Ecco dunque come non si possa affermare che l'esercizio con convertitrici assicura sempre un funzionamento con elevato fattore di potenza, potendo darsi il caso del contrario.

Adesso dò la parola all'Ing. Vannotti.

Vannotti: Il nostro Presidente ha detto che non sa spiegarsi perchè i convertitori in cascata non si sono diffusi in Italia. Posso rispondere io, perchè il Tecnomasio aveva acquistato a suo tempo il diritto di licenza per la fabbricazione di queste macchine in Italia. Nella pratica ogni volta che si è presentata l'occasione di adottarle, si è trovato che le stesse non convenivano sia pel costo che pel rendimento in confronto delle ordinarie commutatrici, anche se munite di trasformatore.

I convertitori in cascata ripetono principalmente la loro origine dal fatto che fino a 15-20 anni or sono i costruttori incontravano grandi difficoltà di commutazione per le commutatrici a frequenza industriale e per potenze un po' rilevanti, difficoltà assai minori invece per la metà frequenza (20-25 per.) a cui funziona la parte a corrente continua dei convertitori in cascata. I progressi realizzati susseguentemente nella costruzione delle commutatrici hanno pertanto e per le ragioni su esposte consigliato l'adozione dei convertitori in discorso. Del resto, in molti casi, stante la elevata tensione della rete primaria, si richiede il trasformatore anche per i convertitori in cascata.

Palestrino: Noi abbiamo adottato una macchina di questo tipo in un caso in cui occorreva produrre la corrente continua per alimentare una piccola rete dove non era conveniente installare una batteria di accumulatori. Il funzionamento è regolarissimo.

A Torino questa macchina funziona da due anni e mezzo senza interruzione e senza presentare alcun inconveniente anche in seguito a corti circuiti che si sono verificati in corrente continua; queste macchine non sono inferiori a quelle che abbiamo avuto finora.

Laccetti: A solo titolo d'informazione a proposito delle dinamo

ad alta tensione devo dire che io ho visto in funzione dinamo di 15.000 volt e 50 kW di potenza e due collettori, 7500 volt per collettore. Ho avvicinato il costruttore di questa dinamo, Mister Bergman, per chiedergli notizie al riguardo: il suo concetto fondamentale è questo:

Nelle macchine a c. c. è possibile elevare la tensione per lamella ed arrivare sino a 80, 90 ed anche 100 volt, purchè sia studiata convenientemente la distribuzione del campo principale e del campo ausiliario e combattuta efficacemente la reazione d'armatura. Per ottenere ciò, egli, oltre ad adottare gli ordinari poli ausiliari e avvolgimenti di compensazione, impiega — per il campo principale — avvolgimenti distribuiti anzichè concentrati ed i risultati, ripeto, per quelle potenze, sono stati ottimi. Sempre nello stesso campo dirò che qui da noi abbiamo in funzione per la ferrovia Bribano-Agordo una dinamo da 400 kW, 2200 volt, a un sol collettore, costruito dalla Compagnia Generale di Elettricità e che funziona ottimamente sin dal 1924.

Semenza: Mi riferisco a quanto ha detto l'Ing. Cohen. Io ho sentito citare delle cifre molto elevate come costo della conversione di frequenza, mentre invece cifre molto più basse per la conversione da corrente trifase in continua con gruppi convertitori e anche più con raddrizzatori a mercurio. Questo minore costo proviene dal maggiore rendimento riscontrato. Il maggior rendimento è ingente, circa di 20 unità, tra il 74 e il 94; se mediante la conversione si porta il rendimento a 94 % evidentemente il 42 % di maggior costo, che si è detto esistere nella conversione di frequenza a scopi ferroviari, deve diminuire adottando la trazione a corrente continua.

Un'altro punto voglio fare presente ed è questo: la possibilità di avere sottostazioni automatiche con raddrizzatori a mercurio; si può con la stessa spesa od anche con una spesa minore avere un'esercizio un maggiore numero di sottostazioni ciò equivale ad avere minori spese nelle linee di contatto. Ciò aumenta anche la sicurezza.

In quanto poi al confronto tra i vari sistemi di conversione si sono avute sottostazioni con tre tipi di macchine e anche le Ferrovie dello Stato hanno adottati due tipi.

Del Buono: Nell'applicazione delle convertitrici per la trazione ferroviaria e tranviaria occorre una regolazione delle tensioni delle sottostazioni. La variazione di tensione sarebbe importante anche per gli scopi elettrochimici. La variazione di tensione naturalmente si può ottenere agendo nella corrente alternata con uno dei soliti sistemi. Tutto questo produce degli inconvenienti specialmente nelle sottostazioni tramviarie, e perciò io gradirei qualche chiarimento.

Semenza: La regolazione della tensione segue lo stesso concetto applicato ai convertitori. Se la regolazione di tensione è grande (cioè che difficilmente occorre per la trazione) l'impianto di regolazione risulta molto costoso.

Cohen: Effettivamente se occorre una continua regolazione di tensione, conviene in generale prendere le commutatrici o meglio i gruppi motore-dinamo; ma nella trazione, e in altri casi, questa regolazione della tensione non è neppure necessaria. Ci saranno al massimo delle variazioni da fare due volte al giorno.

Presidente: Su questo argomento avrei piacere di sentire qualche pratico che desidererei prendesse la parola.

Urbinali: Io sono esercente di una rete di cinque sottostazioni. In una di esse vi è, oltre a tre piccoli gruppi rotanti, un raddrizzatore a mercurio 650 volt, 1000 ampère. Noi ci preoccupammo del fatto che la tensione della corrente primaria, alimentante la sottostazione, subisce delle forti variazioni; e ci siamo perciò messi d'accordo con la Casa fornitrice del raddrizzatore per potere effettuare una variazione di circa il 15 % nella tensione della corrente continua. Il raddrizzatore è in esercizio da circa sei mesi, e l'operaio manovra ogni momento, al variare della tensione primaria, il regolatore di tensione della corrente continua, in modo che la tensione di questa rimanga pressochè costante. Nessun inconveniente abbiamo riscontrato in questa regolazione.

Dopo circa un mese di funzionamento è avvenuto un incidente prodotto probabilmente dalla disastensione di un operaio che con un conduttore ha messo a terra un tubo sotto tensione del cilindro. Il corto circuito ha determinato la formazione di un foro nel tubo, e quindi l'ingresso dell'aria nel cilindro. Saldato il tubo, si è dovuto di nuovo fare il vuoto nel cilindro. Io temevo che l'operazione, anche perchè era la prima volta che noi la eseguivamo, richiedesse un tempo assai lungo; ma invece in soli tre giorni, senza lavorare di notte, abbiamo ottenuto un ottimo vuoto, facendo uso di due eiettori a vapori di mercurio, montati in serie.

Da allora il raddrizzatore ha sempre marciato regolarmente.

Cohen: La caduta di tensione dell'arco è in media 25 volt, e quindi il rendimento è facilmente calcolabile. Il rendimento migliora col crescere della tensione utilizzata. Il cilindro da 550 volt oggi si costruisce per 1600 amp.

Righi: Domando al Prof. Lombardi se vi è la convenienza nell'usare due gruppi tipo Transverter nella stessa stazione per convertire la frequenza della corrente alternata.

Lombardi: Si è venuti alla conclusione che conviene usare il transverter solo quando occorra la corrente continua di alta tensione per lunghe trasmissioni, ma negli altri casi si può benissimo adoperare un convertitore comune assai meno costoso.

Del Buono: I limiti di applicabilità del Transverter quali sarebbero?

Lombardi: Il concetto su cui si basa la nuova macchina è di avere parecchi collettori in serie; ora, se non occorre una tensione di parecchie migliaia di volt, è inutile ricorrere ad un dispositivo così complicato.

La Rovere: Il piccolo modello di macchina a corrente continua, a induttore rotante ed indotto fisso che presento al Congresso della Associazione Elettrotecnica Italiana, fu da me fatto costruire nella Regia Scuola Industriale di Teramo, ove insegno, col duplice intendimento:

1) di esercitar la mano e la mente degli allievi alla costruzione d'un piccolo modello di macchina elettrica e di dimostrare poi, a costruzione ultimata, la essenza del fenomeno della induzione e della commutazione, indipendentemente dal moto relativo dell'induttore e dell'indotto;

2) di sperimentare un nuovo tipo di collettore.

Tralasciando il primo e fermandomi al secondo, che può riuscire di qualche interesse ai fini del Congresso, dirò che ho sempre considerato problema di molta importanza quello di liberare, nella macchina a corrente continua, le lamelle del collettore dalla soggezione dei piccoli interspazi che ne limitano le possibilità pratiche d'isolamento a poche decine di volt, e non meno importante quello di far in esso rotar le spazzole e tener fisse le lamelle. Il problema cioè di creare un collettore che permetta di portare nel campo delle applicazioni industriali le correnti continue ad alta tensione, sia attraverso la generazione ed utilizzazione diretta con macchine ad indotto fisso ed induttore rotante, che abbiano perciò i medesimi caratteri dei moderni alternatori, sia attraverso macchine statiche di conversione e trasformazione, come quelle a campo magnetico rotante o del tipo transvertitore. Alla realizzazione delle prime non occorre che un adatto collettore, il quale abbia lamelle fisse e spazzole rotanti suscettibili di essere isolate per alte tensioni, poi che la commutazione non presenta in tal caso difficoltà maggiori di quelle delle attuali macchine a corrente continua, beneficiando anzi di alcune prerogative intrinseche nel sistema stesso del collettore. Per le seconde e particolarmente per alcuni tipi di esse, esiste ancora il problema della commutazione. Ma esso può essere affrontato con maggior lena e fiducia una volta conseguiti buoni risultati nella realizzazione delle prime, nè credo, manchino del tutto mezzi adatti a risolverlo; il transvertitore ne offre già un buon esempio.

Il tipo di collettore, scolastico e semplicemente dimostrativo, che presento, nonché la macchina a cui esso è applicato, formano un tutto assieme assai imperfetto; non pertanto il funzionamento generale ne è molto soddisfacente, tanto più, quanto più se ne conoscono i difetti costruttivi, sorti per la ristrettezza dei mezzi a disposizione.

Il collettore è a quattro spazzole, costituito da barrette di rame di sagoma adatta, incastrate in un blocco cilindrico di fibra alla cui superficie affiorano e col quale rotano; esse anziché mantenersi longitudinalmente, ciascuna lungo una propria generatrice, sono divise in segmenti spostati angolarmente di angoli successivamente uguali e sempre nel medesimo verso, in maniera da seguire alla superficie del blocco cilindrico un andamento elicoidale. I segmenti di ciascuna spazzola sono metallicamente uniti e, poichè rotano, comunicano col circuito esterno attraverso due anelli di ottone, uno collegato alle spazzole positive l'altro alle negative, sui quali strisciano contatti fissi che fanno capo ai morsetti della macchina. Le lamelle fisse, collegate all'avvolgimento indotto, aderiscono, con un meccanismo analogo a quello delle spazzole odierne, alla superficie cilindrica del blocco portaspazzole, sulla quale sono scaglionate longitudinalmente a gruppi seguenti altrettante generatrici. Spostamenti elicoidali dei segmenti di spazzole e ordinamento longitudinale delle lamelle, sono regolate in maniera che le spazzole rotando, tocchino, per ogni spostamento angolare $2\pi/K$ (in cui K è il numero totale delle lamelle) una nuova lamella, seguente numericamente quella toccata prima, così, che per ogni giro ciascuna spazzola toccherà successivamente tutte le lamelle, ad intervalli di tempo uguali se il moto è uniforme. Tale sistema permette di allontanare longitudinalmente ed angolarmente le lamelle quanto potrà occorrere ad un perfetto isolamento, mentre all'isolamento delle spazzole si provvede fissando opportunamente il diametro del blocco ed interrompendo anche, ove occorra e come si è fatto nel modello, la superficie strisciante sotto le lamelle, con adatte scanalature. A cercare il piano di commutazione sono le lamelle che si spostano angolarmente rispetto all'avvolgimento indotto, non convenendo praticamente lo spostamento delle spazzole rispetto all'induttore, o viceversa, rotando entrambi solidalmente sul medesimo albero.

Un'analisi completa di tutto il meccanismo collettore e degli elementi che interessano e regolano il suo funzionamento è stato da me svolto in altra sede.

Il modello che presento ed innanzi descritto, iniziato tre anni or sono con la speranza di poterlo applicare ad una macchina di quattro o cinque kW, alla tensione di duemila volt, venne poi applicato ad una macchina di circa duecento watt ricavata dall'utilizzazione di un motorino trifase da 1/4 di HP, dalla Ditta Marelli offerto alla Scuola senza avvolgimento; nello statore fu praticato un avvolgimento a tamburo e il rotore a gabbia venne sostituito con un induttore di ferro massiccio a quattro espansioni polari, regolarmente eccitato e montato su d'un albero prolungato da un lato per calettarvi il blocco rotante delle spazzole.

Date le dimensioni del collettore, progettato per una macchina di potenza almeno venti volte maggiore, venne la necessità di un terzo supporto, e dato l'uso di lamelle (fu d'uopo procedere per successive transazioni) ricavate da ritagli di carbone di lampade ad arco, poco compatti e granulosi, sottoposte per giunta ad una pressione esuberante a

causa di molle inadatte, il collettore assorbe sull'albero tutt'intera la potenza della macchina.

Altri difetti costruttivi potrei citare, ma non credo sia il caso d'insistere.

La macchina, per la sua stessa natura, oltre che dinamo è anche alternatore, potendosi ricavare da punti opportunamente presi sullo avvolgimento, e per essi ai serrafili stessi delle lamelle, correnti mono e polifasi; è quindi motore a corrente continua e motore sincrono; è macchina convertitrice.

Provata come motore a corrente continua (funzionante per quanto si è detto a pieno carico) ha corrisposto alla aspettativa di un buon funzionamento generale e di una commutazione più che soddisfacente. Prese sull'indotto opportune derivazioni si sono ricavate correnti alternative mono e polifasi, per breve tempo, data la potenza tutta impegnata nello sforzo meccanico, ma rispondenti ai noti rapporti di tensione delle comuni convertitrici, tenuto conto, ben'inteso, delle cadute interne di potenziale.

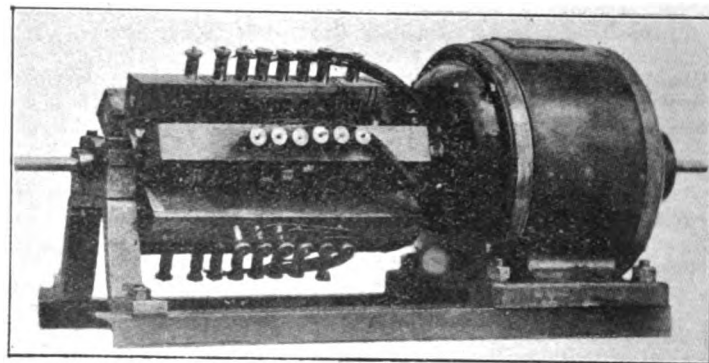


Fig. 1.

Non meno soddisfacente ne è stato il funzionamento come convertitrice di corrente alternata trifase in continua; avviata con la corrente continua, si è portata al sincronismo coi soliti sistemi, ed il parallelo, malgrado il pieno carico, si è praticato con poca difficoltà. Si è avuto qualche uscita dal passo, per brusche variazioni di frequenza e di tensione, ma bisogna tener conto che la macchina doveva funzionare scarsamente eccitata a causa della tensione disponibile ai morsetti dei riduttori avuti a disposizione.

Non si è avuto modo di provarla come dinamo, ma le prove eseguite possono ritenersi esaurienti, nè era il caso di eseguire prove di rendimento o ricavare curve caratteristiche, dati i cattivi risultati che si sarebbero verificati per le cause già indicate.

Dimostrativamente la macchina dà buone e confortevoli indicazioni ma non presumo con ciò di aver risolto il problema innanzi formulato. Buone e fondate speranze ho su d'un nuovo modello progettato e sulle possibilità di una sana e rapida costruzione onde ottenere risultati completi ed affrontare il problema nella sua interezza, ma l'espore ora questo primo modestissimo modello, mi è sembrato cosa utile a fermare maggiormente l'attenzione di quanti più e meglio di me possono riuscire, sul problema fondamentale d'un collettore atto alla realizzazione di macchine rotanti e trasformatrici statiche a corrente continua ad alta tensione affinché nuovi orizzonti si schiudano a molte delle applicazioni industriali che più interessano e tormentano oggi lo spirito di studiosi e d'industriali.

Presidente: lo ringrazio l'Ing. La Rovere dei suoi chiarimenti. Il fatto poi che l'idea sia sorta da questioni scolastiche non dice nulla, perchè molte macchine importanti sono uscite così e poi si sono perfezionate.

Personalia

Al Gr. Uff. Conte Ing. Luigi Cozza venne recentemente offerta, dai funzionari del Servizio Idragrafico del Ministero dei LL. PP. una medaglia d'oro in riconoscimento dell'opera insigne da lui svolta in pro del servizio Idragrafico Italiano.

Associandoci a quel riconoscimento, nell'esprimere all'egregio Consocio l'augurio che anche come Presidente del Consiglio Superiore dei LL. PP. continui ancora l'opera assidua svolta in pro della utilizzazione delle energie idriche, inviamo il nostro deferente saluto, certi di interpretare il pensiero di tutti i Soci.

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La dispersione del calore per irradiazione.

La tendenza che è alla base di ogni tecnica, di sfruttare sempre meglio e sempre più razionalmente i materiali, acuita dalla concorrenza commerciale fra i costruttori, ha portato ad un grande sviluppo di studi e di ricerche — di cui solo una minima parte « affiora » nella letteratura tecnica — sulla distribuzione delle temperature e sul flusso del calore nell'interno delle macchine elettriche. Relativamente meno — per quanto almeno concerne gli elettrotecnici — sono progrediti gli studi relativi all'ultimo passaggio del calore: quello dalla macchina all'ambiente; e la cosa si spiega forse colla sempre maggior importanza assunta dal raffreddamento artificiale (ventilazione nelle macchine ruotanti, calcolazione d'olio o d'acqua nei grandi trasformatori) per il quale l'esperienza diretta fatta sulle macchine stesse può fornire dati sicuri per i nuovi progetti. Ma anche nelle macchine a raffreddamento artificiale, la parte di calore disperso naturalmente nell'ambiente conserva la sua importanza ed è opportuno che per la sua valutazione si abbandonino o si adoperino meglio le formule empiriche od approssimate finora usate.

A ciò tende lo scritto odierno del collega BORDONI, che riassume lucidamente i più recenti progressi compiuti nello studio dell'irradiazione del calore e mostra come sia possibile raggiungere risultati assai prossimi al vero mediante formule d'uso pratico, razionalmente derivate da quelle più complesse che rappresentano il fenomeno.

I verbali di Napoli e la prossima Riunione di Brescia.

Con la puntata odierna i verbali della passata Riunione di Napoli entrano nel campo dell'organizzazione del servizio e dei sistemi di protezione destinati a meglio assicurare la regolarità e la continuità del funzionamento degli impianti. E' l'argomento che, come annunciammo, sarà ripreso quest'autunno a Brescia; e noi richiamiamo perciò l'attenzione dei colleghi sui verbali in parola: la loro lettura può infatti suggerire molti spunti a nuovi lavori, a nuove relazioni o, quanto meno, ad una più ampia e più esauriente discussione.

Generatori statici di oscillazioni.

Pubblichiamo oggi la seconda parte della relazione VALLAURI sui convertitori di corrente, dedicata ai così detti generatori statici (e sincroni) di oscillazioni, e particolarmente all'arco Poulsen ed ai tubi elettronici. La letteratura tecnica si è negli ultimi anni straordinariamente arricchita di contributi relativi a questi interessanti apparecchi. Ma, appunto perciò, riteniamo sarà gradito a più d'uno fra i nostri lettori il trovare riassunti e coordinati, in brevi paragrafi, i principi che ne governano il funzionamento ed i modi secondo cui esso può effettuarsi.

Indice Bibliografico.

Viene distribuito gratuitamente in questi giorni ai soci che ne fecero a suo tempo richiesta, il nuovo fascicolo dell'Indice Bibliografico. La pubblicazione, per diverse ragioni, ha subito qualche ritardo, ma si conta di recuperare il tempo perduto facendo seguire presto un secondo fascicolo.

LA REDAZIONE.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

CONVERTITORI STATICI DI CORRENTE ELETTRICA (RADDRIZZATORI - GENERATORI DI OSCILLAZIONI - MOLTIPLICATORI DI FREQUENZA) □ □ □ □

G. VALLAURI



Relazione presentata alla XXX Riunione Sociale dell'A. E. I.

Napoli, 10 ottobre 1925

(Continuazione, vedi N. 9, pag. 182)

III. - Generatori di oscillazioni.

10. *Generatori sincroni e generatori asincroni. - Resistenza negativa.* — La trasformazione di frequenza da frequenza nulla a frequenza finita, ossia il passaggio da corrente continua a corrente alternata, monofase o polifase, di data frequenza ha, allo stato attuale della elettrotecnica, importanza secondaria per le grandi applicazioni industriali; ha invece importanza rilevante per alcune applicazioni particolari e principalmente per la radiotecnica. La soluzione elettromeccanica del problema non presenta alcuna speciale difficoltà, finché la frequenza da produrre non sia molto alta. Per il caso particolare delle frequenze elevate, sebbene oggi si costruiscano anche alternatori capaci di generare direttamente frequenze di qualche decina di kiloperiodi al secondo, si sono venuti in pari tempo affermando alcuni tipi di generatori statici di oscillazioni, che funzionano come trasformatori o convertitori di corrente continua in corrente oscillatoria, in modo affatto diverso da quello dei generatori o convertitori elettromeccanici.

La più antica soluzione del problema consiste nell'utilizzare il fenomeno della scarica periodica del condensatore. Questo non può dar luogo tuttavia, che ad una oscillazione smorzata; la produzione della corrente oscillatoria deve quindi avvenire in modo discontinuo. Ma poiché la causa dello smorzamento consiste nelle perdite di energia che hanno luogo nel circuito durante le oscillazioni, perdite assimilabili più o meno esattamente agli effetti di una resistenza, si intuisce come debba esser possibile mantenere in un circuito, contenente capacità e autoinduzione, oscillazioni continue della frequenza naturale $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$,

quando si possa introdurre nel circuito stesso un conduttore assimilabile ad una resistenza negativa. Come si è già visto (§ 3), questo conduttore deve essere sede di una f. e. m., deve cioè essere un convertitore, capace di introdurre in circuito la potenza necessaria a mantenere le oscillazioni, derivandola da un'adatta sorgente di energia. La caratteristica di un tale generatore non può essere del tipo indicato dalla linea 3 in fig. 2, al quale corrisponde evidentemente solo la produzione di corrente continua. Essa dovrebbe per contro avere un andamento capace di assicurare l'azione di resistenza negativa anche per una corrente alternata. Un caso tipico di tale andamento è ad es. quello rettilineo e passante per l'origine, rappresentato dalla fig. 12. Se questo andamento rettilineo fosse illimitato, il generatore darebbe oscillazioni smorzate, di ampiezza costante o di ampiezza indefinitamente crescente, a seconda che la sua resistenza negativa fosse in valore assoluto inferiore, eguale o superiore a quella totale del circuito oscillatorio, in cui viene inserito. In realtà intervengono sempre fenomeni di saturazione,

per cui il valore assoluto della resistenza negativa si abbassa, man mano che cresce l'ampiezza dell'oscillazione, così che per ogni valore della resistenza totale del circuito oscillatorio si trova una condizione di regime.

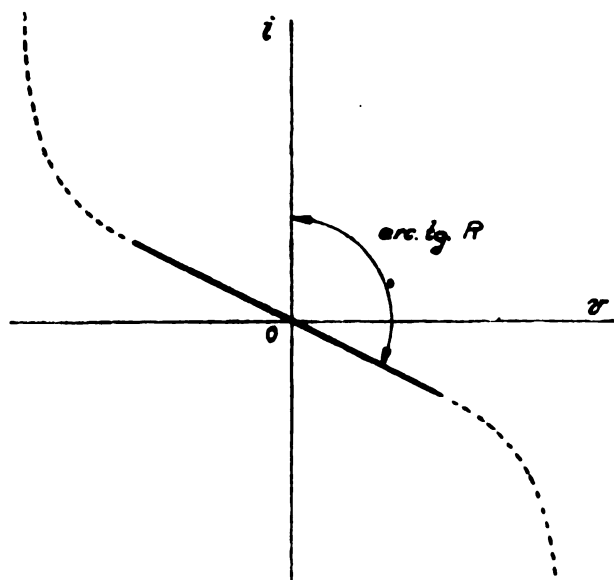


Fig. 12.

Si rileva che i generatori assimilabili a resistenze negative non determinano essi stessi il ritmo, ossia la frequenza delle oscillazioni generate, la quale dipende invece dalle costanti del circuito oscillatorio; ne segue che quei generatori possono logicamente chiamarsi *generatori asincroni*. L'apparecchio, che può teoricamente soddisfare entro certi limiti alla caratteristica della fig. 12, è la dinamo eccitata in serie, mantenuta in movimento a velocità uniforme e nel senso conveniente. Sono noti i dispositivi sperimentali, con cui la macchina a collettore in serie può esser fatta effettivamente funzionare come generatrice asincrona di corrente alternata. Tuttavia, per ragioni tecniche, essa non si presta alla produzione di correnti oscillatorie di frequenza elevata. Analoghe considerazioni valgono per la dinamo in derivazione, suscettibile anch'essa, teoricamente, di funzionare come generatrice asincrona di corrente alternata.

Il generatore a resistenza negativa può essere variamente inserito rispetto al circuito oscillatorio, di cui deve compensare la resistenza totale positiva. Allo stesso modo come quest'ultima, ossia l'insieme di tutte le cause di perdita di energia nel circuito oscillatorio (purché assimilabili a perdite ohmiche), si può immaginare rappresentata da una resistenza

anche la resistenza negativa compensatrice si può inserire nell'uno o nell'altro dei modi indicati. Se lo smorzamento del circuito è trascurabile in confronto con la pulsazione, a pari perdite totali, i due corrispondenti valori di R_s e di R_d variano fra loro in ragione inversa, essendo $R_s \cdot R_d = \frac{L}{C}$, le resistenze in derivazione parziale variano proporzionalmente al quadrato delle tensioni sotto cui sono derivate $\frac{R_d'}{R_d} = \left(\frac{V'}{V}\right)^2$ e la resistenza R_s della fig. 13 e è legata alla equivalente resistenza primaria R_s dalla relazione

$$\frac{R_s}{R_s'} = \left(\frac{L_s}{M}\right)^2, \text{ se } R_s \ll \omega L_s.$$

Ne segue, che di solito il conduttore a resistenza negativa viene inserito in serie, se il valore assoluto della sua resistenza è basso (dello stesso ordine di R_s) ed alta la intensità di corrente che può attraversarlo; viene inserito in derivazione su tutta la tensione o su un multiplo di essa nel caso contrario e viene inserito in derivazione su parte della tensione oscillatoria nei casi intermedi.

11. *Convertitori statici di corrente continua in oscillatoria.* — Per la produzione di oscillazioni non è necessario che la caratteristica del conduttore passi per l'origine e si svolga nel 2° e 4° quadrante come risulta dalla fig. 12. Può ancora aversi il funzionamento a resistenza negativa con una caratteristica che si svolga nel 1° o nel 3° quadrante, purché la caratteristica sia discendente o, come si dice, purché la resistenza differenziale $\frac{dv}{di}$ sia negativa, come è indicato ad es.

nella fig. 14. Nel caso di caratteristiche svolgentesi nel 2° e 4° quadrante, si ha vera produzione di energia elettrica e quindi assorbimento di energia di altra natura da parte dell'apparecchio convertitore. Nel caso invece di caratteristiche del 1° e 3° quadrante, il convertitore assorbe energia elettrica sotto forma di corrente continua e la fornisce sotto forma di corrente oscillatoria.

Nel caso di una caratteristica discendente (fig. 14) è possibile la conversione di energia, perchè, nell'intorno più o meno ampio di un punto di funzionamento come A, il conduttore si comporta, rispetto alle variazioni di tensione, come una resistenza negativa. In altri termini, se si sposta l'origine delle coordinate da 0 in A, si ha una caratteristica a resistenza negativa. Questo spostamento delle coordinate, ossia il funzionamento del conduttore anomalo intorno al punto A, per variazioni alternative di tensione, si ottiene con un artificio analogo a quello accennato nei § 7 e 8 d (fig. 7 e 11) per sensibilizzare i raddrizzatori. Se infatti, nel circuito di ali-

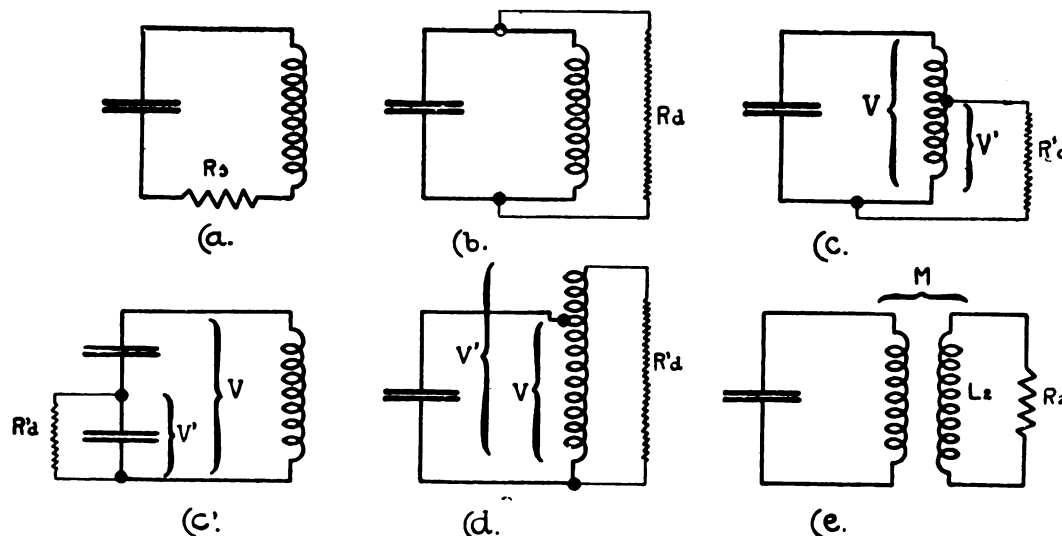


Fig. 13.

R_s in serie nel circuito (fig. 13 a), o da una R_d in derivazione su di esso (fig. 13 b), o ancora, con opportune approssimazioni, da una R_d' in derivazione su una parte (fig. 13 c e c') o su un multiplo (fig. 13 d) della tensione oscillatoria totale, o infine, sempre in via approssimata, da una resistenza R_2 inserita indirettamente mediante un accoppiamento induttivo (fig. 13 e), così

mentazione (fig. 15 a) del conduttore anomalo o generatore $m n$, si introducono una sorgente di f.e.m. costante ed una resistenza, aventi tali valori, che nel circuito stesso passi la corrente i e sia applicata tra m ed n la tensione v , corrispondenti al punto A della caratteristica, il conduttore $m n$ è pronto a funzionare intorno a quel punto come una resistenza nega-

tiva rispetto a tensioni variabili, che vengano applicate ai suoi estremi.

Per evitare effetti di reazione, dannosi al funzionamento, occorre provvedere, mediante impedenze nel circuito di alimentazione, a limitare quanto più è possibile il determinarsi anche in esso di correnti variabili e, mediante capacità nel circuito di utilizzazione, ad impedire che vi circoli una componente di corrente continua. A queste condizioni soddisfano ad esempio gli schemi in fig. 15.

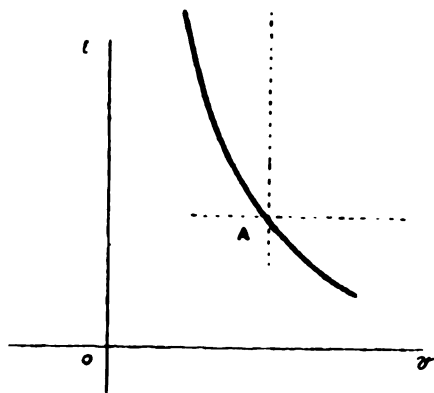


Fig. 14.

Il conduttore $m n$ funziona dunque come un convertitore di corrente continua in corrente alternata, con la particolarità che i morsetti $m n$ sono ad un tempo morsetti di entrata per il circuito di alimentazione (a sinistra nella fig. 15) e morsetti di uscita per quello di utilizzazione (a destra). La assoluta costanza della corrente di alimentazione non può essere raggiunta, perchè essa significherebbe assoluta costanza della tensione di m rispetto ad n e quindi impossibilità di produzione della corrente alternativa. Si può tuttavia, mediante l'uso di adeguate impedenze, ridurre entro limiti piccoli quanto si vuole le variazioni della corrente di alimentazione, pur consentendo alla d.d.p. fra m ed n di oscillare con l'ampiezza voluta. In ogni caso, se durante il funzionamento del convertitore la tensione v fra m ed n e la corrente i nell'interno di esso subiscono una variazione ciclica di periodo T e di valori medi

$$v_A = \frac{1}{T} \int_0^T v dt \quad i_A = \frac{1}{T} \int_0^T i dt,$$

la potenza che il convertitore riceve dal generatore di corrente continua è $v_A i_A$.

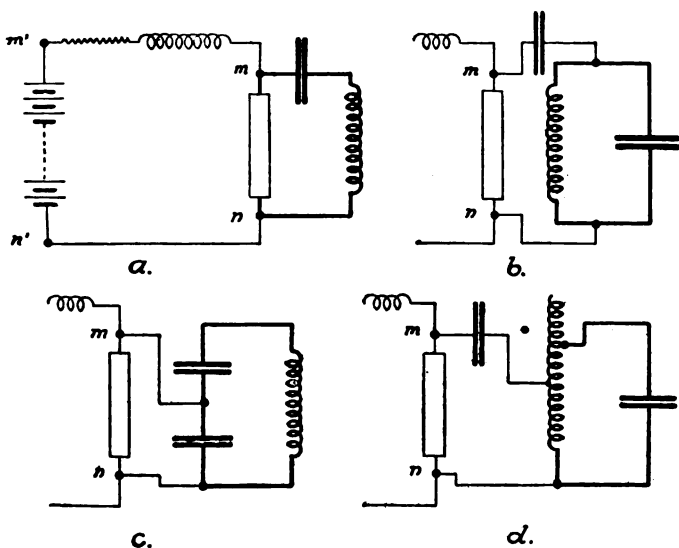


Fig. 15.

L'afflusso di energia dal circuito di alimentazione ai morsetti m ed n non può essere uniforme; ma, se le variazioni della corrente di alimentazione sono contenute entro limiti molto ristretti, il deflusso di energia dal generatore di f.e.m. continua attraverso i morsetti $m' n'$ può essere reso praticamente uniforme; la funzione di volano è in tal caso esercitata dall'impedenza inserita nel circuito di alimentazione.

Se la caratteristica, che passa per il punto di funzionamento medio A (fig. 14), è coincidente o è tutta al disopra

dell'iperbole equilatera passante per il medesimo punto, nella condizione di funzionamento caratterizzata da A la produzione di oscillazioni è impossibile, perchè in ogni altro punto fuori di A il conduttore $m n$ consuma tutta la potenza, che riceve dal generatore di corrente continua, o abbisogna di una potenza ancora più grande; il che esclude comunque la possibilità di erogazione di nuova energia al circuito di utilizzazione. Se invece la caratteristica passa almeno parzialmente al di sotto dell'iperbole, la produzione di oscillazioni può verificarsi, a condizione che la variazione nel tempo della corrente i nel convertitore e quella della corrispondente tensione v ai morsetti $m n$ soddisfino alla relazione

$$v_A i_A - \frac{1}{T} \int_0^T v i dt = P_u \quad [4]$$

con un valore positivo della potenza utile P_u . L'espressione [4] rappresenta il principio della conservazione dell'energia, in quanto che esprime dover essere la potenza erogata o potenza utile P_u eguale alla differenza fra la potenza fornita al convertitore $v_A i_A$ e quella in esso consumata $\frac{1}{T} \int_0^T v i dt$. L'eguaglianza si riduce ad una identità, quando si sostituisca a P_u la sua espressione

$$P_u = - \frac{1}{T} \int_0^T (v - v_A) (i - i_A) dt$$

e si ricordi la definizione dei valori medi v_A e i_A . Resta altresì definito il rendimento del convertitore

$$\eta = \frac{P_u}{v_A i_A}$$

12. *Comportamento dei convertitori statici.* — Se si considera il caso di variazioni infinitesime intorno al punto di funzionamento medio, ovvero si suppone rettilinea la caratteristica, e se si ammette che si tratti di variazioni armoniche o sinusoidali semplici, è facile definire, dati gli elementi del circuito di alimentazione e di quello di utilizzazione, quale pendenza negativa debba avere la caratteristica, affinchè le oscillazioni possano esistere, e quale frequenza esse debbano assumere. Per

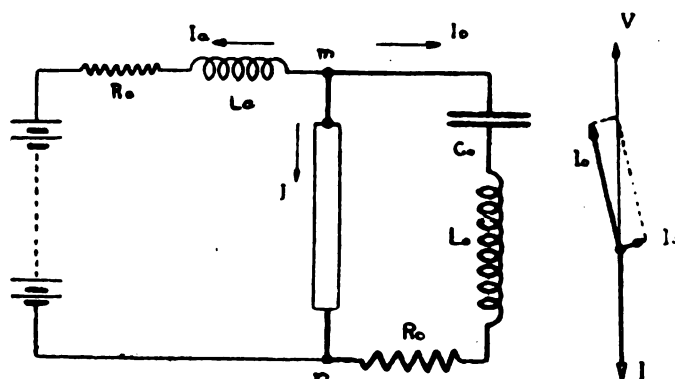


Fig. 16.

il caso ad es. di un circuito come in fig. 16, ammesso di indicare con V la componente di tensione alternativa fra m ed n e con I_a, I, I_0 (con le direzioni positive indicate dalle frecce) le tre componenti di corrente alternativa nei tre rami e con $-R$ la resistenza differenziale negativa ($R > 0$) corrispondente alla pendenza della caratteristica, si ha per il 1° principio di Kirchhoff:

$$- \frac{V}{R} + \frac{V}{R_a + j X_a} + \frac{V}{R_0 + j X_0} = 0,$$

dalla quale si deduce il sistema

$$\left\{ \begin{array}{l} -\frac{1}{R} + \frac{R_a}{Z_a^2} + \frac{R_0}{Z_0^2} = 0 \\ \frac{X_a}{Z_a^2} + \frac{X_0}{Z_0^2} = 0, \end{array} \right. \quad \text{in cui} \quad \left\{ \begin{array}{l} X_a = \omega L_a \\ X_0 = \omega L_0 - \frac{1}{\omega C_0} \\ Z_a^2 = R_a^2 + X_a^2 \\ Z_0^2 = R_0^2 + X_0^2 \end{array} \right.$$

Il sistema così ottenuto definisce R ed ω ; ed in particolare, se si ammette che il circuito derivato o circuito oscillatorio abbia un debole smorzamento proprio ($R_0 \ll \frac{L_0}{C_0}$) e che il circuito di

alimentazione presenti una grande impedenza (per la frequenza definita dal circuito oscillatorio) in confronto sia con la R sia con R_0 , si deduce che ω è all'incirca eguale a $\frac{1}{\sqrt{L_0 C_0}}$ ed R all'incirca eguale a R_0 , ossia che la resistenza negativa — R deve essere tale da compensare all'incirca la resistenza positiva R_0 della rimanente parte del circuito oscillatorio, e che questo tende ad oscillare su una frequenza all'incirca eguale alla sua frequenza naturale.

La trattazione analitica si semplifica, se si ammette che la grande impedenza del circuito di alimentazione sia costituita solo da resistenza ohmica ($L_a = 0$); ma questo caso è da scartarsi dal punto di vista dell'economia della trasformazione, la quale richiede per contro, che l'impedenza sia costituita per quanto possibile da reattanza. La presenza di questa, come si rileva anche direttamente dal diagramma vettoriale della fig. 16, porta con sé che la corrente oscillatoria I_0 deve essere in leggero anticipo sulla tensione che l'alimenta e quindi anche la pulsazione ω leggermente più bassa di $\frac{1}{\sqrt{L_0 C_0}}$.

Il fatto che vi siano condizioni, nelle quali un conduttore a resistenza negativa può provocare e mantenere oscillazioni persistenti, non implica che in tali condizioni le oscillazioni debbano necessariamente prodursi. È, in altri termini, possibile che, anche essendo soddisfatte quelle condizioni, il circuito di utilizzazione resti inerte ed il conduttore anomalo sia attraversato esclusivamente da corrente continua. Trattasi tuttavia allora di una condizione di equilibrio instabile, da cui una piccola variazione accidentale di regime fa uscire il sistema, provocando una oscillazione iniziale, che si amplifica fino a raggiungere le condizioni in cui è soddisfatta la [4]. È questo uno dei motivi, per cui molte volte, nel variare con continuità le condizioni del generatore (ad es. distanza dei carboni nell'arco, accoppiamento di reazione nei triodi, ecc.) allo scopo di determinare l'innescarsi delle oscillazioni, si osserva che queste si iniziano bruscamente con un'ampiezza finita e si disinnescano, durante la variazione inversa, di nuovo bruscamente, ma in genere per una condizione alquanto diversa della prima; e si osserva altresì, che, ripetendo più volte l'esperienza, tali punti di innescamento e di disinnescamento non sono sempre identicamente gli stessi.

Se la caratteristica non è rettilinea, è impossibile la produzione di oscillazioni armoniche pure, poichè è impossibile avere ai morsetti m n variazioni della tensione v e della corrente i (legate fra loro dalla caratteristica), che siano ambedue armoniche pure. Con l'uso di circuiti risonanti a debole smorzamento e di circuiti filtri è tuttavia possibile purificare in modo più o meno perfetto le oscillazioni prodotte.

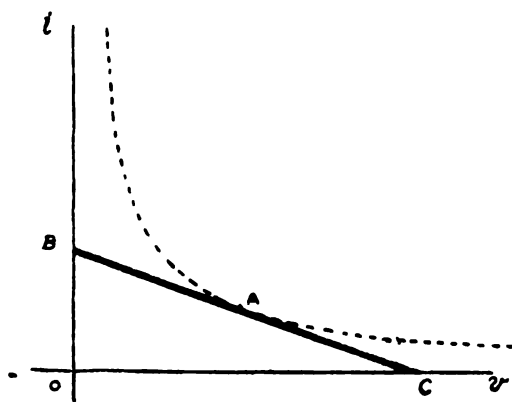


Fig. 17.

D'altro canto l'uso di fenomeni oscillatori non perfettamente armonici consente di elevare il rendimento di conversione. Ciò si mette in rilievo riferendosi per semplicità al caso di una caratteristica rettilinea, la quale, nel punto di funzionamento A sia tangente alla iperbole equilatera, così che A divida in parti eguali il segmento BC intercettato dagli assi (fig. 17). Se si indicano con v_m ed i_m le ampiezze delle componenti variabili (armoniche pure) della tensione e della corrente si ha:

$$\eta = \frac{P_u}{v_A i_A} = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_m i_m}{v_A i_A}$$

e se si ammette che nè v , nè i possano cambiare di segno, cioè che il funzionamento sia limitato al segmento BC , il massimo rendimento teoricamente raggiungibile risulta pari a $1/2$.

Per contro, con altre forme di caratteristiche, si possono raggiungere rendimenti più elevati. Uno dei casi che si verificano è ad es. quello, in cui la caratteristica ha un suo tratto giacente sull'asse delle tensioni (fig. 18). In tal caso, in cui, come si è visto, le variazioni non possono essere semplicemente armoniche, può la loro ampiezza esser notevolmente maggiore del corrispondente valor medio di alimentazione, e può la potenza utile P_u superare sensibilmente la metà della potenza totale $v_A i_A$.

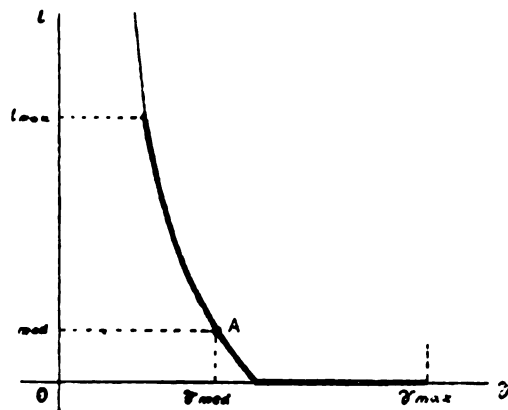


Fig. 18.

A parte la presenza simultanea di più oscillazioni armoniche per effetto della curvatura e delle singolarità delle caratteristiche utilizzate, armoniche che possono essere opportunamente esaltate e selezionate ⁽⁹⁾, il circuito di utilizzazione può essere costituito in modo (ad es., mediante circuiti oscillatori accoppiati) da presentare due o più oscillazioni proprie, non legate da rapporto armonico, o, come suol dirsi, in modo da presentare più gradi di libertà. In tal caso il generatore asincrono non può, per la sua stessa natura, produrre ad un tempo le diverse oscillazioni, perchè per esso non vale, come per i conduttori ordinari, la legge di coesistenza. Esso genera per contro una sola delle oscillazioni possibili. La scelta, che il generatore farà fra di loro, non si può sempre prevedere con certezza in base alla sua caratteristica ed ai dati del circuito di utilizzazione. Questi permettono invero di determinare la resistenza complessiva, che il circuito di utilizzazione presenta rispetto ai morsetti m n , attraverso i quali viene alimentato, per ciascuna delle frequenze possibili; ed il generatore di regola oscillerà più agevolmente su quella, a cui corrisponde la resistenza minore. Ma altri elementi possono influire sulla scelta, ed in particolare un elemento storico o isteretico, che si determina quando si giunge alla condizione considerata per mezzo della variazione graduale di uno o più elementi del circuito di utilizzazione (per es. una capacità, o una induttanza propria o mutua, ecc.). Può allora accadere che, partendo da una condizione in cui il generatore oscilla sulla frequenza preferita, si arrivi con continuità ad un'altra, in cui la frequenza prodotta non è quella a cui corrisponde la minor resistenza totale. Questo fenomeno si chiama da taluni *trascinamento* del generatore asincrono ⁽¹⁰⁾. Ne segue, che vi sono condizioni in cui si può ottenere con relativa facilità sia l'uno sia l'altro dei regimi teoricamente possibili; ma in questi casi v'è di regola l'inconveniente dell'instabilità, ossia il pericolo, che una variazione accidentale nel regime faccia passare bruscamente l'oscillazione dall'una all'altra frequenza.

13. *Convertitori ad arco (Poulsen).* — Gli apparecchi statici più usati per la trasformazione di corrente continua in corrente oscillatoria sono principalmente l'arco elettrico ed i tubi a emissione elettronica con organo di controllo ⁽¹¹⁾.

L'arco elettrico soddisfa alla condizione di presentare una

⁽⁹⁾ GUTTON: *L'Elett.* 1923, vol. X, pag. 209 e *Boll. R. T.*, vol. II, N. 22, pag. 317.

⁽¹⁰⁾ F. HARMS - W. SEITZ - W. BURSTYN: *L'Elett.* 1921, vol. VIII, pag. 625 e segg. e *Boll. R. T.* vol. II N. 16, pag. 106 e segg. - G. PESSON, *L'Elett.* 1923, vol. X, pag. 800 e *Pubbl. N. 27 dell'I.E.R.T.* della R. Marina.

⁽¹¹⁾ Debolissime potenze oscillatorie, bastevoli tuttavia per effettuare la ricezione radio col sistema a battimenti (§ 7), si possono ottenere facendo funzionare come convertitori i contatti puntiformi (§ 8 d), in modo non dissimile da quello tenuto per l'arco. A tale procedimento è tuttavia in generale assai preferibile l'uso di un piccolo triodo generatore (§ 14).

caratteristica discendente o a resistenza differenziale negativa, del tipo indicato genericamente nella fig. 14 e di poter quindi generare oscillazioni (Duddell, Simon). La legge di dipendenza non è tuttavia univoca ed il comportamento dinamico (per rapide variazioni) si discosta tanto più da quello statico, quanto più elevata è la frequenza (§ 9). Con alcuni artifici (soffio magnetico, atmosfera di idrogeno e idrocarburi, dissimmetria fisica fra gli elettrodi, ecc.) è stato possibile (Poulsen) conservare all'arco le sue proprietà di convertitore anche per frequenze elevatissime, pur senza raggiungere finora le più alte, di cui la radiotecnica si serve nel campo delle così dette onde corte e cortissime.

L'arco rappresenta, rispetto al circuito oscillatorio di utilizzazione, una resistenza negativa, che è di solito dello stesso ordine di grandezza di quella del circuito stesso; viene perciò il più delle volte (§ 11) inserito in serie secondo lo schema della fig. 15 a. Per meglio proporzionare le due resistenze può tuttavia convenire l'inserzione in parziale derivazione, indicata dalla fig. 15 c e d. L'arco può funzionare come convertitore sia utilizzando un tratto di caratteristica tutto giacente nel primo quadrante come in fig. 14, sia (se le condizioni del circuito sono favorevoli allo stabilirsi di oscillazioni ampie) spingendosi a condizioni di funzionamento con corrente nulla come in fig. 18. Nel primo caso le componenti variabili di corrente e di tensione sono all'incirca armoniche pure (data la non grande curvatura della caratteristica), le loro ampiezze sono inferiori o al massimo eguali ai valori delle rispettive componenti costanti e il rendimento resta inferiore a 0,5 (oscillazioni di prima specie). Nel secondo caso la corrente nell'arco prende un andamento del tipo rappresentato in fig. 19 e riferito all'asse $o o$ (oscillazioni di seconda specie). Se om rappresenta l'ordinata media, ossia il valor medio della corrente nell'arco, e la corrente di alimentazione si

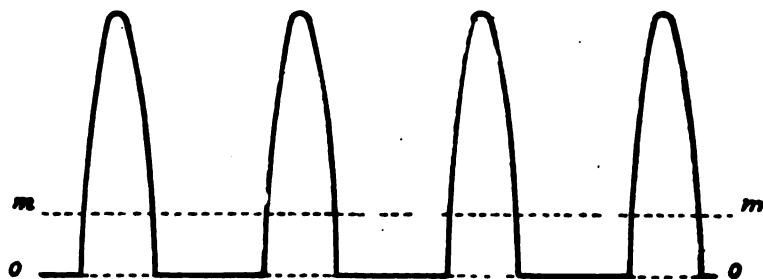


Fig. 19.

mantiene presso che uniforme, lo stesso diagramma della fig. 19, ma riferito all'asse $m m$, rappresenta, col segno cambiato, la corrente alternativa erogata da m verso n nel circuito di utilizzazione (disegnato a destra nella fig. 15). Le oscillazioni di seconda specie danno luogo bensì, per quanto si è detto, ad un rendimento più elevato, ma, con l'inserzione in serie (fig. 15 a), introducono in circuito una corrente troppo lontana dalla forma armonica e danno una frequenza non più legata stabilmente ai parametri L e C e quindi non costante. Questi inconvenienti sono assai attenuati con l'inserzione in parziale derivazione della fig. 15 c e d, che, mentre conserva il vantaggio del rendimento elevato, permette al circuito oscillatorio chiuso di mantenere assai più costante la frequenza e di esser sede di una corrente di forma assai più prossima alla sinoidale, pur ricevendo il rifornimento di energia dal convertitore in modo discontinuo per mezzo di una corrente molto ricca di armoniche (¹²).

Il convertitore ad arco si presta, come si è detto, per la produzione di tutte le frequenze radio, dalle più basse fino a quelle di alcune centinaia di kiloperiodi al secondo e da potenze, non piccolissime, di alcune centinaia di watt fino a centinaia di kilowatt. Esso è un apparecchio relativamente economico, robusto e di facile maneggio, in cui è anche abbastanza agevole smaltire, per mezzo di dispositivi a circolazione, il calore corrispondente alle rilevanti perdite di energia. Ma, a parte il suo rendimento non elevato, esso resta inferiore agli apparecchi a emissione elettronica ed ai generatori sincroni nei riguardi della regolarità e stabilità di funzionamento, della costanza della frequenza generata, della purezza delle oscillazioni prodotte. Per questi motivi l'arco va perdendo importanza nel campo della radiotecnica.

14. *Convertitori a tubi elettronici, ad autoeccitazione.* — I tubi a emissione elettronica con organo di controllo possono essere usati come convertitori di corrente continua in alternata attraverso un meccanismo, che è in apparenza alquanto diverso da quello dell'arco e non si può immediatamente assimilare alla funzione di una resistenza negativa. In essi si utilizza ancora, come nei diodi (§ 8 c) la conduttività unilaterale di un tubo a vuoto oltremodo spinto, in cui un catodo incandescente emette elettroni ed un anodo freddo li raccoglie; ma si dispone altresì di un *organo di controllo*, che permette di influire sul flusso degli elettroni, indipendentemente dalla tensione anodica.

La forma più comune dell'organo di controllo è quella di un terzo elettrodo, detto *griglia*, che è costituito il più delle volte da un reticolato metallico a maglie più o meno larghe, interposto in posizione conveniente sul cammino del flusso elettronico fra anodo e catodo. Il potenziale elettrico dato alla griglia influisce sulla corrente anodica, che diventa così funzione di due tensioni distinte. L'organo di controllo può anche essere diversamente costituito e governato, ma il comportamento generale del sistema resta del medesimo tipo e può quindi essere esaminato, facendo riferimento al caso più comune, che è quello del *triodo* o tubo a vuoto con tre elettrodi, comprendente un catodo incandescente, una griglia ed un anodo.

Poichè si tratta ora di un apparecchio a tre morsetti (corrispondenti ai tre elettrodi, chè per il circuito di accensione del catodo basta riferirsi ad un solo suo punto), una condizione di funzionamento del sistema risulta individuata da due tensioni e da due correnti, che si possono riferire come si vuole ai tre morsetti, rimanendo la terza tensione e la terza corrente definite

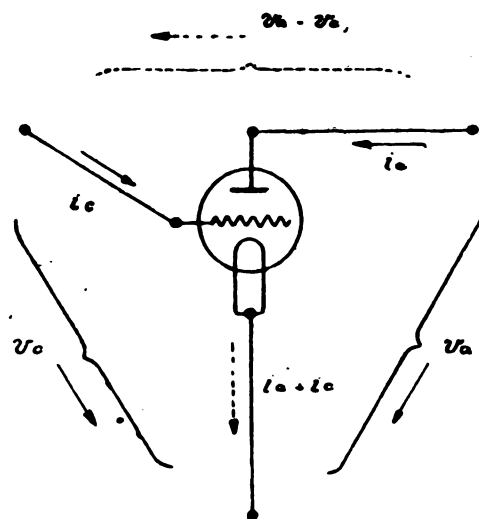


Fig. 20.

dalle due precedenti (fig. 20). Di solito, come è appunto indicato in figura, si usano la tensione anodica v_a e quella di griglia v_g , riferite al filamento o catodo, e le corrispondenti correnti i_a e i_g , fluenti rispettivamente dall'anodo e dalla griglia verso il filamento nell'interno del triodo.

Supposta invariata l'accensione (nella fig. 20 non è neppure indicata la sorgente di f. e. m. nel circuito di accensione), cioè l'attitudine del catodo ad emettere elettroni, la funzione del triodo (¹³) si rivela nel costituire due legami fra le quattro variabili v_a , v_g , i_a , i_g , così che due sole di esse possono considerarsi come variabili indipendenti, ad es. v_a e v_g , ed una volta fissati i loro valori, restano in genere determinati anche quelli delle altre due, ad es. i_a e i_g . Non è quindi più possibile considerare il triodo alla stregua di un semplice apparecchio a due morsetti, quale è il diodo, definito da una sola caratteristica $i = f(v)$, poichè riferendosi ad es. alle due correnti i_a e i_g , ciascuna di esse deve essere considerata come funzione di ambedue le variabili v_a e v_g .

Una notevole semplificazione deriva tuttavia da ciò, che, per i triodi ordinari, entro certi limiti e con certe approssimazioni, tanto la i_a , quanto la i_g possono essere considerate come funzioni univoche del binomio $v_a + \nu v_g$, in cui il parametro di dimensioni nulle ν può ritenersi costante per un dato triodo con una data accensione e chiamasi *coefficiente di amplificazione interna*. A seconda del tipo di costruzione e della potenza del

(¹²) *L'Elett.*, 1923, vol. X, pag. 688 e *Boll. R. T.*, vol. III, N. 25, pag. 7.

(¹³) *L'Elett.*, 1917, vol. IV, pag. 43 e *Pubbl. N. 1 dell'I.E.R.T.* della R. Marina.

triolo il valore numerico di ν può variare da alcune unità fino a parecchie centinaia. La forma della legge di dipendenza di i_a e di i_c dalla *tensione composta* $\nu = \nu_a + \nu \nu_c$ è del tipo indicato qualitativamente in fig. 21.

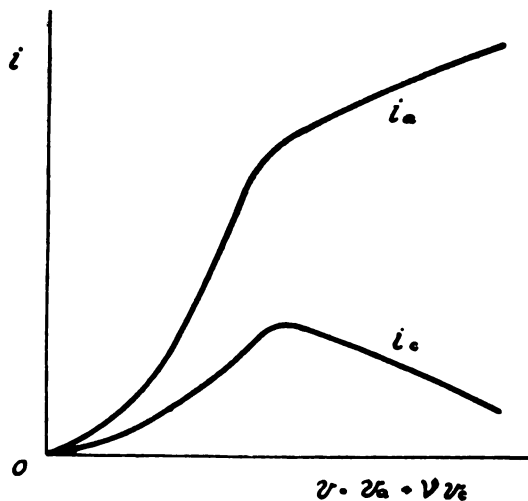


Fig. 21.

Per un dato punto di funzionamento medio (definito dai valori medi, fra loro corrispondenti, dei 4 parametri ν_a , ν_c , i_a , i_c) e per un dato andamento delle caratteristiche della fig. 21 nell'intorno di quel punto, è in genere possibile far funzionare due morsetti dell'apparecchio, per es. i capi anodo-catodo, come estremi di una resistenza differenziale negativa, purché si realizzi, attraverso legami esterni al triodo, un vincolo conveniente fra le due variabili, che si sono assunte come indipendenti, per es. ν_a e ν_c . Se infatti si costituisce il sistema seguente:

$$\begin{cases} i_c = \psi(\nu_c, \nu_a) \\ i_a = \chi(\nu_c, \nu_a) \\ 0 = \varphi(\nu_c, \nu_a, i_c, i_a), \end{cases}$$

in cui le due prime equazioni caratterizzano, come si è detto, la funzione del triodo e la terza definisce l'accoppiamento o vincolo di *reazione* (ossia la relazione di dipendenza fra le variabili, creata mediante un'opportuna disposizione dei circuiti all'esterno del triodo), è in generale possibile, eliminate fra le tre equazioni due delle variabili, ad es. ν_c ed i_c , ricavare una relazione fra le altre due, ν_a ed i_a , che rappresenti una caratteristica discendente e dimostri quindi la possibilità di usare il triodo, ad es. fra i morsetti anodo-catodo, e con quel dato accoppiamento, come un convertitore di corrente continua in corrente oscillatoria.

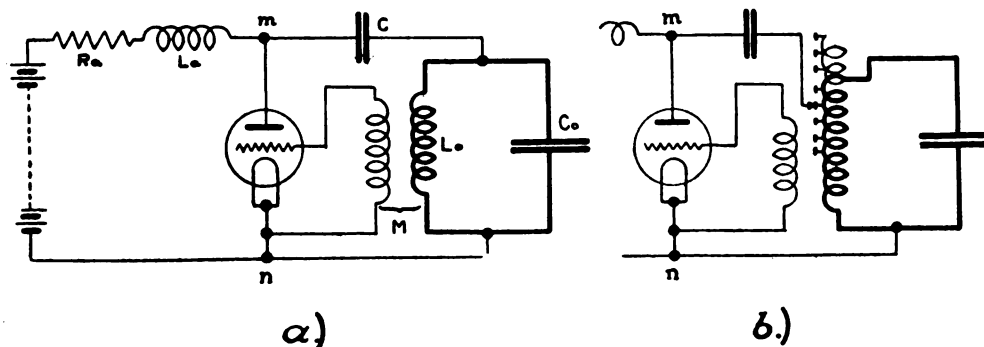


Fig. 22.

Un esempio assai noto di schema, che risponde alle condizioni descritte e che si può identificare con quello della figura 15 b, è rappresentato dalla fig. 22 a. Il vincolo di reazione è costituito dall'accoppiamento induttivo o coefficiente di induzione mutua M fra il circuito oscillatorio di utilizzazione L_a , C_0 alimentato dai morsetti m e n e il circuito di griglia. Il condensatore C funziona come dispositivo di arresto per la corrente continua di alimentazione e un'opportuna tensione continua può essere inserita nel circuito di griglia per dare a ν_c un valor medio diverso da zero. Il conduttore a resistenza differenziale negativa m n ha sempre, nel caso dei triodi ordinari, una resistenza rilevante e viene quindi (§ 10) inserito in derivazione totale o parziale sul circuito di utilizzazione, come è appunto

esemplificato nella figura 22 a e b. Per codesto schema, con evidenti ipotesi semplificative, la funzione di reazione o di accoppiamento può essere rappresentata approssimativamente da $dv_c = -\frac{M}{L_a} dv_a$ per il caso della inserzione in derivazione semplice (fig. 22 a). È possibile svolgere trattazioni analitiche più complete e determinare le condizioni critiche, a cui in ogni caso la reazione deve soddisfare, affinché la produzione di oscillazioni possa aver luogo ⁽¹⁾.

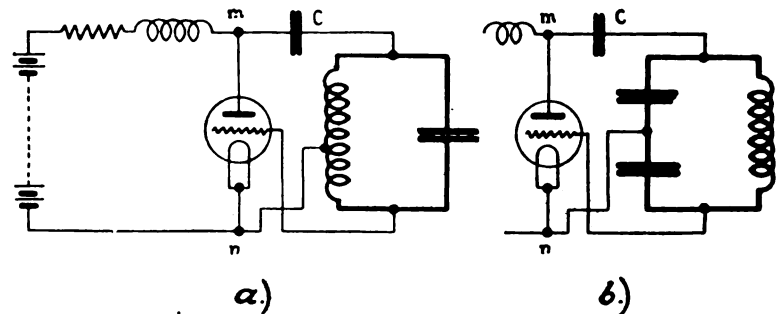


Fig. 23.

Numerosi altri schemi sono stati ideati ed attuati per utilizzare i triodi come generatori: fra essi basti citare come esempio quelli della fig. 23 a e b, in cui l'alimentazione del circuito oscillatorio, che avviene ancora per mezzo dei morsetti m ed n , attraverso il condensatore di arresto C , è fatta in derivazione

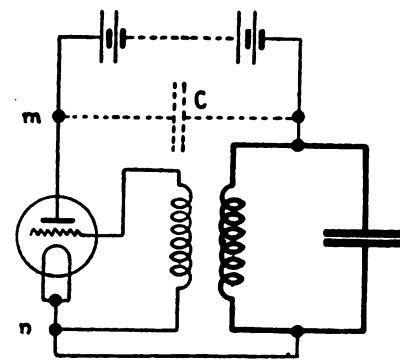


Fig. 24.

parziale utilizzando la rimanente parte della tensione oscillatoria totale come tensione di controllo ν_c da applicarsi alla griglia (salvo a fissare opportunamente, nel caso della fig. 23 b, il valor medio di questa tensione di griglia). La separazione fra circuito di alimentazione e circuito di utilizzazione apparisce

meno manifesta, quando il primo, in luogo di essere portato direttamente ai morsetti anodo-catodo (m n) è collegato agli estremi del condensatore di arresto C , che può allora essere anche soppresso; lo schema della fig. 24 è stato appunto in tal modo derivato da quello della fig. 22. In questo caso i due circuiti hanno in comune non soltanto i due morsetti m ed n , ma anche in tutto od in parte il loro sviluppo; il funzionamento del generatore resta tuttavia in sostanza il medesimo.

In tutti gli schemi esemplificati, i morsetti m n del circuito anodo-filamento rappresentano rispetto al triodo sia i mor-

⁽¹⁾ Vedi nota precedente.

setti di entrata della potenza continua $v_a i_a$, sia i morsetti di uscita della potenza alternativa P_u (§ 11). Questa potenza alternativa non si può a rigore considerare tutta come potenza utile, perchè attraverso il vincolo di reazione essa rientra, sia pure in parte assai piccola, nel triodo per i morsetti griglia-filamento. Rispetto a questi il triodo presenta infatti, nel funzionamento normale, una elevata resistenza positiva e l'applicazione della tensione v_c porta quindi con sè un certo consumo di potenza. In ciò si vede, anche dal punto di vista energetico, come il triodo oscillatore sia un generatore ad *autoeccitazione*, in quanto che una certa aliquota dell'energia oscillatoria vien derivata ed adoperata per determinare il mantenimento delle oscillazioni, ossia per esercitare quella funzione che, anche nel caso degli ordinari generatori elettromeccanici, ha appunto il nome di *eccitazione*.

15. *Convertitori a tubi elettronici, a eccitazione separata (amplificatori).* — Come nel caso dei generatori elettromeccanici può sostituirsi all'autoeccitazione l'eccitazione separata, così nei triodi si può applicare la necessaria tensione oscillatoria di eccitazione fra griglia e filamento non già derivandola, in modo più o meno immediato, dalla tensione oscillatoria utile, che si produce fra anodo e filamento, ma ricavandola da un'altra sor-

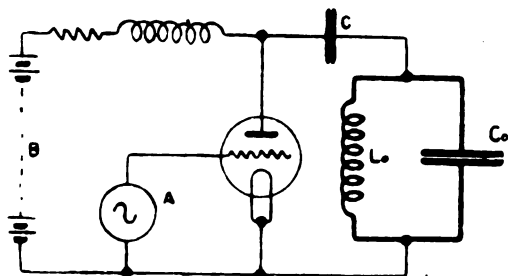


Fig. 25.

gente. È questo il caso dello schema in fig. 25, in cui la batteria B fornisce la potenza continua al convertitore, il generatore A fornisce l'eccitazione ed il circuito oscillatorio L, C è il circuito di utilizzazione, a cui il triodo cede, attraverso il condensatore di arresto C, la potenza trasformata. In questo modo di funzionamento il triodo viene chiamato *amplificatore*.

Lo schema di principio della fig. 25 viene usato in alcuni tipi di apparati trasmettenti radiotelegrafici. La inserzione normale del triodo amplificatore è poi esemplificata dagli schemi della

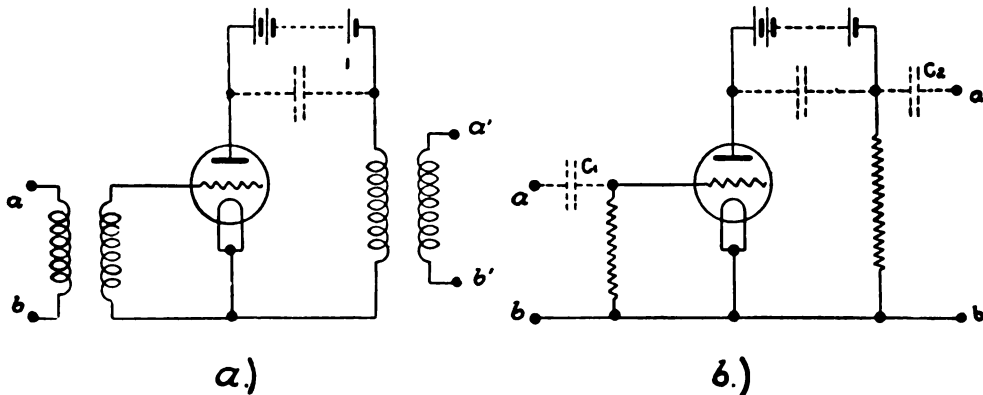


Fig. 26.

fig. 26, in cui i morsetti a, b rappresentano i morsetti di entrata (o di eccitazione), quelli a', b' i morsetti di uscita (o di utilizzazione). Nel caso della fig. 26 b, si possono aggiungere i condensatori C_1 e C_2 per depurare le tensioni di entrata e di uscita dalle componenti continue. Schemi di questo genere sono largamente adoperati per l'amplificazione di correnti telefoniche, telegrafiche e radiotelegrafiche di qualunque frequenza. Nulla vieta, ben s'intende, che l'amplificazione sia moltiplicata mediante stadi successivi, il che permette di raggiungere, partendo da tensioni di entrata estremamente deboli, amplificazioni totali enormi.

La fedeltà dell'amplificazione e cioè l'esatta e costante proporzionalità fra i valori istantanei della tensione all'entrata e della tensione all'uscita non possono ottenersi, se non quando, oltre ad essere costante il coefficiente di amplificazione interna ν e verificata la dipendenza univoca di i_a e di i_c dalla tensione composita $v = v_a + \nu v_c$, siano queste due relazioni di dipen-

denza semplicemente lineari. Se questa ipotesi si può ammettere, l'espressione della corrente anodica i_a , limitata alle componenti variabili di i_a , v_a e v_c intorno al valor medio di regime, prende la forma lineare:

$$i_a = g(v_a + \nu v_c),$$

in cui g può chiamarsi conduttanza propria e $g\nu$ conduttanza *mutua* dello spazio anodo-catodo. Ma in realtà la legge lineare non si può ammettere verificata, se non per variazioni tanto più ristrette, quanto più fedele deve essere l'amplificazione. Questo fatto costituisce un primo limite all'amplificazione totale raggiungibile, specie nel caso di trasmissioni telefoniche, per le quali non si possono tollerare che moderate deformazioni ⁽¹⁵⁾.

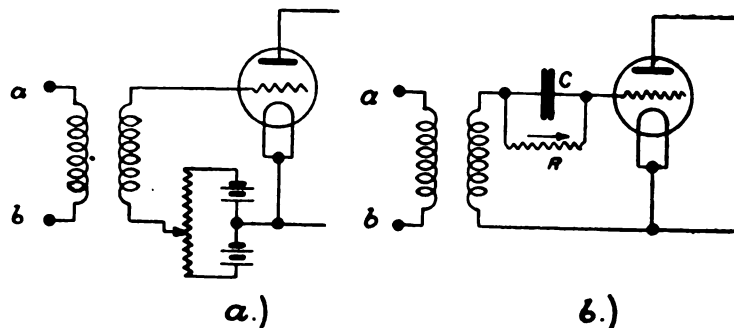


Fig. 27.

Per di più, anche se si considerano accettabili forti deformazioni nella tensione all'uscita in confronto con quella all'entrata (deformazioni che possono in seguito essere attenuate e praticamente eliminate per filtrazione, quando si tratti di utilizzare solo una data frequenza o una data gamma di frequenze), un secondo limite all'amplificazione raggiungibile è dato dall'ampiezza massima di variazione, che il triodo consente alla sua corrente anodica fra il valore minimo, pari a zero, che essa assume quando la tensione composita è negativa, ed il valore massimo corrispondente tutt'al più alla corrente di saturazione, ossia di emissione totale del catodo.

16. *Triodi raddrizzatori.* — A sua volta la deformazione, che la curvatura delle caratteristiche introduce durante il processo di amplificazione, può essere utilizzata per produrre contemporaneamente un fenomeno di raddrizzamento, in modo per-

fettamente analogo a quello illustrato per i raddrizzatori a caratteristica $i = f(v)$ non lineare (§ 4). Per ottenere questo intento conviene, come nel caso ricordato, scegliere per la condizione di funzionamento medio un tal punto della caratteristica, che permetta di ottenere il miglior compromesso tra la funzione amplificatrice e quella raddrizzatrice, in accordo con lo scopo che si vuol raggiungere. A tal fine si varia di solito la tensione media di griglia, sia con l'introduzione di un potenziometro (fig. 27 a), sia con l'introduzione di un condensatore C avente in parallelo una resistenza di dispersione R (fig. 27 b). Questo

⁽¹⁵⁾ Le deformazioni consistenti nell'introduzione delle armoniche pari di una data frequenza impressa possono essere eliminate ad es. con dispositivi simmetrici a due triodi (L'Elett., 1923, vol. X, pag. 531 e Pubbl. N. 22 dell'I.E.R.T. della R. Marina, fig. 22) e molti altri dispositivi più complessi possono essere studiati per purificare o filtrare le oscillazioni amplificate.

secondo dispositivo, che serve di regola solamente ad abbassare la tensione media di griglia rispetto a quella di riferimento del catodo, utilizza l'azione raddrizzatrice, che il circuito di griglia subisce per effetto della conduttività unilaterale dello spazio griglia-catodo. All'applicazione di una f. e. m. alternata fra griglia e filamento corrisponde infatti il passaggio di una corrente, il cui valor medio è diverso da zero e positivo per il verso griglia-catodo nell'interno del tubo. Ora, mentre il condensatore C dà agevole passaggio alle componenti alternative, la componente continua deve passare attraverso la resistenza R nel verso indicato dalla freccia e provocare quindi un abbassamento della tensione media di griglia, che può essere regolato, a parità di altre condizioni, mediante il valore della resistenza R . Con questi artifici i triodi sono usati a preferenza di ogni altro raddrizzatore negli apparati ricevitori radiotelegrafici, in alcuni apparecchi di misura, nel comando di speciali relais ed in numerose altre applicazioni.

17. Rendimento ed irreversibilità dei convertitori a triodi.

— Il rendimento della conversione di corrente continua in corrente oscillatoria mediante i triodi può essere relativamente elevato, perchè in questo caso, ancor più agevolmente che in quello dell'arco, si può fare in modo che le variazioni simultanee di i_a e di v_a diano luogo ad un basso valore della potenza consumata nel triodo, in confronto con la potenza utile e con la potenza totale (§ 11). Ciò si ottiene, come si è visto (§ 12, fig. 18), regolando le cose in modo, che la corrente anodica abbia carattere pulsativo con pause più o meno lunghe in ciascun periodo, durante le quali la intensità di i_a è nulla (¹⁶). Si ottiene così, anche in questo caso, una somministrazione discontinua (o ad impulso) di energia al circuito oscillatorio, la quale permette di contenere entro limiti assai ristretti la parte di energia che viene consumata nel triodo. S'intende che questa condizione è assai lontana da quella, in cui si può ammettere l'andamento lineare delle caratteristiche in tutto l'intervallo di variazione utilizzato, e non può quindi essere usata, qualora si adopri il triodo come amplificatore di correnti telefoniche e quando comunque interessi la fedeltà dell'amplificazione. Ma in questi casi la condizione di elevato rendimento ha di solito importanza secondaria, mentre negli altri le distorsioni, prodotte dal funzionamento ad impulso, possono essere grandemente attenuate mediante i fenomeni di risonanza.

Come i raddrizzatori statici, così anche i generatori statici di oscillazioni non si prestano, senza particolari artifici, per eseguire in maniera conveniente la funzione inversa a quella loro attribuita; ma a questo riguardo le due categorie di apparecchi si completano a vicenda, perchè appunto le loro rispettive funzioni consistono, come si è visto, per i primi nel convertire corrente alternata in continua, per i secondi nel convertire corrente continua in alternata.

18. *Tipi speciali e proprietà tecniche dei convertitori a tubi elettronici.* — Gli schemi accennati per i triodi si limitano a considerare la produzione di corrente monofase, ma sono stati ideati anche schemi adatti per la produzione di corrente polifase (¹⁷). Inoltre le considerazioni esposte sono state limitate al caso del triodo ordinario, che vien fatto funzionare come convertitore utilizzando il circuito anodo-filamento; ma il circuito oscillatorio può anche essere inserito in altri modi (¹⁸).

Il grande sviluppo raggiunto dalla tecnica delle alte frequenze e da quella dei tubi elettronici ha condotto a ideare ed a sperimentare una notevole varietà di altri dispositivi più o meno affini. In taluni di essi, ad es., pur conservando il triodo la sua forma ordinaria, si effettua il funzionamento in una regione delle caratteristiche, in cui il circuito griglia-filamento assume importanza preponderante, per la conversione di energia, in base al fenomeno dell'emissione secondaria (¹⁹). In altri si utilizzano tre elettrodi freddi anzichè due, dando ad essi una disposizione geometrica ed una distribuzione di tensioni medie, che consentano poteri amplificatori assai rilevanti (²⁰); in altri ancora il governo del flusso di elettroni è ottenuto mediante un campo ma-

gnetico, anzichè mediante un campo elettrico, e dipende quindi immediatamente da una intensità di corrente, anzichè da una tensione (²¹). La teoria del funzionamento di questi e di altri apparecchi a emissione elettronica può essere sviluppata, con opportuni adattamenti e modificazioni, sul tracciato di quella che si applica al triodo ordinario.

Dal punto di vista tecnico e costruttivo vale per i tubi elettronici a tre o più elettrodi tutto ciò che è stato detto (§ 8 c) per quelli a due, o diodi; sussistono le stesse difficoltà per la refrigerazione e per la tenuta del vuoto e risultano, se mai, accresciute quelle per il buon isolamento degli elettrodi. A malgrado di interessanti tentativi per costruire grandi tubi elettronici, sono finora in servizio in ben pochi impianti esemplari di triodi, che convertano più di 10 kW per unità, con tensioni anodiche di una o poche decine di kV. Il rendimento di conversione può salire nelle condizioni migliori a cifre dell'ordine dell'80 per cento o poco più. Questi risultati sono tuttavia di grande importanza per la radiotecnica, nella quale, salvo il caso della produzione di notevoli potenze su onde lunghe (in cui è tuttora preferita la soluzione del problema per via elettromeccanica), i tubi elettronici occupano oggi un posto assolutamente preponderante e sono l'elemento principale dei grandi progressi conseguiti, specie nel campo delle onde corte. Ma, fuori della radiotecnica e della tecnica delle correnti deboli, il rendimento non ancora abbastanza elevato, la potenza relativamente piccola per ogni unità, il costo assai rilevante in confronto con la durata limitata ed altri inconvenienti minori, fanno sì che i tubi elettronici non trovino per ora alcun impiego industriale nella conversione delle correnti, usate per il trasporto e per la distribuzione dell'energia. Qualora le accennate ragioni di inferiorità avessero a scomparire ed i tubi elettronici potessero seriamente competere con le macchine elettriche, si intravede facilmente quale grande rivoluzione potrebbe derivarne nell'elettrotecnica e quale elemento decisivo essa apporterebbe in favore del trasporto di energia mediante corrente continua ad alta tensione. L'alimentazione delle linee potrebbe farsi per mezzo di corrente alternata di qualsiasi frequenza attraverso i diodi raddrizzatori, e l'erogazione si attuerebbe per ritrasformazione in corrente alternata di qualsiasi frequenza mediante i triodi.

Come, accanto ai raddrizzatori elettronici ad alto vuoto o diodi (§ 8 c), esistono i raddrizzatori a gas ionizzati (§ 8 b), così anche, accanto ai triodi ad alto vuoto, sono stati ideati apparecchi analoghi a gas ionizzati e più particolarmente a vapori di mercurio (²²). Essi presentano in confronto coi primi il vantaggio di lasciarsi attraversare da intensità di corrente senza confronto più rilevanti e sotto tensioni assai più basse. Per contro essi non possono presentare quelle proprietà di univoca dipendenza fra i parametri e di reversibilità delle caratteristiche, che rendono adatti i tubi elettronici all'uso di frequenze anche elevatissime. Nelle condizioni attuali essi sembrano quindi destinati a trovare impiego soltanto come relais o come raddrizzatori ed in genere come apparecchi capaci di operare a basse frequenze. Infatti la funzione dell'elettrodo di controllo si limita qui principalmente a determinare la condizione, in cui può iniziarsi il passaggio della corrente fra anodo e catodo, ma non si estende a governare utilmente l'intensità della corrente medesima.

In tutto quanto precede si è trattato della conversione di corrente continua in alternata mediante conduttori anomali, il cui comportamento può essere caratterizzato mediante variazioni di resistenza. Si possono concepire convertitori in cui per contro sia variabile l'autoinduzione o la capacità, ma non si vede come questi possano essere ideati senza ricorrere a parti in movimento. In essi allora il generatore di corrente continua fornirebbe solo l'eccitazione, laddove l'organo che comanda il movimento fornirebbe energia meccanica da trasformare in energia di corrente elettrica alternata. A questa categoria appartengono non solo tutti i generatori elettromeccanici di corrente alternata, poichè si riducono in sostanza a dispositivi ad induttanza mutua o propria) variabile, ma appartengono altresì numerosi altri generatori sia elettromagnetici sia elettrostatici, proposti da molti inventori. Essi esulano, ad ogni modo, dal campo degli apparecchi statici e rientrano, sia pure come macchine speciali, in quello delle costruzioni elettromeccaniche (²³).

(Continua).

(²¹) *L'Elett.* 1922, vol. IX, pag. 66 e Boll. R. T., vol. II, N. 17, pagina 136.

(²²) Brev. franc. Leblanc-Vickers (1922-23-24). - Studi di Dunoyer e Toulon (C. R. 1924, vol. 179).

(²³) Un caso particolare di trasformazione reversibile di energia meccanica oscillatoria in energia elettrica anch'essa oscillatoria e di eguale frequenza è dato dai noti fenomeni piezoelettrici.

(¹⁶) *L'Elett.* 1925, vol. XII, pag. 394 e Pubbl., N. 33 dell'I.E.R.T. della R. Marina.

(¹⁷) R. MESNY, — *L'Elett.* 1926, vol. XIII, pag. 106 e Bollettino R. T., vol. III, n. 34, pag. 314 - J. D. C. PRINCE: *Gen. El. Rev.*, 1925, vol. XXVIII, pag. 676.

(¹⁸) Loc. cit. nota 13, fig. 8, 9, 10.

(¹⁹) *L'Elett.* 1919, vol. VI, pag. 471 e Boll. R. T., vol. I, n. 5, pagina 99.

(²⁰) *L'Elett.* 1925, vol. XII, pag. 303 e Boll. R. T., vol. III, N. 31, pagina 201.

IL CALCOLO DELLE TRASMISSIONI DI CALORE PER IRRADIAMENTO □ □

U. BORDONI

SOMMARIO:

1. — Generalità. - Scopo della nota.
2. — L'emissione del « corpo nero ».
3. — L'emissione delle superficie più comuni.
4. — La legge dello scambio d'energia radiante fra un corpo e l'ambiente che lo circonda.
5. — Circostanze nelle quali valgono esattamente, o con approssimazione fissata, le relazioni del § precedente.
6. — Scambio d'energia radiante fra due superficie assai prossime.
7. — Condizioni alle quali le relazioni dei §§ precedenti possono essere sostituite da una del tipo $Q = \sigma S (T^4 - T_a^4)$.
8. — Ulteriori condizioni alle quali è possibile l'impiego di relazioni più semplici di quella del § precedente. - Sul tipo di relazione semplice che consente la approssimazione maggiore.

1. - Generalità - Scopo della nota.

Il problema del calcolo della « trasmissione di calore per conduttività esterna » (cioè, dello scambio di calore fra un corpo solido e l'ambiente fluido circostante), studiato in principio come un interessante problema di fisica pura, ha rapidamente acquistato una considerevole importanza, per ragioni ben note, nel campo applicato: una statistica relativa agli ultimi decenni mostrerebbe sicuramente che sono le riviste tecniche quelle che hanno ospitato il maggior numero dei lavori riguardanti, più o meno direttamente, quel problema. Nè dell'argomento si è disinteressata *L'Elettrotecnica*, chè in essa sono frequentemente comparsi riassunti di lavori stranieri ⁽¹⁾ ed anche pregevoli lavori italiani ⁽²⁾; sarebbe superfluo, ad es., ricordare quale importanza abbia la giusta previsione degli scambi di calore per il razionale proporzionamento, delle macchine elettriche.

Ora, le prime espressioni, ormai antiche, delle leggi della conduttività esterna, che rendevano gli scambi di calore proporzionali alle differenze di temperatura (per analogia con quel principio di Fourier che vale in un campo tanto diverso), avevano carattere del tutto empirico e campo di validità necessariamente limitato; espressioni più razionali e più generali sono venute assai più tardi, verso la fine, si può dire, del secolo passato: in seguito agli studi sull'ottica energetica e sull'energia radiante (per ciò che riguarda quella parte della conduttività esterna che deriva dal così detto « irradiazione di calore »), ed a quelli sul moto dei fluidi e sulla legge di similitudine meccanica (per ciò che riguarda la conduttività dovuta ai « moti convettivi » dell'aeriforme che circonda il corpo solido). E si è data questa circostanza: che mentre le nuove indagini miravano essenzialmente a porre in chiaro le leggi *elementari* dei fenomeni, riguardanti casi affatto schematici, dei loro risultati se ne è fatta frettolosa applicazione a casi ben diversi, combinandoli anzi curiosamente, più o meno guidati dall'istinto, con le leggi empiriche antiche; e si è finito, per lo più, col ritenere — la lettura dei lavori lo dimostra senza possibilità di equivoci — che le nuove espressioni, *illegittimamente* derivate da ricerche sperimentali e teoriche del più grande valore, fossero senz'altro esatte e generali. Non è mancato qualche tentativo incompleto — fra i quali sono notevoli quelli del Nusselt ⁽³⁾ e del Wamsler ⁽⁴⁾ — di vedere che cosa veramente derivasse dalle leggi elementari sopra accennate; ma si tratta, senza eccezioni, di tentativi che non mettono in chiaro entro quali limiti valgano certe conseguenze oppure certe altre; anzi, di tentativi nei quali si riscontra qualche grave inesattezza ⁽⁵⁾.

Scopo della presente nota è appunto quello di esaminare nei limiti del possibile — *limitatamente alla trasmissione per irradiazione*, che è quella la cui legge elementare vera più differisce dalle espressioni empiriche primitivamente adottate — quali conseguenze, dalla legge elementare del fenomeno, pos-

sano logicamente dedursi, in modo rigoroso o con approssimazioni ben determinate, nei riguardi di casi vicini a quelli che occorre realmente considerare. Si procurerà così di chiarire sia il reale campo d'impiego di talune espressioni d'uso comune, sia la assurdità di certe applicazioni che ne vengono correntemente fatte ⁽⁶⁾.

2. - L'emissione del « corpo nero ».

E' ben noto che un gran numero di lavori sperimentali e teorici ha messo in chiaro che, per quello speciale corpo che vien detto « *corpo nero* », la quantità Q di energia radiante (cioè, del così detto « calore emesso per irradiazione ») emessa in ogni unità di tempo e per ogni unità di area della sua superficie deve ritenersi espressa dalla relazione (*Stefan; legge dell'irradiazione integrale*):

$$Q = \sigma \cdot T^4 \quad (1)$$

indicando con T la temperatura *assoluta* del corpo e con σ una costante; *nella ipotesi*, per altro, che il corpo in questione sia *del tutto isolato* (cioè, che non esistano altri corpi), oppure che esistano bensì altri corpi (oltre quello « *nero* » considerato) ma che questi ultimi non emettano energia radiante.

Sarebbe fuori luogo illustrare qui la importanza teorica della (1): ma non può omettersi di rilevare che la sua immediata applicazione a casi reali non si presenta possibile prima di avere accertati:

a) quale sia il comportamento dei corpi con i quali abbiamo realmente a che fare: chè il *corpo nero*, come corpo, *non esiste in natura*;

b) che cosa accade allorchè il corpo in questione si trovi in presenza di altri; chè le ipotesi nelle quali vale la (1) non solo non hanno interesse (tranne taluni casi di natura astronomica), ma non sono nemmeno facilmente realizzabili.

Le ricerche sul valore della costante σ , che ha grande importanza, soprattutto teorica, hanno condotto ad ammettere che, prendendo il cm^2 come unità di area e volendo esprimere Q in joule per secondo, cioè in watt, si abbia (Coblentz):

$$\sigma = 5,7 \cdot 10^{-12}$$

Per ottenere Q in grandi calorie per ora e per m^2 si deve assumere:

$$\sigma' = 4,9 \cdot 10^{-11}$$

L'approssimazione probabile di queste cifre è dell'ordine dell'1 o del 2 per cento.

3. - L'emissione delle superficie più comuni.

Ragioni teoriche rendono assai probabile che per nessuno dei corpi realmente esistenti possa valere *rigorosamente* la (1); che, per altro, la (1) possa riuscire notevolmente approssimata (cambiando convenientemente il valore di σ) specialmente per corpi del tipo dei solidi a superficie *non speculare*: cioè, per una gran parte dei corpi che d'ordinario interessano. L'esperienza ha confermato sufficientemente queste previsioni, mostrando in molti casi la validità di espressioni del tipo (1), con una approssimazione dell'ordine di qualche unità per cento, entro intervalli di temperatura che raggiungono talvolta qualche centinaio di gradi. Fra le cause che sembrano impedire il ritrovamento d'una legge semplice che abbia, con sufficiente approssimazione, un campo di validità ancora più esteso, sono importantissime le alterazioni, di natura fisica o chimica, che quasi tutti i corpi subiscono allorchè vengono sottoposti a grandi variazioni di temperatura: alterazioni spesso permanenti, che imprimono un certo carattere di « ereditarietà » al fenomeno dell'emissione di energia radiante.

Si conoscono oggi, per parecchi corpi, i valori che occorre dare a σ affinché possa applicarsi la (1); la Tab. I, ricavata tenendo conto di vari lavori sperimentali ⁽⁷⁾, ne contiene alcuni.

(6) Non è da ora che sono state avvertite discordanze forti fra taluni calcoli ed i risultati della esperienza diretta; ma si è creduto generalmente di rimediare con l'abuso dei cosiddetti « coefficienti di correzione »; i quali, se possono riuscire di qualche vantaggio allorchè si tratta soltanto di « ritoccare » la trattazione d'un fenomeno per farla aderire meglio alla realtà, danno luogo al più deplorevole empirismo quando vengono impiegati per sanare contrasti dei quali non è chiara la origine.

(7) Il più importante dei quali, per i corpi che interessano nelle applicazioni, è quello di Wamsler, già citato.

(1) Fra gli ultimi, è notevole quello del Luke (questo giornale, 1924, pag. 346).

(2) Il più recente è quello del Rebora (questo Giornale, 1923, pagina 406).

(3) Dis. München, 1908.

(4) Dis. München, 1909.

(5) Per es., nella soluzione di questioni analoghe a quella qui trattata nel § 4.

TABELLA I.

Natura della superficie irradiante	Valori di σ supposto di esprimere Q		Limiti di temperatura delle ricerche
	in watt per cm ²	in grandi calorie per ora e per m ²	
Rame (speculare).	$0,93 \cdot 10^{-12}$	$0,80 \cdot 10^{-8}$	50°—280° C
Ghisa, ferro (speculari). . .	$1,6 \cdot 10^{-12}$	$1,4 \cdot 10^{-8}$	40°—250° „
Ghisa, ferro (non puliti, oppure ossidati), ed altri metalli comuni, a superficie greggia	$5,1 \cdot 10^{-12}$	$4,4 \cdot 10^{-8}$	20°—360° „
Nero fumo.	$5,4 \cdot 10^{-12}$	$4,6 \cdot 10^{-8}$	0°—56° „
Impasti del tipo del calcestruzzo, anche a base di cemento o di gesso; tinteggiature, etc.	$5 \cdot 10^{-12}$	$4,3 \cdot 10^{-8}$	10°—90° „

Non occorre poi ricordare in modo esplicito che quello che decide della entità e natura dell'irradiazione è lo strato superficiale, purchè non troppo sottile, dei corpi.

Nè deve fare meraviglia che la costante σ risulti poco diversa per corpi il cui aspetto dimostrerebbe ch'essi irradiano in modo *assai* differente: per es., il nero fumo e gli impasti a base di gesso. Quello che l'occhio controlla è soltanto il comportamento del corpo nei riguardi dell'energia radiante compresa nel così detto *spettro visibile*, mentre alle temperature in questione la quasi totalità dell'energia radiante viene emessa in corrispondenza all'*ultravioletto*. Può quindi, dalla Tab. I, dedursi soltanto che il comportamento del nero fumo e del gesso (come quello di tingeggiare chiare o scure), se è molto diverso per le radiazioni visibili, lo è assai meno per quelle ultrasuone.

4. - La legge dello scambio d'energia radiante fra un corpo e l'ambiente che lo circonda.

Un punto non meno importante è quello di cui in b), nel § 2. E' ovvia la previsione che se un corpo è circondato da altri, esso non solo emetterà dell'energia radiante, ma ne riceverà; sicchè l'irradiazione *apparente* di calore (che è proprio quello che interessa) sarà un fenomeno di carattere differenziale che dipenderà non soltanto dal corpo che si considera (cioè, dalle sue dimensioni, dalla sua temperatura, ecc.) e dalla temperatura dell'ambiente in cui si trova, *ma anche dalla natura dei corpi che l'ambiente costituiscono*. E' ben noto, invece, che *nelle espressioni usualmente adoperate per il calcolo dell'irradiazione, la natura dell'ambiente non figura esplicitamente*. Per vedere a quali ipotesi od approssimazioni questo corrisponda, gioverà tentare il calcolo diretto in taluni casi tipici semplici.

Si supponga anzitutto di aver a che fare con un corpo I di forma semplice e tondeggiante (fig. 1) completamente circondato da un secondo corpo opaco II, essendo lo spazio intermedio occupato da un corpo dotato di proprietà assorbenti praticamente nulle (come è il caso dell'aria, quasi si tratti di spessore di metri o decine di metri) per quelle radiazioni ultrasuone che costituiscono la parte essenziale dell'irradiazione. Si facciano allora le seguenti ipotesi fondamentali, non troppo lontane dal vero in numerosi casi:

1) Che i corpi I e II abbiano proprietà uniformi in tutta l'estensione della loro superficie; siano rispettivamente T_1 e T_2 le loro temperature assolute e σ_1 , σ_2 le corrispondenti costanti d'irradiazione.

2) Che rispetto l'energia radiante essi si comportino come « corpi grigi »; cioè, che ciascuna superficie abbia un « coefficiente di assorbimento » (*) indipendente dalla lunghezza d'onda della radiazione.

3) Che la emissione, nelle varie direzioni, di energia radiante avvenga per ogni elemento di superficie secondo la *legge di Lambert*; cioè, che (fig. 2) detta dE_n la intensità della emissione di un generico elemento dS , delle due superficie, in direzione normale all'elemento stesso, la intensità dE_x in un'altra

direzione generica, facente un angolo α con la normale, sia data da:

$$dE_x = dE_n \cdot \cos \alpha$$

Questa forma di emissione è notoriamente caratteristica dei corpi « diffondenti », cioè di quelli a superficie *non* lucida.

4) Che la forma dei due corpi soddisfi a condizioni (che verranno discusse poco oltre, § 5) tali da rendere verificata la ipotesi della costanza del coefficiente q_1 , che verrà introdotto nella trattazione (si veggia a proposito delle relazioni 2', 3' ed 8), e la relazione 9''.

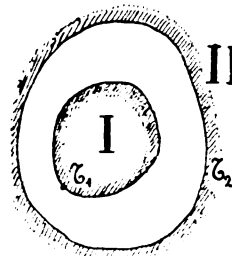


Fig. 1.

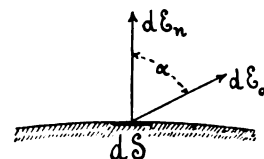


Fig. 2.

Si può allora ragionare come segue, per calcolare la entità degli scambi di calore fra i due corpi e gli effetti degli invii reciproci di calore radiante.

Si indichino con S_1 ed S_2 le superficie dei due corpi, rivolte l'una verso l'altra; e con a_1 ed a_2 i rispettivi « coefficienti di assorbimento ».

La quantità di calore che il corpo II irradierebbe, da solo, nella unità di tempo è data da:

$$Q_2 = \sigma_2 S_2 T_2^4. \quad (2)$$

Ma di questa energia radiante, effettivamente emessa, soltanto una parte andrà ad investire il corpo I; il resto, colpirà ovviamente la stessa superficie II. Indicando perciò con q_2 un conveniente numero, compreso fra 0 ed 1, il calore ricevuto da I sarà espresso da:

$$Q_2 q_2 \quad (2')$$

il residuo, che tornerà a colpire II, sarà:

$$Q_2 (1 - q_2) \quad (2'')$$

Della quantità (2'), il corpo I assorbirà soltanto la frazione:

$$Q_2 q_2 a_1 \quad (2''')$$

e rinvierà, al corpo II, il resto:

$$Q_2 q_2 (1 - a_1) \quad (2''')$$

In definitiva, della quantità Q_2 emessa da II, il corpo I assorbe soltanto la quantità (2'''); il resto, (2'') e (2'''), che si scrive complessivamente:

$$Q_2 (1 - q_2 a_1) \quad (2'')$$

ritorna sopra II; il quale corpo ne assorbirà la parte:

$$Q_2 (1 - q_2 a_1) \cdot a_2$$

e tornerà a rinviare il resto:

$$Q_2' = Q_2 (1 - q_2 a_1) (1 - a_2) \quad (3)$$

Su questa quantità Q_2' si possono senz'altro ripetere gli stessi ragionamenti che sulla quantità Q_2 ; sicchè il corpo I, ricordando la (2'''), e supponendo che q_2 abbia sempre lo stesso valore, potrà assorbire una nuova quantità di calore data da:

$$Q_2' q_2 a_1 = Q_2 (1 - q_2 a_1) (1 - a_2) q_2 a_1 \quad (3')$$

mentre il resto (di espressione analoga alla (2'')) tornerà sopra II una seconda volta e darà origine ad una nuova emissione Q_2'' di entità:

$$Q_2'' = Q_2' (1 - q_2 a_1) (1 - a_2) = Q_2 (1 - q_2 a_1)^2 (1 - a_2)^2 \quad (4)$$

di cui il corpo I assorbirà la parte:

$$Q_2'' q_2 a_1 = Q_2 (1 - q_2 a_1)^2 (1 - a_2)^2 q_2 a_1 \quad (4')$$

e così via.

(*) Dicesi « coefficiente di assorbimento » d'una superficie colpita da energia radiante, il rapporto fra l'energia assorbita e quella contemporaneamente ricevuta. Esso varia, in generale, con la lunghezza d'onda delle radiazioni (e con la temperatura della superficie). Si dicono *grigi*, per definizione, quei corpi per i quali questo coefficiente a abbia lo stesso valore (naturalmente compreso fra 0 ed 1) per tutte le radiazioni. Il « corpo nero » è quel particolare corpo grigio per cui si ha sempre $a = 1$.

Dunque, della quantità Q_2 di calore radiante emesso da II in ogni unità di tempo, il corpo I assorbirà la parte:

$$Q_{II,I} = \varphi_2 a_1 Q_2 \{ 1 + (1 - \varphi_2 a_1)(1 - a_2) + (1 - \varphi_2 a_1)^2 (1 - a_2)^2 + \dots \}, \quad (5)$$

che si può scrivere:

$$Q_{II,I} = \frac{Q_2 \varphi_2 a_1}{1 - (1 - \varphi_2 a_1)(1 - a_2)} = \frac{Q_2 \varphi_2 a_1}{a_2 + \varphi_2 a_1 - \varphi_2 a_1 a_2} \quad (6)$$

Ma non è questo il solo calore radiante che il corpo I assorbe; giacchè, in seguito ai rinvii reciproci, esso assorbirà anche parte del calore che emette egli stesso.

La quantità di calore Q_1 , difatti, che il corpo I irradierebbe da solo in ogni unità di tempo è:

$$Q_1 = \sigma_1 S_1 T_1^4 \quad (7)$$

ed andrà *tutta* ad investire il corpo II; il quale ne assorbirà la parte:

$$Q_1 a_2$$

e ne rinverrà la parte:

$$Q_1 (1 - a_2) \quad (7')$$

Ora, su questa parte che il corpo II rinvia, si possono evidentemente fare gli stessi ragionamenti già fatti sopra la quantità Q_2 ; sicchè, tenendo conto delle (2), (6) e (7') si potrà asserire che della energia Q_1 da lui stesso emessa, il corpo I finirà col riprendere ed assorbire la quantità:

$$Q_{I,I} = \frac{Q_1 (1 - a_2) \varphi_2 a_1}{a_2 + \varphi_2 a_1 - \varphi_2 a_1 a_2} \quad (8)$$

In tutte le considerazioni precedenti è stata implicita la ipotesi che φ_2 si mantenesse costante.

Concludendo, il corpo I ha bensì emesso, in ogni unità di tempo, la quantità di calore radiante Q_1 ; ma ha contemporaneamente assorbito le quantità $Q_{I,I}$ e $Q_{II,I}$; sicchè la entità della *emissione apparente* Q , in presenza del corpo II, sarà data da:

$$Q = Q_1 - Q_{I,I} - Q_{II,I} \quad (9)$$

cioè, da:

$$Q = \frac{Q_1 a_2 - Q_2 \varphi_2 a_1}{a_2 + \varphi_2 a_1 - \varphi_2 a_1 a_2} \quad (9')$$

Dalla ipotesi, già fatta, che i corpi I e II si comportino come « corpi grigi » e dal principio di Kirchhoff ⁽⁹⁾, segue che chiamando sempre σ la costante (che figura nella (1)) relativa al corpo nero, si ha:

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \frac{\sigma_1}{\sigma} \\ a_2 &= \frac{\sigma_2}{\sigma} \end{aligned} \right\} \quad (9'')$$

Verrà inoltre dimostrato a parte (nel § 5) che si ha:

$$S_1 = \varphi_2 S_2 \quad (9''')$$

Tenendo conto delle (9'') e (9'''), la (9') si scrive, finalmente:

$$Q = S_1 \frac{T_1^4 - T_2^4}{\frac{1}{\sigma_1} + \varphi_2 \left(\frac{1}{\sigma_2} - \frac{1}{\sigma} \right)} \quad (10)$$

⁽⁹⁾ Il principio di Kirchhoff consiste notoriamente in questo; che detti $\varepsilon'(\lambda, T)$ ed $a'(\lambda, T)$, rispettivamente, i valori della emissione specifica (definita dalla equazione $Q' = \int_0^\infty \varepsilon' \cdot d\lambda$) e del coefficiente di assorbimento d'un qualsiasi corpo, corrispondenti ad una determinata coppia di valori della lunghezza d'onda λ e della temperatura T , il loro rapporto rappresenta sempre il valore della emissione specifica ε del corpo nero, in corrispondenza, ben inteso, alla stessa coppia di valori di λ e T :

$$\frac{\varepsilon'(\lambda, T)}{a'(\lambda, T)} = \varepsilon(\lambda, T)$$

Ora, nei corpi grigi a' è costante, indipendente cioè da λ e T ; per essi si ha:

$$Q' = \sigma' T^4 = \int_0^\infty \varepsilon' \cdot d\lambda = a' \int_0^\infty \varepsilon \cdot d\lambda = a' \sigma T^4$$

da cui

$$a' = \frac{\sigma'}{\sigma}$$

espressione che rappresenta con esattezza, nelle ipotesi fatte, la entità del calore apparentemente irradiato, in ciascuna unità di tempo, dal corpo I.

5. - Circostanze nelle quali valgono esattamente, o con approssimazione fissata, le relazioni del § precedente.

Prima di andare oltre, è necessario giustificare la (9''').

Si considerino, difatti, due superficie I e II (fig. 3) irradianti l'una verso l'altra in conformità delle ipotesi fatte nel § precedente, e quindi secondo la legge di Lambert.

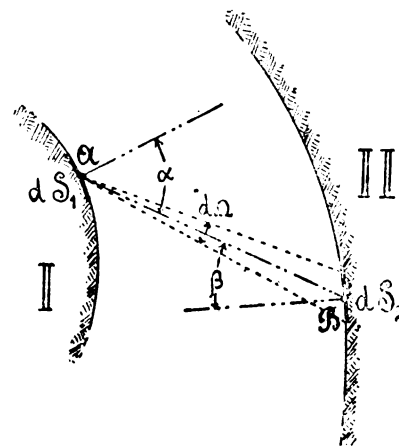


Fig. 3.

La espressione generica della intensità della emissione J_x di un elemento dS_1 in una qualsiasi direzione AB sarà del tipo:

$$J_x = k \cdot dS_1 \cdot \cos \alpha \quad (11)$$

essendo k una costante. Il flusso emesso da dS_1 entro un angolo solido infinitesimo $d\Omega$ avente AB per asse, sarà:

$$d\Phi = k \cdot dS_1 \cos \alpha d\Omega \quad (11')$$

Ma detta dS_2 l'area della porzione di superficie II intercettata dall'angolo solido $d\Omega$, detta R la distanza AB e detto β l'angolo che la direzione AB fa con la normale alla superficie II, si ha:

$$d\Omega = \frac{dS_2 \cos \beta}{R^2} \quad (11'')$$

da cui segue:

$$d\Phi = \frac{k dS_1 dS_2 \cos \alpha \cos \beta}{R^2} \quad (12)$$

Per avere il flusso totale $\Phi_{I,II}$ che, emesso dalla (intera) superficie I va a colpire la (intera) superficie II, bisognerà integrare doppiamente la (12):

$$\Phi_{I,II} = k \int_I \int_{II} \frac{\cos \alpha \cos \beta}{R^2} dS_1 dS_2 \quad (12')$$

Ora, quale frazione questo flusso $\Phi_{I,II}$ sarà dell'intero flusso emesso dalla superficie I? Si dimostra intanto molto facilmente che quando un elemento di superficie dS_1 emette in conformità della (11), il flusso che esso emette complessivamente in tutte le direzioni (cioè, entro l'angolo solido 2π) è dato da:

$$\pi \cdot k \cdot dS_1$$

Ne segue che la intera superficie I, di area S_1 , emetterà in totale (sempre supposto costante k):

$$\Phi_{I'} = \pi k S_1 \quad (13)$$

E la frazione cercata, che per analogia col § precedente si denoterà con η_{II} , sarà:

$$\eta_{II} = \frac{\Phi_{I,II}}{\Phi_{I'}} = \frac{\int_I \int_{II} \frac{\cos \alpha \cos \beta}{R^2} dS_1 dS_2}{\pi S_1} \quad (14)$$

dalla quale espressione si ricava anche:

$$\eta_{II} S_1 = \frac{1}{\pi} \int_I \int_{II} \frac{\cos \alpha \cos \beta}{R^2} dS_1 dS_2 \quad (15)$$

La perfetta simmetria del secondo membro di questa espressione, rispetto alle due superficie I e II, dimostra senz'altro che

se adesso si cercasse quale frazione q_2 del totale flusso emesso da II va, a sua volta, ad investire la superficie I, e se ne ricavasse il prodotto $q_1 S_1$, si troverebbe lo stesso secondo membro della (15). Se ne deduce perciò:

$$q_1 S_1 = q_2 S_2 \quad (16)$$

Ma nel caso considerato nel § precedente, essendo I interno a II, e di forma semplice e tondeggiante, si aveva $q_{11} = 1$; la (16) si riduce perciò alla (9''').

Si può adesso esaminare quali sono le condizioni a cui deve soddisfare la forma e la posizione dei corpi I e II della fig. 1 affinché siano contemporaneamente verificate la (9''') e la costanza di q_2 nei successivi rinvii di energia raggiante.

Il procedimento di cui sopra mostra che la condizione essenziale affinché sia verificata la (16) (e quindi la 9''') è che possa ritenersi costante k (oltre al verificarsi, per ogni elemento di superficie, della legge di Lambert (1'')); e quando questo accade, il valore di q_2 non dipende che dagli elementi geometrici delle due superficie irradianti. Ma se la forma delle superficie è qualunque, k potrà bensì ritenersi costante nei riguardi delle emissioni iniziali Q_2 , data dalla (2) e Q_1 , data dalla (7), a causa della supposta uniformità di proprietà e di temperatura; ma non sarà la stessa cosa nei riguardi dei successivi rinvii, perchè l'energia che ognuna delle due superficie emette non si distribuirà uniformemente (in generale) sull'altra: la quale, quindi, non potrà tornare ad emettere uniformemente la parte non assorbita. Anzi, essendo ineguale anche la distribuzione della parte assorbita dell'energia, tenderà a diventare ineguale anche la temperatura dei vari punti delle superficie: se questo avvenisse, verrebbe meno la prima delle ipotesi fatte nel § precedente, con le sue conseguenze.

Il verificarsi rigoroso della costanza di k impone dunque condizioni estremamente restrittive per la forma delle due superficie; forse, il solo caso in cui k possa ritenersi rigorosamente costante è quello in cui le due superficie siano di forma sferica e concentriche: caso relativamente poco interessante.

Per altro, le relazioni fondamentali di partenza (le (2), (7)) piuttosto che rigorosamente vere, sono solo approssimate (nè potrebbe essere diversamente, trattandosi di risultati di esperienze), e di una approssimazione dell'ordine di qualche unità per cento; non avrebbe dunque significato fisico il cercare una approssimazione molto maggiore nel modo di dedurre delle conseguenze. Così, data la forma delle (2) e (7), affinché le variazioni locali dell'energia irradiata non superino il 2 %, occorrerà che le differenze locali di temperatura, da punto a punto delle due superficie, non superino il 0,5 %; sicchè, ad es., per temperature prossime a quelle ordinarie (cioè di 300°-400° assoluti) potranno ancora essere tollerate differenze locali dell'ordine di un paio di gradi. Relativamente maggiore può essere la tolleranza nei riguardi delle ineguaglianze di rinvio dell'energia raggiante non assorbita; e questo sia perchè i differenti valori di k figurerebbero tanto al numeratore della (14) (sotto il segno d'integrazione) quanto al denominatore, tendendo ad una specie di assai grossolano compenso, sia perchè le superficie che più interessano sono relativamente molto assorbenti, come appare dalla Tabella I del § 3, tenuto conto delle (9''): ciò che vuol dire che i rinvii successivi di energia raggiante diminuiscono molto rapidamente di entità, sicchè inesattezze anche notevoli nel calcolo dei termini del tipo (2'''), (3'), ecc., hanno poca influenza sul risultato finale. Così, se, ad es., la superficie del corpo I della fig. 1 fosse di muratura o di cemento, ed il corpo I fosse un cassone da trasformatore, i coefficienti di assorbimento sarebbero rispettivamente (relazioni 9'', Tabella I) eguali a:

$$a_2 = \frac{5}{5,7} = 0,88$$

$$a_1 = \frac{5,1}{5,7} = 0,90$$

Dell'energia raggiante emessa da uno dei due corpi, la parte rimessa in circolazione la prima volta non sarebbe perciò mai superiore, anche nelle condizioni più favorevoli, qualunque fosse la forma e posizione dei due corpi, all'11 o 12 %; e quella in circolazione per la seconda volta non arriverebbe mai al 1,5 %: cioè, comincerebbe già a diventare trascurabile.

(10) Debbono probabilmente farsi talune riserve anche per i casi di forme eccezionalmente tormentate delle due superficie; ma si tratta di casi che non hanno generalmente grande interesse fisico.

In conclusione, pur essendo esatto che la validità rigorosa delle ipotesi sopra accennate (che sono indispensabili affinché valga la (10) implichi condizioni estremamente restrittive circa la forma e la posizione dei due corpi I e II della fig. 1, è anche esatto che, ove si richieda soltanto una approssimazione dello stesso ordine di quella presumibilmente caratteristica delle (2) e (7), le condizioni stesse diventano assai meno restrittive; e si riducono all'avere i due corpi forma non troppo tormentata e posizione non troppo dissimetrica: purchè, ben inteso, le superficie siano notevolmente assorbenti ed i corpi siano tali che, malgrado la dissimmetria degli scambi di calore, resti soddisfatta la condizione sopra accennata circa la piccola entità delle differenze locali di temperatura (11).

6. - Scambio d'energia raggiante fra due superficie assai prossime.

Un altro caso tipico, semplice come il precedente, è quello in cui si tratti di due superficie parallele (fig. 4) I e II, situate

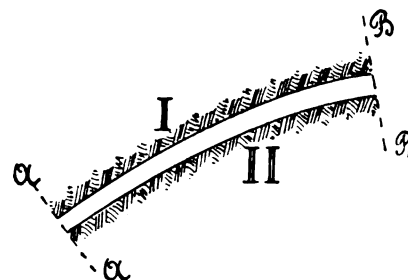


Fig. 4.

a distanza piccola rispetto le loro dimensioni trasversali; così piccola da poter supporre che tutta l'energia raggiante che ciascuna superficie emette vada a colpire l'altra. Se allora si fanno intorno ai due corpi ed all'aeriforme che li separa le stesse ipotesi già messe in evidenza (nel § 4), ad eccezione di quelle relative alla forma e posizione delle due superficie, sostituite da quanto ora è stato ammesso, si possono senz'altro ripetere in questo caso i ragionamenti fatti nel § 4: la differenza caratteristica è che qui si ha sempre (per ipotesi):

$$q_1 = q_2 = 1$$

Invece di giungere alla (10) si giungerà perciò alla relazione (indicando con S il valore comune dell'area)

$$Q = S \frac{T_1^4 - T_2^4}{\frac{1}{\sigma_1} + \frac{1}{\sigma_2} - \frac{1}{\sigma}} \quad (17)$$

Se invece le due superficie, pur essendo situate a piccolissima distanza (in guisa da poter supporre, in sostanza che gli scambi di energia raggiante rimangono praticamente localizzati fra le due superficie, cioè, che sia trascurabile la frazione di energia raggiante che entra od esce attraverso AA e BB) non fossero parallele, a causa della forma complessa di esse, ed avessero quindi aree diverse S_1 ed S_2 , le considerazioni di cui sopra condurrebbero ancora a relazioni del tipo (10)

7. - Condizioni alle quali le relazioni dei §§ precedenti possono essere sostituite da una del tipo $Q = \sigma S (T_1^4 - T_2^4)$.

Non occorre, anzitutto, dimostrare esplicitamente che i casi considerati nei §§ 4 e 6 hanno analogie più o meno strette con la grande maggioranza dei casi che d'ordinario si presentano. Può quindi asserirsi, tenendo presente la forma delle relazioni (10) e (17) (e le ipotesi nelle quali queste valgono), che la quantità di calore raggiante che un corpo emette dipende, in generale, non soltanto dalle sue dimensioni, dalla natura della sua superficie e dalle due temperature, del corpo stesso e dell'ambiente, come d'ordinario si ammette senza discussione; ma dipende altresì dalla natura delle superficie circostanti e dalla loro forma e posizione. Trascurare queste ultime dipendenze significa, presso a poco, supporre relativamente trascurabile il

(11) Questa condizione può essere assicurata, ad es., dalla notevole conduttività termica dei corpi I e II, e dall'azione di particolari cause eguagliatrici di temperatura; come il rimescolamento dell'olio, nei cassoni da trasformatore.

termine $q_2 \left(\frac{1}{\sigma_2} - \frac{1}{\sigma} \right)$ che figura nel denominatore della (10), od il termine corrispondente della (17). Occorre quindi esaminare quali ulteriori ipotesi debbano essere fatte (in aggiunta a quelle già fatte nei §§ 4 e 6) perchè questa semplificazione sia accettabile e le relazioni (10) e (17) possano adoperarsi nella forma:

$$Q = \sigma_1 S_1 (T_1 - T_2) \quad (18)$$

Solo così potrà determinarsi il reale campo di validità di questa relazione, che viene per lo più considerata, ed a torto, come l'espressione esatta e generale degli scambi d'energia radiante ⁽¹²⁾.

Intanto, le (10) e (17) si ridurrebbero alla (18) ove fosse verificata una delle due seguenti ipotesi:

a) che la superficie II si comportasse praticamente come il corpo nero ($\sigma_2 = \sigma$);

b) che (nel caso della (10)) fosse praticamente $q_2 = 0$; cioè, che le due superficie fossero molto lontane e di area molto diversa (come avverrebbe se, nella fig. 1, il corpo I avesse dimensioni piccolissime rispetto II).

Ma potrebbe altresì bastare che queste ipotesi fossero verificate grossolanamente, purchè contemporaneamente.

Limitandoci a casi di qualche interesse pratico, si supponga che tanto σ_1 quanto σ_2 abbiano, in cifra tonda, il valore $.510^{12}$ (esprimendo Q in watt per cm^2); la Tabella I mostra che le superficie che più spesso occorre di considerare sono precisamente caratterizzate da valori eguali o vicinissimi a questo. In questa ipotesi, il termine $\frac{1}{\sigma_1}$ vale $200 \cdot 10^9$; e la differenza $\left(\frac{1}{\sigma_2} - \frac{1}{\sigma} \right)$ vale $25 \cdot 10^9$. Se si vuole che l'errore nel trascurare il termine $q_2 \left(\frac{1}{\sigma_2} - \frac{1}{\sigma} \right)$ non superi, ad es., qualche unità per cento, bisognerà evidentemente che q_2 sia di un ordine di grandezza non superiore ad $\frac{1}{5}$; cioè, sempre nel caso della fig. 1, che il corpo I sia così piccolo, da essere colpito soltanto da un quinto dell'energia radiante che II emette.

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \begin{cases} 5.10^{-12} \text{ (2 in watt/cm}^2\text{)} \\ 4.3.10^{-8} \text{ (2 in cal kg/ora.m}^2\text{)} \end{cases}$$

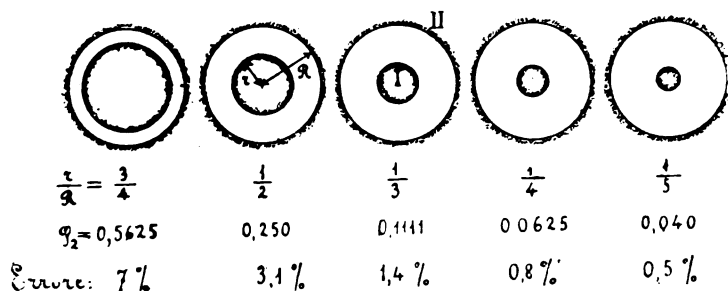


Fig. 5.

Una idea quantitativa di quello che significhi questa ipotesi è data dalla fig. 5, la quale si riferisce al caso schematico in cui le superficie I e II siano sferiche e concentriche; caso nel quale è facile il calcolo esatto di q_2 ; che, detti r e R i due raggi, essendo $q_2 = \frac{S_1}{S_2}$ si ha:

$$q_2 = \frac{r^2}{R^2}$$

La figura 5 rappresenta alcuni casi, relativi a dimensioni decrescenti di r ; per ciascuno di essi è indicato il valore del rapporto fra i raggi, il valore di q_2 e l'errore che si commetterebbe trascurando il termine $q_2 \left(\frac{1}{\sigma_2} - \frac{1}{\sigma} \right)$ rispetto $\frac{1}{\sigma_1}$.

E' chiaro che, nel caso della fig. 4, ridurre la (17) alla (18) vorrebbe dire immettere un errore (nelle ipotesi fatte sopra σ_1 e σ_2) del 12,5 %.

⁽¹²⁾ La lettura dei lavori nei quali entrano dei calcoli di irradiazione dimostra che d'ordinario si ritiene che una relazione del tipo $Q = r S (T_1 - T_2)$ sia approssimata e valevole solo per piccole differenze di temperatura; e che la relazione esatta sia appunto la (18). Sono, in realtà, approssimate tutte e due, ed in un campo non molto esteso; sebbene per ragioni differenti ed in misura diversa.

Se invece il corpo I fosse a superficie metallica lucida, in guisa che si potesse supporre, ad es., $\sigma_1 = 10^{-12}$, (rimanendo sempre $\sigma_2 = 5.10^{-12}$), allora il termine $\frac{1}{\sigma_1}$ varrebbe $1000 \cdot 10^9$; sicchè, anche se fosse $q_2 = 1$, l'identificare le (10) e (17) con la (18) implicherebbe un errore non superiore al 2,5 %. Ma si tratta evidentemente d'un caso più raro del precedente.

8. - Ulteriori condizioni alle quali è possibile l'impiego di relazioni più semplici di quella del § precedente - Sul tipo di relazione che consente la approssimazione maggiore.

Chiarito così che la (18) non è affatto una relazione esatta e generale, e precisate le numerose e abbastanza restrittive ipotesi che occorre fare affinché la si possa impiegare senza commettere errori inammissibili ⁽¹³⁾, rimane un problema più semplice: quello di vedere se, ed a prezzo di quali ulteriori limitazioni, riguardanti essenzialmente l'intervallo di temperatura entro cui si intende di applicarla, la (18) possa essere sostituita da altre di uso più comodo; per es., da una espressione del tipo:

$$Q = m S_1 (T_1 - T_2) \quad (19)$$

Osservando, difatti, che la (18) può scriversi:

$$Q = \sigma_1 S_1 (T_1^2 + T_2^2) (T_1 + T_2) (T_1 - T_2) \quad (18')$$

cioè, quando T_1 e T_2 fossero poco diversi fra di loro e si chiamasse T il loro valore medio:

$$Q = 4 T^3 \sigma_1 S_1 (T_1 - T_2) \quad (18'')$$

si vede che occorrerebbe porre:

$$m = 4 T^3 \sigma_1 \quad (19')$$

cioè, il coefficiente m dovrebbe, anzitutto, variare col cubo della temperatura media intorno alla quale si considerano le trasmissioni per irradiazione. Chiamando m_0 il valore, per un corpo generico, relativo a trasmissioni intorno alla temperatura usuale degli ambienti (in cifra tonda, $T = 300^\circ$ assoluti), la tabella seguente dà una idea dei valori che bisognerebbe adottare (espressi in funzione di m_0) a temperature medie diverse; la tabella vale naturalmente per tutti quei corpi per i quali l'irradiazione integrale segua a sufficienza la legge di Stefan, cioè per la maggior parte dei corpi comuni (§ 3).

TABELLA II.

Temperatura media $T = \frac{T_1 + T_2}{2}$		Valori di m
nella scala centigrada	nella scala assoluta	
- 20° C.	253° K	0,60 m_0
0	273	0,75 m_0
+ 15°	288	0,89 m_0
27°	300	m_0
50°	323	1,25 m_0
100	373	1,92 m_0
200	473	3,94 m_0
300	573	6,97 m_0
400	673	11,5 m_0
500	773	17,2 m_0

Le variazioni che debbono portarsi al valore di m con lo spostarsi, lungo la scala delle temperature, dell'intervallo ($T_1 - T_2$) al quale si intende di applicare la (19), sono dunque veramente enormi; nè è possibile dimenticarle anche nei calcoli più grossolani.

Esse fanno anche prevedere che non sarà grandissima la entità dell'intervallo di temperatura ($T_1 - T_2$) entro il quale la (19) può dare risultati discretamente approssimati. Bisogna, per altro, distinguere due casi:

a) Se le due temperature sono realmente equidistanti da quella media T in corrispondenza alla quale si è scelto il valore di m , cioè, se si ha esattamente:

$$T = \frac{T_1 + T_2}{2} \quad (19'')$$

⁽¹³⁾ L'errore presumibile in ciascun caso dipende contemporaneamente dal numero delle ipotesi non esattamente verificate e dalla entità dei singoli scarti fra le circostanze supposte e quelle reali. Le considerazioni ed i numeri contenuti nei paragrafi precedenti danno una idea soltanto della entità, in alcuni casi tipici, di questi scarti parziali; non sarebbe evidentemente possibile considerare tutte le loro prevedibili combinazioni, cioè, tutti i possibili casi complessi.

allora l'approssimazione che dà la (19) è veramente assai notevole, e per ovvie ragioni. Affinchè se ne abbia una idea quantitativa, basterà accennare che, posto $T = 300^\circ \text{K}$, ed applicando tanto la (18) quanto la (19) a successive coppie di valori di T_1 e T_2 , si trova che la (19) conduce ad un errore (sempre in meno) che è appena del 0,2 % quando l'intervallo di temperatura raggiunge i 40° ($T_1 = 320^\circ \text{K}$, $T_2 = 280^\circ \text{K}$), del 0,55 % per un intervallo di 80° ($T_1 = 340^\circ$; $T_2 = 260^\circ$), ed occorre che l'intervallo salga a 160° ($T_1 = 380^\circ$; $T_2 = 220^\circ$) affinchè l'errore giunga al 2,3 %.

b) Ben diversamente vanno le cose quando la (19') non è verificata. Un caso estremo è quello in cui T sia eguale ad una delle due temperature estreme (a T_1 , oppure a T_2); un caso ancora più sfavorevole (che cioè T fosse addirittura esterno all'intervallo ($T_1 - T_2$)) non potrebbe ragionevolmente verificarsi.

Supposta allora, ad es., $T = T_2 = 300^\circ \text{K}$, l'errore derivante dall'applicazione della (19) in luogo della (18) è dell'1,5 per cento per $T_1 = 305$ (intervallo: 5°); del 3,2 % per $T_1 = 310$ (intervallo: 10°); del 6,4 % quando $T_1 = 320^\circ$ (intervallo: 20°); del 9,4 % quando $T_1 = 330$ (intervallo: 30°); e così via. Si tratta, dunque, di errori che sono assai grandi anche per piccole differenze di temperatura. Questo fatto era stato osservato anche prima che fossero state saldamente stabilite le vere leggi dell'irradiazione (§§ 2, 3); ma si era ritenuto di potervi rimediare empiricamente introducendo nella (19) un binomio di correzione; sostituendo cioè la (19), non appena la differenza della temperatura superava i 10° o 15° , con una espressione del tipo (essendo α una costante):

$$Q = m S_1 (T_1 - T_2) [1 + \alpha (T_1 - T_2)] \quad (20)$$

E per la costante α si suggerivano valori, di origine sperimentale, un po' diversi bensì da un autore all'altro, ma generalmente compresi fra 0,005 e 0,006. Oggi si è in grado di ragionare in proposito in modo più soddisfacente.

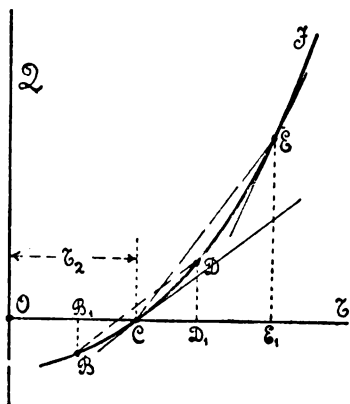


Fig. 6.

Sia, difatti (fig. 6) $BCDEF$ la curva che rappresenta (secondo la (18)), l'andamento di Q in funzione di T_1 , supposto costante il valore di T_2 (rappresentata in figura da OC). Sostituire la (19) alla (18) equivale in sostanza a sostituire la curva con la tangente in C (se il coefficiente m è relativo alla temperatura $O C$); se allora le due temperature T_1 , T_2 corrispondessero a punti B , D disposti simmetricamente rispetto C , la (19) darebbe risultati molto vicini al vero perchè la corda BD non si scosterebbe molto dal parallelismo alla tangente in C ; ma se T_2 coincidesse con $O C$, è chiaro che le corde CD , CE accadrebbero via via scostandosi, e rapidamente, dal parallelismo alla tangente in C : di qui i forti errori poc'anzi constatati. Adottare la (20), significa correggere m , cioè, variare l'inclinazione della tangente in C , in guisa da avvicinarla alla inclinazione reale delle corde CD , CE , ecc. Come si potrà fissare α , cioè il coefficiente che misura la entità della correzione?

Se si considera un certo intervallo di temperatura CE , (cioè, si suppone $T_2 = OC$, $T_1 = OE$) e si conduce la tangente in E , è chiaro che la inclinazione della corda CE sarà intermedia fra quelle delle due tangenti in C ed in E ; e se l'intervallo è piccolo, si potrà addirittura assumere che il coefficiente m che corrisponde alla corda CE sia la media aritmetica di quelli che corrispondono alle tangenti in C ed in E . Ora, se T_2 coincide con la temperatura usuale degli ambienti, cioè, in cifra tonda, con 290°K (17°C), variando m col cubo di T (per la (19)), ad ogni grado di variazione di temperatura corrispon-

derà in m una variazione prossima a $\left(\frac{1}{290}\right)^3$, cioè una variazione dell'1,035 per cento, circa. Quindi, il coefficiente m relativo alla temperatura E , differirà da quello relativo a C di una percentuale data approssimativamente da $1,035 (T_1 - T_2)$; se la differenza ($T_1 - T_2$) è piccola, ben inteso. Ed il coefficiente relativo alla corda CE differirà da quello relativo alla tangente in C di una percentuale metà, cioè del 0,518 ($T_1 - T_2$) per cento; quindi la costante α dovrebbe avere il valore 0,00518, in ottimo accordo con le cifre citate sopra; i valori 0,005 e 0,006 corrisponderebbero a temperature T_2 pari rispettivamente a $+27^\circ \text{C}$ e -23°C .

Le considerazioni ora fatte dimostrano per altro che α deve essere fatto variare assai sensibilmente col variare di T_2 ; e che inoltre, la (20) non può dar risultati discretamente approssimati che entro intervalli di temperatura limitati (qualche diecina di gradi).

Per quanto, dunque, venga tutt'ora universalmente consigliata l'adozione di espressioni del tipo (20) ove si tratti di intervalli un po' notevoli di temperatura, appare più razionale, e suscettibile di dare risultati molto approssimati entro limiti di temperatura assai più lontani, il procedimento seguente:

Impiegare sempre la semplicissima relazione (9); ma adottare di volta in volta un coefficiente m in relazione alla media aritmetica delle due temperature T_1 e T_2 fra le quali avviene la trasmissione.

E per ottenere questo coefficiente m non c'è che da ricorrere a tabelle (11) come quella data poc'anzi od a grafici come quello della figura 7, che danno con continuità il valore del rap-

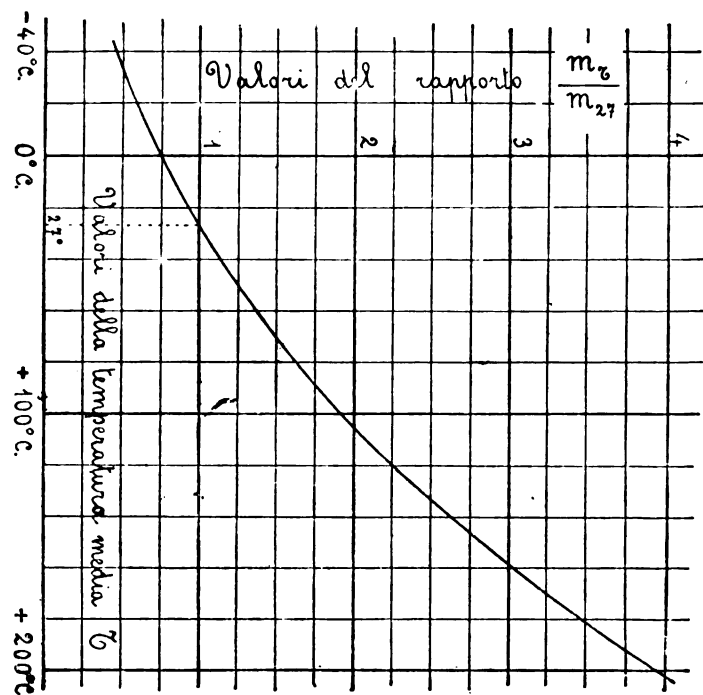


Fig. 7.

porto fra m ed m_0 ; ove, poi, non si avessero sott'occhio nè tabelle, nè grafici, basterebbe ricordare che m ed m_0 stanno fra di loro come i cubi delle temperature assolute corrispondenti: le tabelle numeriche contenute in ogni manuale, od il regolo calcolatore, permettono di fare rapidamente il calcolo.

(11) La tabella ed il grafico fig. 7 danno bensì direttamente i valori del rapporto fra il coefficiente m relativo ad una generica temperatura media $T = \frac{T_1 + T_2}{2}$ ed il coeff. relativo alla temperatura $T = 27^\circ \text{C}$ (300° assolut.), ma è chiaro che possono fornire anche i valori che il rapporto avrebbe se come temperatura media di riferimento, anziché prendere 27°C (prossima alle temperature medie di molte delle esperienze che hanno servito alle determinazioni dei coefficienti m) si prendesse un'altra temperatura t qualsiasi: basta evidentemente dividere i valori (del rapporto) che corrispondono alla T ed alla nuova temperatura t di riferimento, chè si ha evidentemente:

$$\frac{m_T}{m_t} = \frac{T^3}{t^3}$$

Quanto ai valori di m per la temperatura media di riferimento, essi possono essere dedotti dalla (19'):

$$m = 4 T^3 \sigma_1 \quad (19')$$

Così, per la temperatura media di $+ 27^\circ \text{C}$ (300° assoluti), qui adottata a titolo d'esempio, si avrebbe, combinando la Tabella I con la relazione precedente:

TABELLA III.

Natura della superficie	Valori di m supposto di esprimere Q	
	in watt per cm^2	in grandi calorie per ora e per m^2
Rame (speculare)	$1,0 \cdot 10^{-4}$	0,86
Ghisa, ferro (speculari)	$1,7 \cdot 10^{-1}$	1,5
Ghisa, ferro (non puliti, oppure ossidati) ed altri metalli comuni, a superficie greggia	$5,5 \cdot 10^{-1}$	4,8
Nero fumo	$5,8 \cdot 10^{-1}$	5,0
Impasti del tipo del calcestruzzo, anche a base di cemento o di gesso, tinteggiature, ecc.	$5,4 \cdot 10^{-1}$	4,6

Si noterà che questi valori di m_{27} sono un po' più elevati (intorno al 20 %) di quelli che d'ordinario vengono dati per l'impiego della (20); almeno nei casi nei quali il tipo della superficie irradiante è identificabile senza ambiguità. La ragione sta nel fatto che si conta di affidare al binomio $[1 + z(T_1 - T_2)]$ della (20) l'incarico di correggere empiricamente i risultati; ad es., una differenza del 20 % corrisponderebbe alla ipotesi d'un salto di temperatura $T_1 - T_2 = \sim 35^\circ$.

A giustificare, infine, l'affermazione della vastità dell'intervallo di temperatura in cui la (19), usata con questo accorgimento, dà risultati di buona approssimazione, basterà ricordare che dalle cifre già date risulta che quando la media delle due temperature è prossima alla temperatura usuale degli ambienti, l'intervallo $T_1 - T_2$ può raggiungere i 150° senza che l'errore superi il 2 %; un'ampiezza dello stesso ordine si riscontra anche ripetendo i calcoli con temperature medie differenti.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Locomotive Diesel elettriche.

Riceviamo:

Nel numero 6 del 26 febbraio u. s., del Giornale «L'Elettrotecnica» sono date alcune notizie sulla locomotiva Diesel-elettrica già descritta dal Sig. Ing. Sona nella «Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane» del Maggio 1924, e sono riportati alcuni dati sui veicoli Diesel-elettrici che la «Revue B.B.C.» del Maggio 1925 descrive.

A maggiore chiarimento delle notizie pubblicate e per evitare eventuali confusioni fra le costruzioni del Tecnomasio Italiano Brown Boveri e quelle della Società Anonima Brown Boveri e C. di Baden (presso Zurigo), si ritiene opportuno aggiungere quanto segue.

La locomotiva Diesel-elettrica di 440 HP, di cui parla la nota citata, non è soltanto allo studio ma è ultimata, tanto che se ne sono già fatte alcune prove sulle Ferrovie Calabro-Lucane. Tali prove furono interrotte per provvedere ad una migliore sistemazione dei radiatori per il raffreddamento dell'acqua destinata alla refrigerazione del motore Diesel, ma verranno riprese fra pochi giorni. Questa locomotiva fu nella sua disposizione e nello schema elettrico studiata dal Tecnomasio Italiano Brown Boveri, in Milano e la costruzione della locomotiva fu eseguita dallo stesso Tecnomasio, in unione con la Società F.I.A.T. di Torino, che provvede alla fornitura della parte meccanica e del motore Diesel. Essa rappresenta una delle costruzioni più ardite del genere, la potenza di 440 HP del Diesel essendo ottenuta col peso di sole 44 tonnellate. E la soluzione del problema si presentò ancor più difficile perchè lo scartamento del binario è di soli 950 mm.

Il Tecnomasio Italiano Brown Boveri, sempre in unione con la

Società FIAT, sta ora costruendo una locomotiva petrolio-elettrica, con motore a scoppio della potenza di 150 HP a 1500 giri, funzionante ad olio pesante. Le prove di tale locomotiva verranno iniziate prossimamente.

Milano, 12 Marzo 1926.

Tecnomasio Italiano Brown Boveri.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

G. POLVANI — Sul «Magnetron», di Albert W. Hull. (N. Cimento, nuova serie, anno II, N. 1, gennaio-febbraio-marzo 1925, pag. 75).

Il «magnetron» di Hull ⁽¹⁾ consiste, com'è noto, di un diodo composto di una placca cilindrica e di un filamento metallico situato lungo l'asse della placca, sottoposto all'azione di un campo magnetico uniforme parallelo al filamento. Gli elettroni emessi dal filamento, in queste condizioni, descrivono delle curve, le cui proiezioni, su un piano perpendicolare al filamento, hanno un andamento rientrante verso il filamento stesso (come indica la fig. 1, in cui O è la traccia del

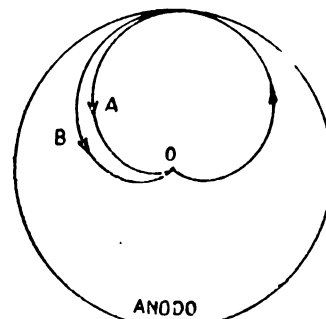


Fig. 1.

filamento, A la traiettoria approssimata e B la traiettoria esatta, secondo Langmuir, dell'elettrone, e la direzione del campo magnetico è verso l'osservatore): tanto che se il campo è sufficientemente forte essi non raggiungono più la placca. Esisterà così un valore critico H del campo magnetico, per modo che per $H < H$ gli elettroni sono tutti e sempre raccolti dall'anodo, per $H > H$ nessun elettrone è più raccolto. L'A. si propone di dimostrare, per ora teoricamente, come gli elettroni debbano con il loro movimento generare un campo magnetico longitudinale antagonista a quello esterno. Egli considera il caso in cui $H > H$ e suppone soddisfatte le prime due condizioni di Hull, cioè che la velocità con cui l'elettrone parte dal filamento sia trascurabile, di fronte a quella che acquista per effetto del campo elettrostatico, e che il raggio del filamento sia trascurabile di fronte a quello del cilindro anodico. In queste condizioni, il flusso totale Φ del campo magnetico longitudinale generato dagli elettroni, attraverso la sezione dell'anodo è dato da:

$$\Phi = 2 i_0 \pi R^2 \psi(z_1)$$

in cui i_0 è la corrente raccolta dall'anodo per unità di lunghezza, R il raggio dell'anodo e $\psi(z_1)$ una funzione di $z_1 = \frac{R}{A} = \frac{H}{A}$ (A essendo una costante che misura la distanza massima dal filamento, a cui si porta l'elettrone lungo il suo movimento).

Servendosi dei dati sperimentali e costruttivi forniti dall'Hull, l'A. determina, per vari casi il valore di Φ . In uno di questi, scelto fra i meno favorevoli, prendendo per H il valore del campo per il quale comincia una diminuzione nella corrente raccolta nella placca, risulta:

$$\Phi = 1,1 \times 10^{-2} \text{ Maxwell.}$$

Per cui, supponendo che la corrente elettronica venga a portarsi a regime in un secondo, in una maglia metallica connessa una sola volta coll'anodo, si produrrà una f. e. m. di induzione in valore assoluto pari a:

$$1,1 \times 10^{-10} \text{ volt}$$

Per cui, secondo l'A., se si suppone concatenato coll'anodo un solenoide chiuso all'esterno del magnetron, attraverso un galvanometro balistico di bassa resistenza, all'atto dell'accensione del filamento, si avrà nel solenoide una f. e. m. la quale potrà essere rilevata e misurata

⁽¹⁾ Phys. Rev., Vol. XVIII (1921), pag. 3 - Journal A. I. E. E., Vol. XI, pag. 715, settembre 1921.

dalla deviazione subita dal galvanometro. Così, con una esperienza di induzione, sarà possibile mettere in evidenza, il campo magnetico prodotto dagli elettroni, quando tutti gli elettroni emessi sono raccolti dall'anodo.

b. na.

ELETTROTECNICA GENERALE.

J. L. FINCH — Sull'accoppiamento in parallelo di alternatori ad alta frequenza tipo Alexanderson.
(Gen. El. Rev., Vol. XXVIII, N. 5, maggio 1925, pag. 315).

La condizione di ottimo per l'accoppiamento in parallelo di due qualsivoglia alternatori si traduce notoriamente in ciò che, supposta data una certa resistenza R d'indotto, la reattanza sincrona di ciascuna macchina deve rendersi eguale alla resistenza stessa. Naturalmente, per alternatori di frequenza industriale, la realizzazione di tale relazione, oltre che presentare difficoltà tecniche praticamente insormontabili, condurrebbe ad altri inconvenienti (aumento della corrente di corto circuito, aumento del rame per l'eccitazione, ecc.), così che in pratica la reattanza è sempre notevolmente maggiore della resistenza. Ma se la frequenza diventa elevatissima si può ben pensare a dimi-

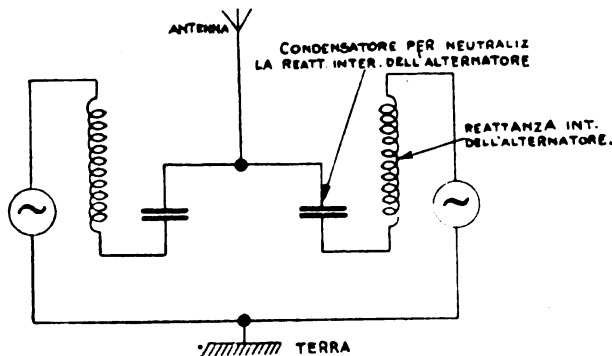


Fig. 1.

nuire la reattanza valendosi di capacità poste in serie con gli avvolgimenti d'indotto (fig. 1). Risulta cioè possibile rendere

$$L\omega - \frac{1}{C\omega} = R$$

dove $L\omega$ è la reattanza induttiva ed $\frac{1}{C\omega}$ la reattanza delle capacità aggiunte. In tal caso è agevole dimostrare che la coppia sincronizzante è, per un certo valore di R , massima e può assumere valori notevoli. L'accoppiamento in parallelo di due alternatori ad alta frequenza può quindi considerarsi, almeno sotto questo punto di vista, come un problema risoluto. Occorre però, bene inteso, che la velocità dei motori trascinanti i generatori si mantenga praticamente costante malgrado le variazioni che essa tenderebbe a subire, sia per effetto delle modificazioni di carico durante la manipolazione, sia per effetto delle inevitabili fluttuazioni della tensione e della frequenza di alimentazione.

spire montate sullo stesso nucleo di ferro. L'intervento della corrente continua è funzione sia delle variazioni di velocità, sia delle variazioni di carico. Più precisamente: accoppiato ad una sezione dell'alternatore trovasi un circuito oscillatorio contenente un raddrizzatore, e tale che la sua frequenza naturale sia leggermente superiore a quella dell'alternatore stesso. Se la velocità di quest'ultimo varia, è ovvio che la corrente raddrizzata varia parallelamente e poichè essa è in relazione con le spirali a corrente continua avvolte sulle indutture di cui sopra, tale variazione determina una modificazione nel grado di saturazione del ferro. Ne deriva, che la tensione di alimentazione del motore asincrono viene essa pure variata e corregge quindi lo scarto di velocità. Le variazioni di carico dovute alla manipolazione intervengono invece a comandare la corrente continua di saturazione, con l'inserzione ritmica di una resistenza opportuna nel circuito di questa.

Tuttavia l'A. osserva che, in conseguenza dell'accoppiamento in parallelo di due alternatori ad alta frequenza, si manifesta una decisa tendenza all'originarsi di oscillazioni pendolari, analogamente a quanto accade per le macchine di frequenza industriale.

L'A. accenna innanzi tutto a disuniformità nella coppia dei motori a induzione. Vi si è messo riparo lasciando inserita nel circuito secondario (circuito dei rotori) una resistenza zavorra e collegando anche questi secondari in parallelo.

Un'altra causa importante di oscillazioni pendolari è quella dovuta al ritmo della manipolazione. Questa, allo stato attuale della tecnica, è fatta pressochè esclusivamente in automatico, per modo che il succedersi degli impulsi avviene con grande regolarità. Orbene, se l'intervallo di tempo fra l'apertura e chiusura del tasto corrisponde al periodo dell'oscillazione pendolare, s'intuisce quali gravi inconvenienti possano derivarne. Un'altra causa di moti pendolari risiede in ciò che un alternatore presenta sempre qualche, sia pur lieve, irregolarità costruttiva quali, per es., l'inesatto spazio fra i poli del rotore, la disuniforme distribuzione del campo magnetico induttore, ecc. L'A. osserva che per macchine ad alta frequenza (gli alternatori Alexanderson hanno da 772 a 1220 poli) difficilmente simili irregolarità possono evitarsi; ne segue che il carico varia con la posizione del rotore ed oscillazioni pendolari tendono a prodursi e mantenersi anche per questo motivo.

Un artificio ben noto per attenuare questi moti pendolari consiste nel proporzionare la reattanza aggiunta esteriormente e quindi la coppia sincronizzante in modo che il periodo proprio delle oscillazioni sia diverso (più breve) che quello delle cause perturbatrici ritmiche. Tuttavia, secondo l'A. anche quando simili precauzioni sono state prese, resta sempre una certa tendenza a pericolose oscillazioni.

In considerazione del fatto che la potenza scambiata fra i due alternatori è nulla quando essi sono esattamente bilanciati, è possibile sviluppare un metodo di correzione. Riferiamoci alla fig. 2. In uno dei due rami di connessione in parallelo dei due alternatori sia posto un circuito r , che può essere chiuso in corto circuito da un relais p . La capacità dei condensatori nel circuito è tale che, quando questo relais è chiuso, la potenza massima di circolazione fra le due macchine è circa il 25 per cento dell'intera potenza di una macchina. Esso è inoltre controllato in modo da chiudersi quando l'oscillazione pendolare tende a prodursi e mentre lo sfasamento fra le due macchine è in aumento. Ne segue che in tal caso la sua azione correttiva è massima, nel senso che la coppia sincronizzante che si sviluppa fra le macchine stesse assume il suo valore più alto. Per contro, nel periodo in cui lo sfasamento è in diminuzione, il relais si apre, e poichè corrispondentemente la potenza di circolazione è metà circa di quella a relais chiuso, anche la coppia sincronizzante diminuisce per passare per zero quando i due alternatori sono bilanciati. La fig. 2 illustra

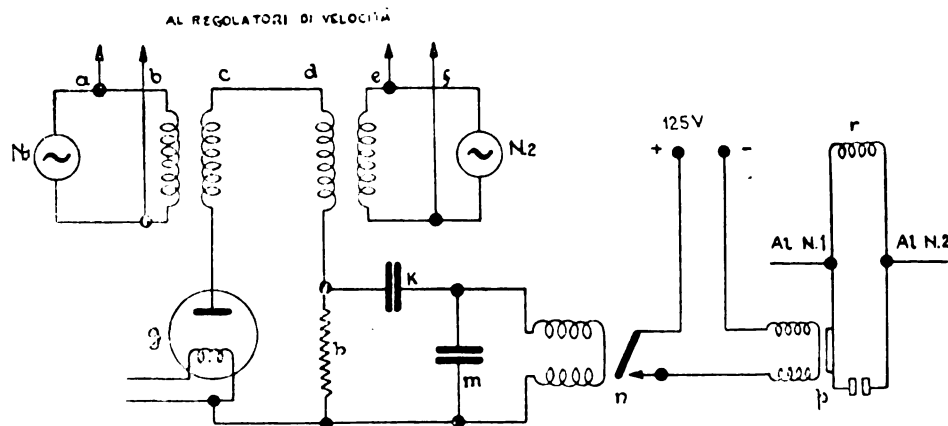


Fig. 2.

L'A. riferendosi esclusivamente agli alternatori Alexanderson ⁽¹⁾, ricorda come essi siano accoppiati a motori asincroni la cui velocità è regolata mediante il seguente artificio: in serie con lo statore sono poste bobine di induttanza a nucleo di ferro, la cui reattanza può modificarsi facendo intervenire una corrente continua attraverso alcune

chiaramente l'azione. Ciascun alternatore è accoppiato ad un circuito contenente un raddrizzatore ed una resistenza h . I sensi di avvolgimento dei due trasformatori bc e de sono tali che quando gli alternatori sono in fase, le tensioni secondarie si neutralizzano a vicenda. Se però una delle macchine esce di fase rispetto all'altra, nel circuito del rettificatore fluirà una certa corrente ed avremo quindi disponibile ai capi di h , una certa tensione. Nell'intervallo di tempo in cui questa è in aumento, il condensatore k si carica e la corrente di carica ob-

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, 1920, vol. VII, pag. 35 e Boll. R. T., vol. I, n. 8, pag. 200.

bliga il relais polarizzato n a rimanere chiuso. Quando invece la tensione ai capi di h tende a diminuire, la corrente di scarica apre il relais n il quale, a sua volta, comanda il relais p aprendolo.

L'A. osserva ulteriormente, che il parallelo degli alternatori Alexanderson presenta un'altra difficoltà, dovuta al particolare sistema di manipolazione adottato. E' noto infatti ²⁾ come la manipolazione sia eseguita ricorrendo all'amplificatore magnetico: amplificatore costituito da una induttanza, a nucleo di ferro, della quale può essere modificato il valore a mezzo di una corrente continua. Sullo stesso nucleo di ferro trovasi inoltre montato un avvolgimento che a mezzo di condensatori è collegato al secondario del trasformatore d'antenna. Il funzionamento è il seguente: durante l'intervallo fra due segnali, una corrente continua passa attraverso l'avvolgimento in parola e satura il ferro; ne deriva, che la sua induttanza assume corrispondentemente un valore minimo ed il secondario viene quindi come a trovarsi in corto circuito. La tensione della macchina diminuisce allora notevolmente ed il circuito di antenna esce di risonanza. Se due alternatori fossero posti senz'altro in parallelo, è chiaro che in queste condizioni (a tasto di manipolazione alzato) la coppia sincronizzante sarebbe nulla o pressochè nulla. Si evita tale inconveniente ricorrendo

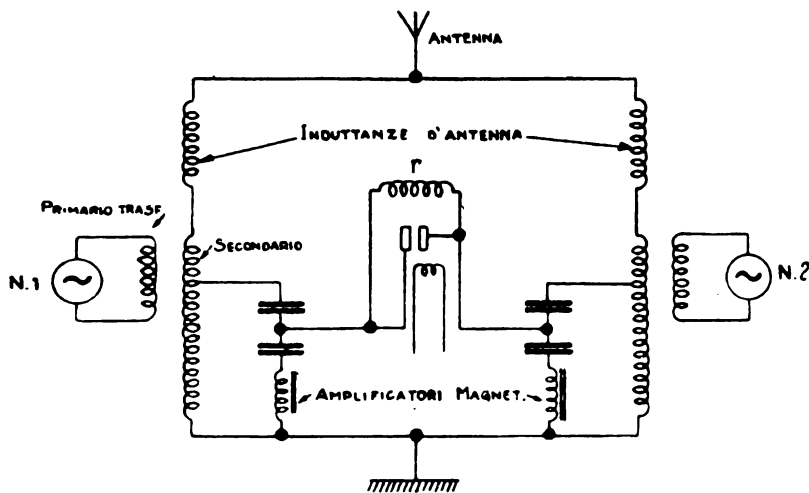


Fig. 3.

allo schema della fig. 3, secondo il quale una parte dei condensatori in serie con l'amplificatore magnetico serve a neutralizzare l'induttanza degli alternatori così da dare sempre una coppia sincronizzante di opportuno valore. Con questo metodo è per altro necessario connettere ciascun alternatore all'antenna non direttamente, bensì attraverso una induttanza separata.

L'A. riferisce infine che le operazioni del parallelo degli alternatori Alexanderson, installati in varie stazioni americane, hanno dato risultati soddisfacenti.

V. Go.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

O. E. CHARLTON - J. E. JACKSON — **Le perdite nel ferro sotto l'azione di due eccitazioni sovrapposte, a corrente alternata e a corrente continua.** (J. A. I. E. E., novembre 1925, pag. 1220).

La contemporanea presenza dei due tipi di eccitazione si verifica frequentemente negli apparecchi e nelle macchine elettriche. Precedenti ricerche di altri sperimentatori, hanno in generale dimostrato un aumento notevolissimo nelle perdite nel ferro per corrente alternata coll'aumentare dell'eccitazione a corrente continua; solo pochi sperimentatori avevano riconosciuto una diminuzione.

In base alle loro ricerche gli AA. ritengono di poter asserire che le perdite per isteresi cominciano a diminuire quando il flusso dovuto alla corrente continua diviene molto intenso, e si annullano quando il ferro è saturato dal flusso continuo. Le perdite per correnti parassite non dovrebbero cambiare naturalmente per effetto della presenza del flusso continuo; tuttavia siccome si verifica una certa distorsione nella forma dell'onda alternata è probabile che si verifichi un certo aumento in queste perdite quando è presente il flusso continuo.

Le perdite totali nel ferro si mantengono pressochè costanti per una data densità di flusso alternato indipendentemente dalla densità del flusso continuo; qualche variazione si verifica tuttavia quando la densità del flusso alternato è molto bassa o molto elevata.

Il metodo seguito nelle prove consisteva nel misurare con wattmetro a basso fattore di potenza, la potenza totale colla quale si alimentava una reattanza a nucleo di ferro, deducendone le perdite nel ferro col sottrarre le perdite per effetto joule.

La figura 1 rappresenta uno dei circuiti sperimentali. Una batteria fornisce la corrente continua regolabile con un reostato; le variazioni

di frequenza e di tensione alternata erano ottenute mediante i regolatori di campo del gruppo motore-generatore da 5 kW. Durante le letture si riconobbe la necessità di ripetere ogni volta la misura di resistenza in causa delle variazioni di temperatura che si manifestavano:

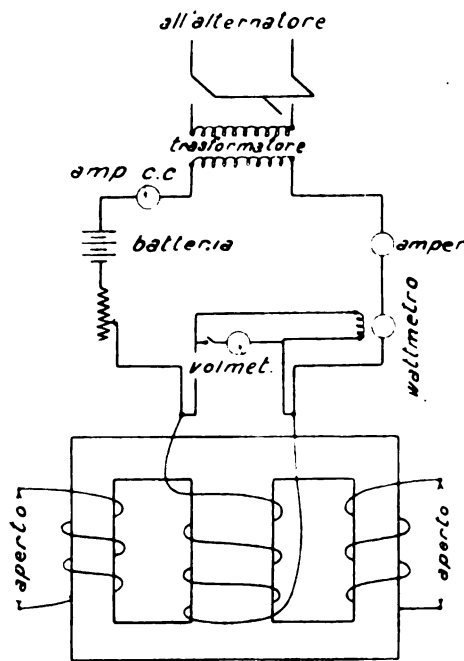


Fig. 1.

ciò si fece col metodo del voltmetro e dell'amperometro facendo uso di apposito commutatore per lasciar circolare nell'avvolgimento la sola corrente continua.

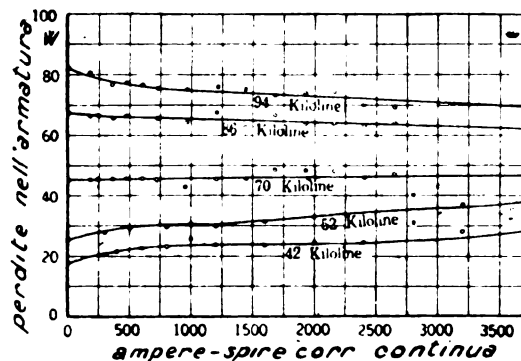


Fig. 2.

La figura 2 rappresenta alcuni risultati di esperienza. Tali valori non si accordano con quelli degli altri sperimentatori e gli AA. ne ricercarono la ragione.

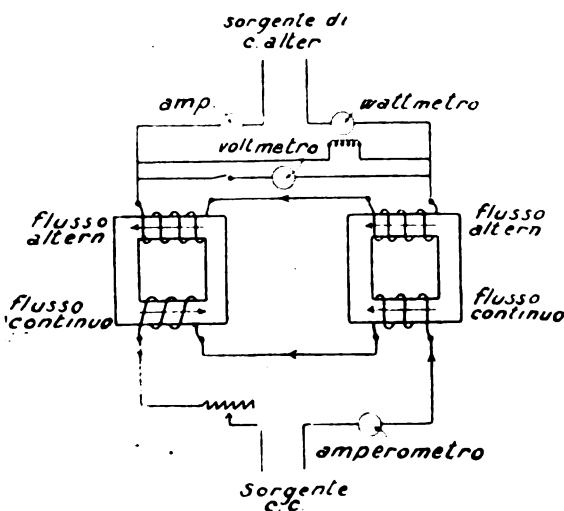


Fig. 3.

Riferendosi al circuito di figura 3 che era stato usato da altri sperimentatori gli AA. fanno rivelare come si verifichi con esso una corrente alternata di frequenza doppia circolante nel circuito della corrente continua: infatti tale circuito corrisponde a quello impiegato

(2) Vedi loc. cit.

in qualche stazione radiotelegrafica come duplicatore di frequenza. Questa corrente a doppia frequenza la cui presenza non veniva avvertita falsava i risultati introducendo delle perdite per effetto joule che non venivano sottratte e si manifestavano quindi in un apparente aumento delle perdite nel nucleo.

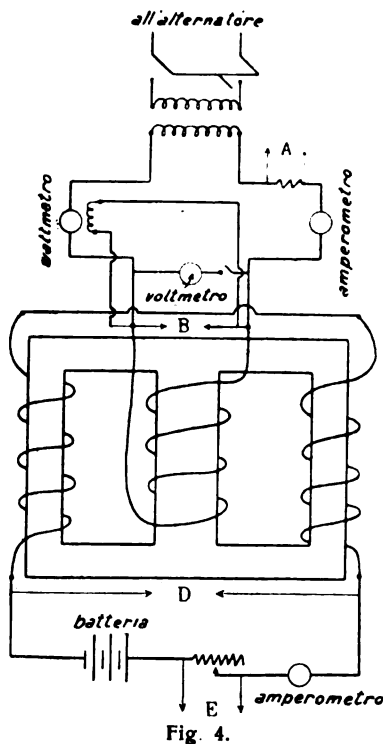


Fig. 4.

Venne anche usato qualche volta il dispositivo di figura 4 col quale si ottiene una migliore forma d'onda. Le famiglie di curve tracciate con tale dispositivo concordano sostanzialmente con quelle di fig. 2. Serie di oscillogrammi ottenuti dimostrano che l'onda di tensione diviene alquanto appuntita in presenza del flusso continuo. L'onda della corrente, che in assenza del flusso continuo, è la solita corrente di magnetizzazione con forti percentuali di armoniche terza e superiori, in presenza del flusso continuo presenta una deformazione caratteristica: la semionda inferiore scompare più o meno completamente. L'oscillogramma di figura 5 rappresenta nettamente il fenomeno.

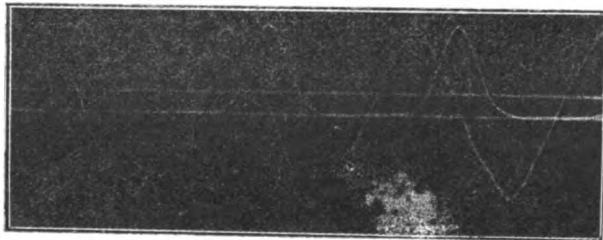


Fig. 5.

Vennero anche presi dei cicli di isteresi, mediante l'oscillografo a due dimensioni di Kenyon: esso consiste in due elementi vibranti perpendicolari l'uno all'altro e percorsi l'uno dalla corrente di magnetizzazione (o da una parte shuntata) e l'altro da una corrente proporzionale al flusso nel nucleo di ferro, ottenuta mediante una grande induttanza in serie con una bobina disposta sul nucleo.

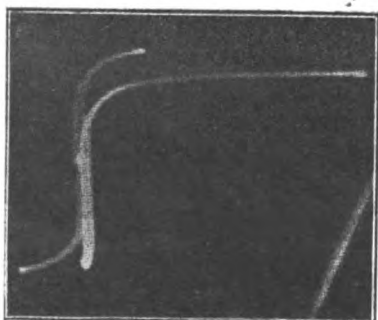


Fig. 6.

La figura 6 rappresenta uno dei cicli d'isteresi presi con tale metodo; di essi quello più simmetrico è preso in assenza di corrente continua mentre quello deformato è ottenuto collo stesso flusso al-

ternato ma in presenza di una corrente continua di 8 A. nello stesso avvolgimento. Si vede che la parte deformata del ciclo presenta una area nulla; ossia la perdita è nulla in quella regione. L'aggiunta della corrente continua ha fatto deviare l'elemento dell'oscillografo azionato dalla corrente, ma non quello dipendente dal flusso.

I risultati del lavoro degli A. dimostrano che le perdite nel ferro di una reattanza eccitata con corrente continua non sono rilevanti: per forti saturazioni alternate, come avviene nel caso di reattanze shunt per regolazioni di tensione in linea, le perdite nel ferro possono anzi riuscire in tal caso diminuite. Vi è però sempre la presenza della corrente a frequenza doppia che genera perdite nel rame le quali vengono praticamente addebitate al ferro: esse possono però essere ridotte quanto si vuole abbondando opportunamente nel rame, poichè per un dato nucleo il valor massimo della corrente a frequenza doppia, è eguale al valore della corrente continua.

R. S. N.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

H. M. FREEMAN — **Caratteristiche di funzionamento di tubi elettronici rivelatori di oscillazioni r. t.** (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. XIII, N. 5, ottobre 1925, pag. 611).

E' noto che in un triodo funzionante da rivelatore in virtù della forma non lineare della sua caratteristica di griglia, la variazione ΔI_p di corrente anodica per effetto di oscillazioni di ampiezza E agenti sul circuito di griglia, è esprimibile ⁽¹⁾ con:

$$\Delta I_p = \frac{E^2}{2} \frac{\frac{\partial^2 I_a}{\partial E_g^2}}{\frac{\partial I_a}{\partial E_g}} \frac{\partial I_p}{\partial E_g} \quad [1]$$

dove $\frac{\partial^2 I_a}{\partial E_g^2}$ e $\frac{\partial I_a}{\partial E_g}$ sono rispettivamente la derivata seconda e prima della corrente di griglia rispetto alla tensione di griglia, calcolate nell'intorno del punto di funzionamento sulla caratteristica di griglia; $\frac{\partial I_p}{\partial E_g}$ è l'analoga derivata riferita alla caratteristica di placca.

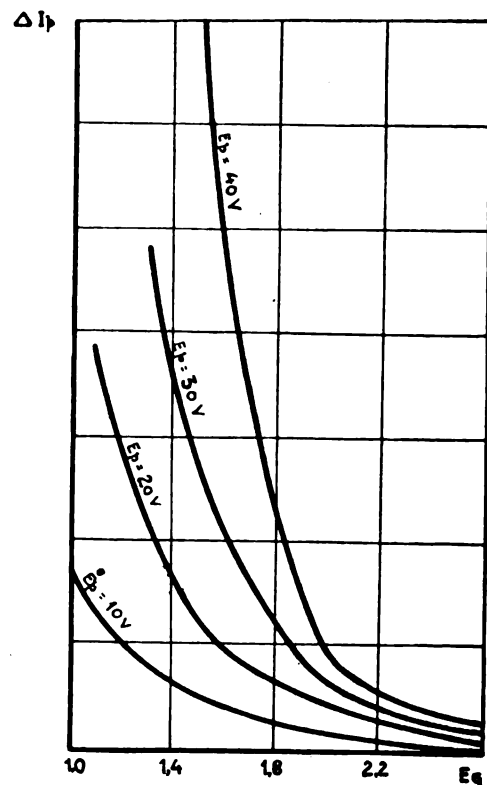


Fig. 1.

L'A. si è proposto di verificare sperimentalmente se ed in quale misura la [1] possa assumersi come una fedele rappresentazione analitica del reale comportamento di un triodo rivelatore. A tale scopo, scelta una certa valvola, ne ha ricavate, con i mezzi conosciuti ⁽²⁾, le

⁽¹⁾ I. H. MORECROFT: *Principles of Radio Communication*, pag. 456.

⁽²⁾ G. VALLAURI: *Prove comparative sugli audion - L'Elettrotecnica*, 1917, vol. IV, pag. 335 e Pubblicazione n. 3 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

E' noto che in triodo funzionante da rivelatore in virtù della forma

caratteristiche di placca e quelle di griglia. Quindi ha calcolato i grafici delle funzioni $\frac{\partial I_G}{\partial E_G}$, $\frac{\partial^2 I_G}{\partial E_G^2}$, $\frac{\partial I_P}{\partial E_G}$ e successivamente ha costruito la famiglia di curve (fig. 1) aventi la [1] come equazione ed avendo scelto una scala arbitraria per le ordinate. Per verificare i risultati teorici ha poi adottato la disposizione sperimentale schematizzata in fig. 2; in cui una sorgente S di oscillazioni a frequenza radio oppor-



Fig. 2.

tunamente modulata è accoppiata debolmente ad un'antenna muta, la quale a sua volta influisce sul rivelatore D. Le oscillazioni rettificare vengono prima amplificate secondo due stadi a bassa frequenza, e quindi misurate con un voltmetro V. Riferendoci alla fig. 3, la mi-

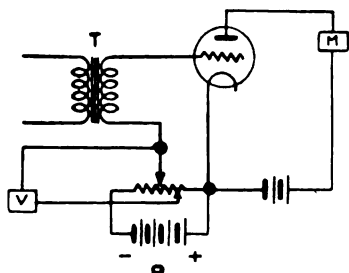


Fig. 3.

sura viene fatta nel modo che segue: il voltmetro V a corrente continua è derivato su una parte del potenziometro di griglia P di un triodo, in modo da permettere la misura precisa delle variazioni di tensione che vengono impresse alla griglia medesima. Quando nessuna oscillazione è applicata ai terminali del trasformatore T, l'accensione ed il potenziale di griglia sono regolati in modo che il milliamperometro M posto nel circuito di placca, non dia praticamente alcuna indicazione. Per contro, se al trasformatore T giungono oscillazioni, è evidente che la corrente anodica assumerà un certo valore; ma spostando sul potenziometro il contatto mobile superiore si può dare alla griglia un valore tale, che la corrente anodica si annulli, così come quando non vi erano oscillazioni. L'A. assume la caduta di tensione necessaria a far ciò, come una misura dell'ampiezza dell'oscillazione giunta al trasformatore T; misura che risulta quindi proporzionale alla variazione di corrente anodica del rivelatore.

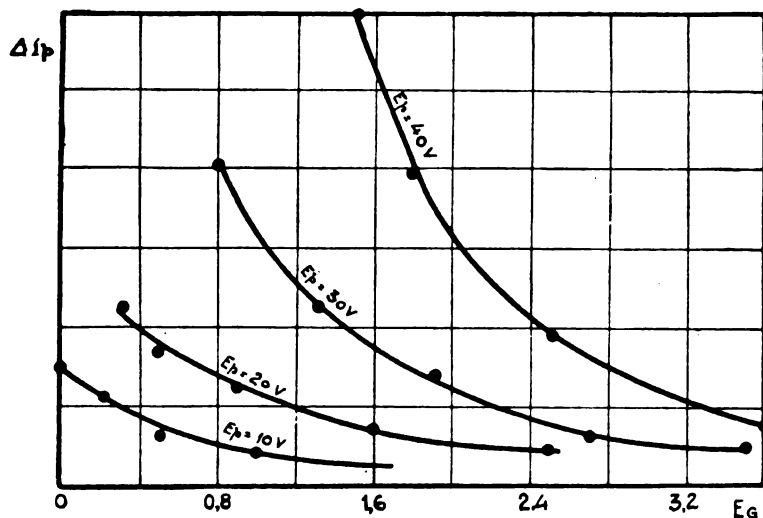


Fig. 4.

I risultati sperimentali ottenuti sono riassunti in fig. 4; confrontandoli con quelli riprodotti in fig. 1, desunti analiticamente dalle caratteristiche statiche del triodo rivelatore, si vede come l'andamento generale della loro forma sia nei due casi praticamente in accordo ⁽³⁾.
V. Go.

⁽³⁾ Tali risultati sperimentali trovano una conferma in quelli ottenuti dal Vallauri fino dal 1917 con le sue « Prove comparative, ecc. », loc. cit. (N. d. R.).

:: :: :: CRONACA :: :: ::

ELETTROFISICA.

Sulla *trasmutazione dei metalli*, dopo le esperienze del Miethe nella lampada a vapori di mercurio e del Nagaoka col bombardamento di un elettrodo di mercurio, si annunciano ora nuove esperienze dei Dott. Smits e Karssen ad Amsterdam. Gli sperimentatori hanno sottoposto a corrente di fortissima intensità (continua o a scariche) del piombo fuso e riscaldato al rosso, nel vuoto, entro una speciale ampolla di quarzo. Il piombo e tutti i materiali usati furono precedentemente analizzati allo spettroscopio, senza che fosse possibile riconoscere la presenza di tracce di mercurio né di tallio. Dopo alcune ore di esperienza, apparvero alcune righe caratteristiche del mercurio, che divennero complete e distinte dopo 40 ore di prova; si osservò anche la comparsa di alcune righe del tallio. In altre prove consistenti nel mantenere per 12 ore la scarica a 100.000 volt fra elettrodi di piombo, si riconobbe pure la formazione di tracce di mercurio.

*

Uno studio sull'effetto dell'incrudimento e della tempera sulle proprietà termoelettriche degli acciai è pubblicato dal « Nuovo Cimento », anno II, n. 4 del 1925. Dallo studio di coppie termoelettriche è risultato che il filo d'acciaio incrudito a freddo è elettropositivo rispetto a quello ricotto; il filo temperato si dimostra elettronegativo. Il rinvenimento ha poca influenza sui fili incruditi a meno che non sia spinto fin nei pressi della temperatura del punto critico dell'acciaio. Invece i fili temperati risentono molto l'effetto di rinvenimenti anche moderati.

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Nuovo Laboratorio di Radiologia. — La Banca Popolare di Milano, auspicando ad una sempre più intima collaborazione fra scienza ed industria, ha erogato la somma di L. 100.000 perchè sorga nell'Istituto di Fisica Complementare della R. Università di Milano un Laboratorio di Radiologia avente i seguenti scopi:

- Misure sui raggi X e tarature dei relativi strumenti;
- Prove su apparecchi radiologici, tubi generatori e rettificatori;
- Prove sugli schermi;
- Prove sulle protezioni;

Ricerche su quanto possa portare un miglioramento ed una estensione nelle applicazioni dei raggi X alla medicina ed alla industria.

Il Laboratorio di Radiologia, a norma del vigente Regolamento Generale Universitario, è autorizzato al rilascio di certificati attestanti i risultati dei controlli e delle ricerche eseguite.

Tale programma non può mancare di richiamare la simpatia, l'interessamento di quanti si occupano dell'argomento, perchè:

- 1) attraverso alla sua attuazione si giungerà ad un impiego sempre più razionale, approfondito ed esteso dei raggi X;
- 2) consentirà di ottenere ricerche e controlli su problemi particolari, e tutte quelle tarature che potessero venire richieste.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Sull'impiego dello *spinterometro a sfere* per la misura delle alte tensioni nei laboratori ha pubblicato una memoria molto completa l'« Elektrotechnik und Maschinenbau » dell'11 e 18 ottobre 1925. Vengono in modo speciale esaminate e poste a confronto le diverse formule proposte, e indicate le correzioni da introdurre in relazione ai diversi elementi, come la temperatura ambiente, l'altitudine, ecc. La teoria matematica dell'argomento è ampiamente svolta. All'articolo è annessa anche una estesa bibliografia.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Sull'utilizzazione del fenomeno *piezo-elettrico* dei cristalli nelle radiotrasmissioni, ha compiuto uno studio completo il Bureau of Standards (America). Molti cristalli subiscono contrazioni o espansioni quando vengono soggetti ad una certa differenza di potenziale. Cristalli di quarzo lunghi da 2 a 5 cm, hanno una frequenza naturale dell'ordine di quelle usate nelle radiotrasmissioni; tale frequenza è assolutamente costante cosicchè i pezzi di cristalli di quarzo possono essere usati come campioni di frequenza. I cristalli possono essere usati per determinare la frequenza di una stazione trasmettente e per mantenerla rigorosamente costante. Il Bureau of Standards ha anche studiato speciali apparecchi di regolazione e di misura di frequenza basati sull'uso dei cristalli di quarzo: questi strumenti sono descritti nelle seguenti pubblicazioni del Bureau: Specifications for Portable Piezo Oscillator type N e Specif. for Portable Auxiliary Generator type O; esse si possono avere dal Bureau of Standards (Washington D. C.).

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Sull'efficacia della protezione ottenuta con filo di guardia nelle linee di trasmissione, vennero eseguite esperienze interessanti riportate dalla « Siemens Zeit. » 1925, N. 8. Partendo dal concetto di assimilare il campo elettrico intorno a una linea di trasmissione, alla

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

distribuzione della corrente intorno a un conduttore immerso in un elettrolito omogeneo, le esperienze furono eseguite su un modello di linea in scala 1:50 immerso in una vasca d'acqua acidulata. Caricando il modello con corrente alternata a 1000 periodi e 170 V e misurando la distribuzione dei potenziali all'intorno si otteneva una rappresentazione del campo elettrico intorno alla linea. Da svariate e numerose esperienze risultò che nel caso di una scarica atmosferica nelle vicinanze della linea, quando sia presente il filo di guardia i conduttori risentono ancora una tensione pari a tre quarti di quella che sosterebbero se non vi fosse il filo di guardia. La sua efficacia sotto questo punto di vista sembra quindi sproporzionata al costo.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Per la verifica della resistenza elettrica delle rotaie è descritto nella «*Révue Générale de l'Electr.*» del 17 ottobre 1925 una speciale installazione mobile. Si tratta di una motrice sulla quale viene installato un gruppo motore-generatore capace di produrre corrente da 300 a 1000 A alla tensione di 5 V. La motrice percorre la linea a velocità di circa 10 chilometri all'ora. L'asse delle ruote è elettricamente isolato dalla carcassa e attraverso gli assi e le ruote la corrente generata a bordo è immessa nel rotore. Un millivoltmetro installato a bordo indica, per ogni giunto sorpassato, la sua resistenza elettrica. Si può anche fare uso di una motrice con rimorchio, tenendoli fra loro elettricamente isolati e inserendo il millivoltmetro fra le due vetture; si può allora utilizzare direttamente la corrente del trolley per la misura della resistenza dei giunti.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

C. VAN GASTEL. — *Calcul et Construction de Reseaux.* — A. Bieleveld - Bruxelles, e Libr. Desforges Girardot e C., 1925 - Paris.

Questo libro non è nè un manuale nè un trattato, ma è un po' l'una cosa e l'altra.

L'A. ha voluto raccogliere in un solo volume le nozioni fondamentali e le formule più importanti che devono costituire il corredo di cognizioni necessarie per l'ingegnere che debba progettare, almeno in linea di massima, una linea di trasmissione di energia elettrica.

La materia è esposta in forma stringata e succinta, talvolta puramente scheletrica. Il materiale raccolto è però molto abbondante e bene ordinato. L'opera riguarda, sia il calcolo elettrico che quello meccanico della linea e delle palificazioni. L'applicazione pratica delle formule e dei concetti esposti è chiarita da molteplici esempi numerici ampiamente svolti.

Parecchie tabelle numeriche e diversi diagrammi arricchiscono il volume ed agevolano le calcolazioni.

*

HARRY R. RICCARDO. — *Engines of high output.* — Macdonald and Evans — Londra, 1926.

Il continuo aumento della potenza dei motori a combustione interna ha suscitato una quantità di difficoltà costruttive e di problemi termodinamici nuovi. L'A. ha raccolto in questo volume le questioni più importanti di questo ramo della tecnica.

Sorvolando su ciò che costituisce il patrimonio di conoscenze ormai generale sul funzionamento di tali motori, l'A. indugia specialmente sulle considerazioni relative alle questioni più complesse, meno note od ancora allo studio. Ad esse porta spesso un contributo originale di teorie e di esperienze personali.

Il problema meccanico è volutamente lasciato da parte dall'A. il quale restringe le sue considerazioni alle questioni termodinamiche. Particolarmente studiato è il problema dell'accensione e dei fenomeni di propagazione della fiamma.

Nel complesso il libro riesce assai interessante presentando un quadro ben aggiornato dello sviluppo e delle limitazioni della tecnica in questo campo.

*

P. E. CESARI. — *Elettrotecnica pratica* - Vol. II - *La corrente alternata.* — Casa editrice G. Cesari - Ascoli Piceno, 1925 - Prezzo L. 24.

Questo secondo volume dell'opera del Cesari è, come l'altro, destinato alle Scuole ed agli Istituti industriali.

L'A. tiene sempre presente questa finalità e mantiene perciò il tono della esposizione in un giusto mezzo fra il rigore scientifico e il metodo puramente descrittivo. Delle formule e delle calcolazioni matematiche fa uso molto moderato, limitandosi a quanto non è possibile tralasciare. La rappresentazione vettoriale è pressoché esclusa.

La materia del libro è quella dei trattati classici di elettrotecnica; generalità sulle correnti alternate e descrizione delle proprietà e del funzionamento delle macchine a corrente alternata. Restano esclusi gli argomenti delle linee e delle applicazioni diverse, che formeranno argomento di un terzo volume.

Opportunamente l'A. ha riportato in fondo al volume le Norme dell'A. E. I. per la fornitura e il collaudo delle macchine elettriche.

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani (*)

- N. 192749 — WORTHINGTON PUMP and MACHINERY CORPORATION: Mécanisme de distribution pour machines à vapeur. — 12-11-1920.
N. 229171 — ZOLLER A.: Procedimento di lavoro e impianto di lavaggio, carica e sovraccarica per motori a combustione. — 31-3-1924.
N. 227151 — COMPAGNIE GEN. de SIGNALISATION: Perfezionamenti negli apparecchi di segnalazione di linee per ferrovie e simili. — 7-1-24.
N. 229244 — COMPAGNIA ITALIANA DEI SEGNALE: Perfezionamenti relativi ai segnali elettrici luminosi. — 22-3-1924.
N. 229190 — DE ANGELIS A.: Segnalazione elettrica multipla ai treni in moto a mezzo di lampade a colori poste sulla locomotiva. Il circuito di ogni lampada ha per estremità le ruote e una propria racchetta (o un trolley); la racchetta inserendosi temporaneamente su un filo aereo, di metallo nudo isolato dal suolo, parallelo al binario e posto sotto tensione da una stazione trasmittente fissa, deriva la corrente di alimentazione della lampada per tutta la durata del contatto. — 2-4-1924.
N. 226933 — SUIZER FRERES: Veicolo azionato da un gruppo Diesel elettrico. — 22-12-1923.
N. 229086 — TUBEROSA A.: Apparecchio per trolley con puleggia verticalmente oscillante sistema «Tuberosa». — 15-3-1924.
N. 204117 — ABRAHAM H.: Perfectionnements en radiotélégraphie multiples. — 3-10-1921.
N. 204661 — ALDOVRANDI F.: Rivestimento isolante per conduttori elettrici. — 10-11-1921.
N. 227086 — ALLGEMEINE ELEKTRICITAETS GESELLSCHAFT: Collegamento di rinforzo per impianti telefonici. — 4-1-1924.
N. 227552 — La stessa: Dispositivo per trasformare e riprodurre la resistenza apparente di lunghe condutture caricate specialmente con induttività. — 28-1-1924.
N. 176545 — AMES BUTLER: Condensateur électrique. — 1-7-1919.
N. 227484 — THE ASPDEN FLYWHEEL DYNAMOTOR SYNDICATE Ltd.: Perfezionamenti nelle macchine dinamo-elettriche a volante per motori a combustione interna. — 30-1-1924.
N. 204020 — AUTOMATIC ELECTRIC Co: Perfezionamenti riguardanti sistemi di servizio telefonico a tariffa. — 21-10-1921.
N. 204261 — BAKER R. G.: Innovazioni relative ai telefoni. — 19-10-1921.
N. 227695 — BARBIERI A.: Apparecchio con dispositivo elettrico perforante a mezzo di scintille elettriche, la scrittura fatta mediante penna stilografica, lapis, ecc. rendendola così inalterabile. — 25-1-1924.
N. 204303 — BARZANO ZANARDO: Valvola a fusibile smontabile a cartoccio rettangolare. — 25-10-1921.
N. 227302 — BASSET G. C.: Sistema generatore di elettricità. — 12-1-1924.
N. 227885 — BEDDINGTON GUY C.: Perfezionamenti a ricevitori, trasmettitori e soccorritori o amplificatori telefonici. — 2-2-1924.
N. 199832 — BERARD P.: Dispositif de montage formant boîte pour l'emploi de l'électricité à différents usages domestiques. — 22-6-1921.
N. 194773 — BERRY F. E.: Perfectionnements avec dispositions de transformateurs électriques. — 7-1-1921.
N. 204568 — BIANCHI G.: Dispositivo per cambiare il numero dei poli dei motori elettrici asincroni trifasi. — 3-11-1921.
N. 229012 — BOCK E. H.: Dispositivo di sicurezza per mezzo di elementi sensibili alla luce. — 26-3-1924.
N. 229070 — BRANDI V.: Sostanza per favorire la porosità della materia attiva degli accumulatori elettrici. — 22-3-1924.
N. 204403 — BREVIARIO F.: Raccordo di presa per ferri elettrici da strappare. — 8-10-1921.
N. 201341 — BROWN BOVERI & C. A. G.: Procédé pour la compensation de la dissymétrie résultant pour un réseau protégé par des selfs de mise à la terre, de l'inégalité des capacités individuelles de différents conducteurs du réseau. — 29-7-1921.
N. 229028 — La stessa: Isolatore per alta tensione. — 17-3-1924.
N. 204527 — CAPPELLINO L.: Limitatore termoelettromagnetico per corrente alterata e continua sistema Cappelletto. — 16-11-1921.
N. 229139 — CASTEGINI R.: Protezione dell'isolamento sul cilindro delle combinazioni nei contatori a corrente continua ed alternata per regolazione dei motori di trazione. — 8-3-1924.
N. 229076 — CENTRAL ELECTRIC TOOL COMPANY: Sistema per mettere in azione i motori elettrici a movimento alternato. — 27-3-1924.
N. 204431 — CHIANTORE F.: Nuovo apparecchio per amantare fili, corde e cavi conduttori di elettricità. — 15-10-1921.
N. 204348 — COMPAGNIA GENERALE DI ELETTRICITÀ: Interruttori elettromagnetici. — 29-10-1921.
N. 226098 — La stessa: Interruttori elettrici. — 16-11-1923.
N. 227053 — La stessa: Interruttori elettrici. — 2-1-1924.
N. 227090 — La stessa: Interruttori elettrici. — 5-1-1924.
N. 228900 — COMP. FRANCAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCEDES THOMSON-HOUSTON: Sistema di controllo automatico degli organi di commutazione interna in un sistema telefonico automatico o semi-automatico. — 12-3-1924.

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20 % di sconto sulle tariffe normali sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali).

- N. 229226 — La stessa: Sistema di comando e di controllo a distanza mediante selettori sincroni. — 27-3-1924.
- N. 226625 — COMP. GENERALE DE SIGNALISATION: Perfezionamenti nel comando a distanza di apparati azionati elettricamente. — 12-12-23.
- N. 228908 — COMP. POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATERIEL D'USINES A GAS: Perfezionamenti agli amplificatori alimentati da sorgente alternata. — 1-3-1924.
- N. 229203 — La stessa: Soccorritore amperometrico di ritorno per correnti alternate. — 24-3-1924.
- N. 229048 — DALCO' A.: Materiale termo isolante per regolare l'intensità della corrente elettrica. — 20-3-1924.
- N. 203845 — DUBOIS L. e REYNOLD C.: Appareil pour interrompre et rétablir automatiquement un circuit électrique, en cas de prélèvement abusif d'une quantité d'électricité supérieure à celle pour laquelle le circuit est établi. — 13-11-1921.
- N. 188995 — ENT MOTOR PATENTS CORP. (Soc.): Perfectionnements dans les porte-balais des appareils électriques. — 22-7-1920.
- N. 189203 — ERICH F. HUTH G. m. b. H.: Dispositivo ricevitore con tubi a vuoto. — 6-7-1920.
- N. 227272 — «ERICSSON» OSTERREICHISCHE ELEKTRICITÄTS A. G. vormals DECKERT & HOMOLKA: Interruttore automatico ed elettromagnetico di corrente a funzionamento periodico. — 15-1-1924.
- N. 227949 — THE ENGLISH ELECTRIC Cy Ltd.: Perfezionamenti nei sistemi di controllo di motori elettrici. — 15-2-1924.
- N. 228623 — La stessa: Perfezionamenti in dispositivi elettrici per il controllo di movimenti meccanici. — 15-3-1924.
- N. 204049 — FAGNANI U.: Raddrizzatore multiplo «Fagnani». — 26-10-21.
- N. 204481 — FINIZIO T. D.: Fer à repasser électrique. — 25-10-1921.
- N. 204456 — GARRONE G.: Bollitore elettrico combinabile con cestello per la preparazione di bevande di caffè, thé, ecc. — 20-10-1921.
- N. 204458 — HAEFELY E. & Cie. A. G.: Isolateur électrique. — 20-10-1921.
- N. 228785 — KAUFMANN S.: Dispositivo da applicarsi ad orologi per aprire e chiudere un circuito elettrico. — 19-3-1924.
- N. 226126 — KEITER A.: Avvolgimento indotto per motori in cascata. — 24-11-1923.
- N. 229330 — LABOCETTA A.: Antenna aero-elettrica con generatore termionica. — 5-4-1924.
- N. 204414 — LANDIS & GYR A. G.: Compteur d'électricité. — 12-10-1921.
- N. 227263 — LANGEGER M.: Interruttore elettrico. — 29-12-1923.
- N. 204318 — LATEGIS C. e C.: Valvola elettrica filo fusibile continuo. — 26 ottobre 1921.
- N. 227298 — LATOUR M.: Procedimento di attacco delle linee di trasmissione nel sistema di telefonia ad alta frequenza. — 12-1-1924.
- N. 202584 — LEWITZKI L. V.: Système antiparasite pour la réception des signaux de télégraphie sans fil transmis par ondes entretenues. — 21-9-21.
- N. 228210 — LIGAS G.: Parafulmine, sistema Ligas. — 20-2-1924.
- N. 194409 — MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH Co. Ltd.: Perfezionamenti inerenti o relativi a valvole elettriche o soccorritori a lampade e trasformatori intervalvolari. — 15-1-1921.
- N. 203963 — La stessa: Perfezionamenti negli apparecchi di trasmissione per telegrafia senza fili. — 12-10-1921.
- N. 204405 — MARTINETTO V.: Motori e generatori asincroni polifasi ad induzione con assi di magnetizzazione spostati. — 10-10-1921.
- N. 229184 — MASCHINENFABRIK OERLIKON: Processo di comando di un gruppo trasformatore di frequenza, composto di una macchina asincrona e di una macchina sincrona accoppiata meccanicamente alla macchina asincrona, in vista di accoppiare reti di corrente alternata di frequenza differente. — 2-4-1924.
- N. 178804 — Mc. BERTY & LIPA POLINKOUSKY: Sistema di centrali telefoniche a commutazione automeccanica. — 16-10-1919.
- N. 228309 — MERLIN & GERIN ETABLISSEMENTS (Soc. An.): Condensatore elettrico ad alta tensione. — 20-2-1924.
- N. 229282 — MIDALI SOC. AN. TELEAUTOGRAFI: Apparecchio per trasmettere la scrittura e il disegno a distanza. — 26-3-1924.
- N. 229175 — MORPURGO E.: Pila costante a rigenerazione. — 1-4-1924.
- N. 229270 — MOTOR-COLUMBUS SOC. AN. p. IMPRESE EL. (MOTOR-COLUMBUS A. G. für ELEKTRISCHE UNTERNEHMUNGEN): Isolatore a sospensione. — 25-3-1924.
- N. 204247 — NASCIMBENI P.: Interruttore elettrico ad ancora. — 18-10-21.
- N. 189481 — NEUE INDUSTRIE WERKE HERMANN BERNINGHAUS: Isolatore multiplo per condutture elettriche ad alta tensione. — 10-7-1920.
- N. 229113 — NOBUHARA KAUTARO: Perfezionamenti negli interruttori automatici di circuiti elettrici. — 21-3-1924.
- N. 229156 — ONORATO R. e ROMANELLI C.: Perfezionamenti negli interruttori deviatori o commutatori a spina. — 29-3-1924.
- N. 229304 — PAGANI E.: Autointerruttore elettrico a tempo perfezionato. — 28-3-1924.
- N. 226525 — PARSONS C. A.: Perfezionamenti apportati alle macchine dinamo-elettriche. — 19-12-1923.
- N. 226531 — Lo stesso: Perfezionamenti riguardanti macchinari dinamo-elettrici. — 20-12-1923.
- N. 204657 — PENNANO A.: Inseritore elettrico automatico a tempo. — 8-11-1921.
- N. 229059 — PEREGO A.: Circuito per radiocomunicazioni. — 21-3-1924.
- N. 187660 — PEPER H.: Frein électro-pneumatique. — 29-6-1920.
- N. 204043 — POAL AREGALL J.: Interrupteur réostat. — 25-10-1921.
- N. 229186 — PRICE W.: Commutatore per la carica di accumulatori elettrici. — 2-4-1924.
- N. 229044 — PROVENZANI P.: Forno elettrico pratico a qualunque profano per l'applicazione delle resistenze a tutti i voltaggi sistema Pasquale Provenzani. — 20-3-1924.
- N. 204350 — ROSSETTI Q.: Perfezionamenti nei morsetti d'ammarraggio per linee elettriche aeree. — 29-10-1921.
- N. 204619 — RUMOLINO S.: Perfezionamenti nei dispositivi di manovra degli interruttori in olio ad alta tensione. — 22-11-1921.
- N. 203477 — SALT A. e SOC. IT. APP. BREV. ELETTRICI (SIABE): Valvola elettro-termica a interruzione automatica d'intensità per la protezione dei circuiti elettrici. — 27-5-1922.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Erta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Il 2 corrente, sul piroscalo «Andania» della Cunard Line sono partiti da Charbourg tutti i delegati europei che devono partecipare alla riunione dei Comitati di studio e plenaria, della C. E. I. che si riunirà a New York il 12 corrente.

La delegazione italiana, oltrechè dell'Ing. Guido Semenza, Presidenza della Commissione Internazionale, è costituita dal Prof. Lombardi, Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano e delegato anche dell'A. E. I. e del Ministero dei LL. PP.; dal Prof. Morelli e dagli Ingegneri Riccardo Vallauri; Piero Ferrero; Carlo Clerici e Natale Ratti, aggregato quest'ultimo al Comitato per i motori primi.

Si sono inoltre uniti alla delegazione gli Ingegneri: Jacobini, Bianchi, Minuzzani, Virgili, Theseider Dupré, inviati in America dall'Amministrazione delle FF. SS. e che potranno partecipare assai utilmente alle discussioni sui motori di trazione e gli Ingegneri Pellò e F. Clerici.

Ci riserviamo di dare ampie notizie sull'andamento dei lavori della Commissione.

XXX RIUNIONE DELL'A. E. I. NAPOLI - 7-13 Ottobre 1925

Verbale della 3ª seduta

10 ottobre 1925 - ore 9

La seduta si inizia con la relazione del Prof. Vallauri sui dispositivi speciali di conversione della frequenza compresi quelli per frequenza nulla ossia per corrente continua. Il relatore, che non ebbe il tempo di preparare prima la sua relazione, dichiara di voler solo abbozzare un tentativo di sintesi dei vari metodi che sono stati escogitati per la conversione statica della frequenza e ritiene che tale sintesi possa farsi mediante la considerazione di circuiti a elementi variabili. Si ferma specialmente sul caso più semplice dei conduttori assimilabili a resistenze variabili e ne fa l'applicazione al caso dei raddrizzatori mediante l'aiuto delle così dette caratteristiche. Accenna alle varie categorie dei raddrizzatori e specialmente ai diodi. Passa poi ai così detti generatori, o meglio, convertitori statici di corrente continua in corrente oscillatoria e mostra come si possa farne una teoria generale sulla base del concetto di resistenza negativa (assoluta o differenziale). Esemplificata questa teoria con l'arco e col triodo, passa poi a trattare dei moltiplicatori di frequenza basati prevalentemente sui conduttori a reattanza variabile. Chiude augurando che si estenda a tutti i capitoli dell'elettrotecnica un processo di coordinazione e di generalizzazione di principi e metodi, che si impone ormai di fronte al moltiplicarsi continuo dei tipi di macchinari e di apparecchi.

Presidente: Ringrazio il collega Vallauri della brillante esposizione verbale della mancata relazione. Abbiamo avuto una brillante lezione di elettrotecnica di cui noi tutti gli siamo grati, specialmente poi per aver trattato l'argomento in modo nuovo.

Noi speriamo che egli stesso per primo ci possa dare per il prossimo anno la sintesi che ci ha fatto intravedere in poche parole. Prego l'Ing. Pugno Vannoi di riferire sulla sua relazione.

Pugno: La tecnica degli apparecchi radiologici è necessariamente assai diversa dall'elettrotecnica industriale, e solo ora sta uscendo da quell'empirismo in cui si è a lungo dibattuta. Il mio modesto lavoro passa in rassegna i vari tipi di rettificatori usati per produrre i raggi Roentgen, partendo da quelli per carichi brevi o per piccole potenze, che utilizzano l'effetto valvola di cui è capace il tubo tipo Coolidge, per passare a quelli che effettuano il raddrizzamento sia con mezzi meccanici, sia con valvole elettroniche. Una seconda parte della memoria è dedicata a quegli apparecchi che raddrizzano la corrente mediante selettori meccanici, e che, a mezzo di condensatori posti in parallelo sui morsetti del tubo produttore di raggi X, cercano di fornire a quest'ultimo tensioni continue, pur non riuscendovi naturalmente in modo assoluto.

E' naturale che si tenda attualmente alla produzione di tensioni continue quando si pensi che la lunghezza d'onda contenente la massima energia sullo spettro emesso, si sposta verso le minime lunghezze con legge proporzionale alla tensione. Si capisce quindi come il rendimento, quando occorrono raggi di breve lunghezza, cresca grandemente applicando una tensione continua invece che pulsiva.

Gli studi su cui riferisco sono stati eseguiti specialmente con il voltmetro di cresta e coll'oscillografo elettrostatico che l'anno scorso ho descritti sull'«Elettrotecnica». L'esame degli oscillogrammi otte-

nuti può interessare anche i costruttori di macchine di grande potenza, perchè mostrano una serie di fenomeni che a mio parere sono analoghi ai cosiddetti «fenomeni transitori» che si verificano nel campo industriale.

L'ultima parte della memoria si occupa di un nuovo apparecchio che ho fatto costruire, in cui con un artificio assai semplice, a mezzo di un commutatore sincrono e di condensatori, si ottiene una tensione realmente continua partendo da un sistema trifase di tensioni alternative. I risultati ottenuti (sino a 225 kV con 20 mA. di intensità e con fluttuazione minore dell'1 %) mostrano che il tentativo è riuscito, ed anzi che l'apparecchio ha una potenza anche esuberante agli scopi radiologici.

Rimandando per maggiori dettagli chi si interessa dell'argomento alla memoria, qui rilevo soltanto come un apparecchio di questo genere sia dal punto di vista del distributore di energia molto preferibile ai tipi usati fino ad oggi, in cui, anche se chiamati trifasi, il trasformatore elevatore è sempre monofase. Gli squilibri che si hanno con questi apparecchi sono fortissimi (50 a 70 ampere su una coppia di fili, 2 a 4 sul terzo filo) e se questo, data la piccola potenza in gioco, non porta serie noie sulle grandi reti, sulle piccole o sulle ultime propaggini delle grandi reti, produce fenomeni di cadute di tensioni tali da disturbare una larga zona di utenti. Credo quindi che il nuovo apparecchio non rappresenti solo un progresso nel campo radiologico, data la sua attitudine a fornire correnti realmente continue anche a forti carichi, ma costituiscono anche un vantaggio per la rete che la alimenta assorbendo esso un carico perfettamente equilibrato.

Gli apparecchi radiologici soliti a selettore non hanno nessun speciale dispositivo per effettuare la commutazione, tranne resistenze poste in serie a scopo di smorzamento essendo l'intensità così piccola che può essere interrotta senza difficoltà. Nel nuovo apparecchio trifase la commutazione è migliorata per mezzo della connessione a triangolo del primario del trasformatore. Così si fissa anche il centro della stella delle tensioni secondarie.

I concetti che reggono questo nuovo apparecchio non costituiscono quindi sostanzialmente novità, credo però che sia la prima volta che vengono utilizzati a questi scopi ed a tensioni così alte.

Presidente: Ringrazio, e do la parola all'Ing. Paris.

Paris: Riassume alcune prove di carattere tecnico e scientifico eseguite su raddrizzatori termoionici a bassa tensione del tipo Tungar e del tipo Philips.

Presidente: Dò la parola all'Ing. Schipani.

Schipani: Non descrivo il funzionamento del raddrizzatore Philips perchè già descritto in vari opuscoli e poi perchè il collega Paris ha già detto molto al riguardo.

Ho voluto accennare nella mia memoria alle caratteristiche tecniche di questo raddrizzatore perchè ho visto che queste caratteristiche, almeno nel campo commerciale, non sono note, o almeno non lo sono in coloro che adoperano questi raddrizzatori. Così, ad esempio, per ciò che riguarda l'uso, molti li adoperano male, molti pretendono ottenere un rendimento che l'apparecchio non può dare. Il rendimento però ha poca importanza; esso è così basso per effetto della resistenza regolatrice, ma il suo valore è relativo quando si pensi che per caricare una batteria comune, il consumo totale raggiunge appunto 50 watt. Ciò che è di massima importanza è la comodità, l'assenza di un regolatore da controllare, perchè, qui la caratteristica principale è l'automaticità del funzionamento. Non occorre nessun reostato per la regolazione, nessuna speciale misura. Una resistenza automatica regola la corrente a un valore che varia da 1,3 ad 1,12 ampere. In corto circuito netto si hanno 1,38 ampere; questa costanza di corrente non rende necessario un amperometro per la misura e così neppure un reostato. Questo è un vantaggio importante per le batterie per telefoni e per automobili dove è grande il fastidio di regolare giornalmente la carica. Vi è poi la possibilità di lasciare in carica la batteria anche di notte senza sorveglianza. Si debbono quindi considerare questi vantaggi dal punto di vista pratico e non dal punto di vista dell'alto rendimento.

Presidente: Esaurito il riassunto delle comunicazioni relative alla parte terza, le metto in discussione in blocco. Nessuno accennando a parlare, chiudo senz'altro la parte terza e passo alla seconda sezione: *Mezzi per assicurare la continuità del servizio.* Dò la parola all'Ing. Cenzato.

Cenzato: Riassume la sua comunicazione ed è vivamente applaudito.

Presidente: Ringrazio il Collega Cenzato della sua interessantissima relazione frutto della sua lunga esperienza di Direttore della Società di Distribuzione, e frutto del suo altissimo valore tecnico. Nell'importanza di questa relazione trovo giustificata la insistenza della Presidenza Generale affinché non si sottraesse all'incarico e gli dobbiamo gratitudine poi perchè, malgrado il doloroso evento che ha colpito la sua Società, Egli ha potuto trovare il tempo per prepararla. Apro la discussione. Il collega Cenzato nella prima parte della sua relazione parla di «servizi preferenziali» ed ha accennato al fatto che il Collega Fano si occupa dell'argomento per la città di Roma: io prego quest'ultimo di dare chiarimenti in proposito.

Fano: Non mi trovo in grado di dare esaurienti spiegazioni perchè sul momento ci troviamo solo in fase di studi preliminari. Il servizio della Capitale è certamente più delicato di quello delle altre città ed abbiamo perciò pensato se era praticamente possibile d'inserire in un circuito preferenziale alcune speciali utenze. Ciò si potrebbe ottenere con accumulatori di vapore. Nella Centrale funzionerebbe normalmente un turbo alternatore come sincrono collegato alla rete preferenziale la quale sarebbe a sua volta collegata al resto della rete mediante interruttori automatici a scatto rapido. Nel caso di

manca di energia idroelettrica la rete preferenziale verrebbe automaticamente isolata dal resto e gli accumulatori di vapore darebbero il vapore necessario al gruppo per farlo diventare generatore. Per il momento si è soltanto predisposto un nuovo gruppo con la possibilità di allacciamento ad accumulatori di vapore.

Si vedrà in seguito ad un più ponderato studio, se convenga o meno portare a termine tale progetto.

All'estero sono già realizzati sistemi simili ma per piccola potenza 5/600 kW; si tratterebbe invece di dare una potenza di circa 5000 kW.

Presidente: Ringrazia.

Palestrino: Vorrei aggiungere che oltre i servizi già esistenti all'estero, noi ad esempio ne abbiamo a Torino, dove esiste un circuito preferenziale per la luce già da due anni. La Centrale destinata ai servizi luce è separata, dopo un'ora determinata, dal resto e questo servizio preferenziale funziona egregiamente bene, poichè non si verificano mai interruzioni di luce. Il servizio luce a Torino prima era fatto con corrente continua e come dice il Presidente quello era un servizio che non aveva nessuna interruzione. Ma siccome il servizio luce a Torino assorbe 10.000 kW, diventava gravosa la corrente continua e allora la si è abolita. Subito dopo l'abolizione però siamo stati in condizioni gravissime di esercizio per le interruzioni continue, che davano luogo ad una quantità di reclami, ed allora si è pensato di formare un carico preferenziale e dal luglio 1922 abbiamo separata la Centrale servizio luce, dividendo la corrente per la forza motrice da quella per la luce. Tutto è andato bene fuorchè in un caso disgraziato; cioè quando cadde una teleferica sulla linea di trasporto del servizio luce.

I risultati sono ottimi per il servizio luce anche a paragone col servizio a corrente continua.

Cenzato: Approfitto per ringraziare l'amico Palestrino delle informazioni che mi ha dato. Ma per quanto riguarda quel che ha detto l'Ing. Palestrino voglio dire che non ho segnalato il suo servizio come preferenziale, non solo perchè non volevo scendere in dettaglio, ma perchè in questo caso non è precisamente preferenziale ma è distinto. Il servizio preferenziale come io l'ho definito è un servizio alimentato in parallelo come tutti gli altri servizi, ma che può essere collegato attraverso interruttori automatici ad una sorgente di riserva. Questa può essere una turbina in pressione che dà un carico zero, ma è pronta ad assumere un carico maggiore allo scatto degli automatici. In altri casi invece si tratta soltanto di un servizio particolare distinto, che può essere realizzato da ognuno che abbia un servizio speciale e che lo affidi ad una Centrale per cui le preoccupazioni di interruzioni siano minori. L'Ing. Palestrino ha accennato alla distribuzione della città di Torino, dove per ragioni inerenti alla costituzione della rete, ha tenuto distinto il servizio della Città costituito da luce e piccoli motori, dal servizio di forza motrice. Ciò è molto difficile a farsi là dove la distribuzione si presentano miste, come per esempio a Napoli dove abbiamo utilizzazioni di forza motrice anche nel centro della città.

Palestrino: In fondo il nostro servizio è preferenziale in certe ore e distinto in certe altre. Noi separiamo la luce dalla forza motrice verso le cinque del pomeriggio fino a mezzanotte, nelle altre ore il servizio è preferenziale. Anche di giorno nelle giornate buie invernali a Torino la richiesta della luce è elevatissima e noi ci serviamo allora della possibilità di separare il servizio.

Presidente: Chiede all'Ing. Comboni se vuol dare qualche informazione sull'impianto radiotelefonico De Angeli al quale ha accennato l'Ing. Cenzato.

Comboni: Volentieri posso dare notizia esatta dell'impianto De Angeli tanto più che esso rappresenta un'applicazione pratica — la prima in Italia — delle onde libere ad un complesso di posti radiotelefonici che disimpegnano un reale ordinario servizio fra l'Ufficio direttivo, la Centrale di produzione, le Cabine di smistamento ed i centri di utilizzazione di un organismo idroelettrico industriale.

L'impianto della Società Anonima De Angeli nei tessuti stampati è costituito dalla utilizzazione di 3 salti d'acqua in valle Seriana la cui potenza idrica complessiva è convogliata in un'unica Centrale, quella di Ardesio, fornita di alternatori parte a 42, parte a 50 periodi, per un complesso di circa 15.000 kW.

Una linea a due terne trifasi a 75.000 volt parte da Ardesio (1ª Stazione radiotf.) e dopo 5 chilometri tocca Ponte Nossia (2ª Stazione radiotf.), dove alimenta un primo Stabilimento De Angeli.

Poi prosegue per circa 25 chilometri sino a Bonate di sopra (3ª Stazione) ove si trova una prima stazione di smistamento.

Da Bonate la coppia di terne prosegue fino alla cabina di smistamento di Castellazzo (4ª Stazione radiotf.) pure all'aperto, dove le due terne si sdoppiano.

Una prosegue per Legnano (5ª Stazione radiotf.) dove alimenta il secondo grande Stabilimento De Angeli posto al Centro della industriale borgata. L'altra volge su Milano dove termina alla Maddalena (6ª Stazione radiotf.) alimentandovi la grande stamperia di tessuti ben nota.

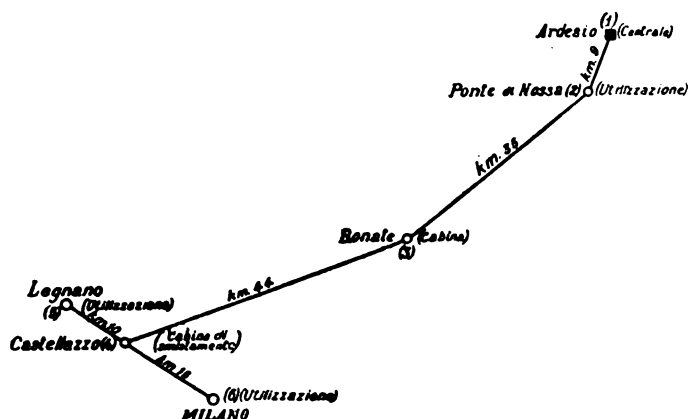
Tutti i servizi per ordinaria manovra, smistamenti, sospensioni, riparazioni, insomma tutto ciò che si richiede da un ordinario servizio telefonico industriale, viene disimpegnato dalle 6 Stazioni Radiotelefoniche trasmettenti e riceventi ad onde libere installate come alle precedenti indicazioni e secondo l'unito schizzo.

Le tre stazioni estreme (1, 5) e (6) sono munite di complessi generatori, ricevitori a valvola da 500 watt; le tre intermedie (2), (3), (4), di complessi analoghi, ma di soli 100 watt; tutte sono fornite di chiamata selettiva, in modo che da una qualsiasi delle sei stazioni può esserne chiamata un'altra determinata senza che le rimanenti ne abbiano avviso.

La lunghezza d'onda, prescritta dalla Commissione governativa è di m. 1040. La chiamata selettiva avviene a mezzo di relais selettivo il quale funziona sempre sulla stessa lunghezza d'onda per effetto di impulsi successivi differenziati dati dal comando meccanico di chiamata, susseguentisi con ritmo e lunghezza diversa per ogni dato segnale, e naturalmente con diverso ordine per le diverse stazioni.

Il relais selettivo ricevente aziona a sua volta la suoneria locale della stazione chiamata. E' quindi eliminata la necessità dell'ascolto continuo che vigerebbe mancando la chiamata selettiva.

Questo schematicamente l'insieme della installazione.



Quanto ai dati pratici di costo questo speciale impianto rappresenta un vantaggio assai considerevole. Infatti esso per le distanze da superare e per la disposizione topografica delle stazioni da collegare telefonicamente è venuto a costare appena 1/3 dell'equivalente impianto a fili per congiungere le medesime località. E' ovvio che anche le spese di manutenzione le quali si riducono al ricambio dei triodi di emissione o di ricezione, ed al caricamento delle batterie di alimentazione, sono enormemente ridotte in confronto all'impianto con fili. Per quanto riguarda la praticità d'esercizio, due mesi di funzionamento delle prime cinque stazioni installate consentono di essere perfettamente tranquilli. Tutto il sistema sperimentato anche durante forti perturbazioni atmosferiche, ed anche con sole estivo meridiano, dimostrò di corrispondere perfettamente alle esigenze del servizio che è stato chiamato a disimpegnare.

Chiudo avvertendo che tutti i camplessi di trasmissione e di ricezione furono forniti dall'Ufficio Marconi di Roma e costruiti nelle Officine Marconi di Cenova mentre i dispositivi di chiamata selettiva, forniti dallo stesso Ufficio Marconi di Roma, provengono dalla Marconi inglese.

Presidente: Ringrazio l'oratore e dò la parola all'Ing. Civita.

Civita: L'argomento di cui tratto esorbita forse dalla competenza di questo Congresso. Si è parlato di circuiti preferenziali. Altri vuol considerare l'energia di prima e di seconda qualità, secondo che ne sia più o meno garantita la continuità o costanza della fornitura.

In realtà, per effetto dei profondi mutamenti verificatisi durante e dopo la guerra in tutta l'organizzazione del servizio elettrico, questo oggi risente del ritardo nell'adattamento del vecchio materiale e delle vecchie concezioni alle nuove esigenze, mentre il febbrile aumento del consumo impedisce alle Imprese di lavorare con la calma necessaria nel perfezionare impianti e servizi. Occorre quindi del tempo e ciò il pubblico non vuol comprendere, come non vuol comprendere un'altra cosa — che tutto si può fare purchè si spenda molto. Ma quando si tratta di pagare, gli utenti trovano che le tariffe sono già troppo elevate, e contrastano ogni più giusta richiesta di adeguazione dei prezzi alle mutate condizioni del costo di produzione e distribuzione dell'energia. In questo stato di cose, che cosa possono fare le Imprese?

Ho voluto parlare di ciò perchè ritengo che una azione benefica potrebbe svolgere la A. E. I. Essa dovrebbe creare nel Paese la coscienza che non si possono pretendere servizi perfetti se non pagandoli adeguatamente; e dovrebbe anche spiegare al gran pubblico che non è affatto vero che le tariffe elettriche italiane siano alte, dimostrando invece che sono le più basse del mondo, e ben lontane dal limite fissato dalla svalutazione della moneta. E poi vi è un altro punto grave da mettere in evidenza. La luce elettrica, che per il suo uso consumativo dovrebbe scontare le tariffe più alte, oggi invece è quella che paga assai meno di prima, ciò che obbliga ineluttabilmente le Imprese a tener più alte le tariffe per la forza motrice ed altre applicazioni che andrebbero invece favorite (come lo erano prima della guerra) per le superiori esigenze della economia nazionale.

Il regime vincolativo ha condotto a questo assurdo; ed è bene che la parola serena di una Associazione come la nostra, venga pronunciata per rimettere le cose a posto.

Quando le tariffe luce fossero tali da assicurare eque remunerazioni ai capitali investiti, molte cose si potrebbero fare ed i servizi potrebbero essere assai meglio assicurati, specialmente per quelle applicazioni che non tollerano interruzioni o incostanze.

Presidente: Ciò che dice l'Ing. Civita è giusto. I servizi un tempo andavano meglio perchè erano locali; ora invece con l'interconnessione essi sono più complicati. Ora quindi la gente dice che i progressi tecnici portano svantaggi, e noi dobbiamo quindi lottare contro

la mentalità della gente che vuole i servizi buoni e non vuol pagare. Però io credo che la questione impostata dall'Ing. Cenzato sia diversa. Noi abbiamo servizi nei quali non si fa questione di prezzo come per esempio l'acqua potabile, la sicurezza contro l'incendio, ecc. I nostri servizi invece sono legati ad una rete che quando va fuori esercizio richiede due o tre ore per esser messa in attività; la nostra discussione deve quindi vertere sulla considerazione che l'esercizio di una centrale sia sottratto a cause perturbatrici. Questa è la questione; e non quella economica; anche se momentaneamente per qualsiasi ragione manca l'energia bisogna, qualunque cosa succeda, che la centrale prescelta resti in servizio mentre tutte le altre seguono il loro destino. La questione posta dal collega Civita esula un po' dal nostro argomento, però può darsi che sulla questione delle centrali, e dei servizi industriali, e forse anche del carico preferenziale, ci sia qual cosa da dire.

Del Buono: Io ritengo che l'Ing. Cenzato nel parlare del carico preferenziale e di tutti i provvedimenti che bisogna adottare in una rete per mantenere il carico stesso abbia bene inquadrato il problema. Una delle forme più pratiche di questa organizzazione è la centrale termica. Le sue conclusioni, mi pare che corrispondano perfettamente allo scopo, e *toto corde* mi associo alla questione del servizio speciale telefonico perchè una grave manchevolezza attuale nell'esercizio, è il servizio telefonico che è abbandonato, e considerato di scarsa importanza. Così pure approvo la formazione dell'Ufficio Studi e Progetti che deve trattare delle grandi manutenzioni e provvedere ai nuovi impianti. Ripeto che mi associo alle conclusioni dell'Ing. Cenzato.

Taccani: Io non sono dell'opinione del nostro Presidente che cioè la questione economica esuli dal nostro argomento, sia perchè la questione Cenzato è assai più economica che non tecnica, sia perchè se vogliamo prescindere dall'elemento costo qualunque valente tecnico sa disporre le cose in modo che in un dato circuito non vi siano interruzioni all'infuori di quelle di carattere straordinario. A Milano il problema della continuità è stato discusso per quattro, cinque o sei sedute continuative e si è venuti a questa conclusione che si può fare un servizio ottimo purchè si paghi. Una volta che il problema è stato posto qui, allorchè si è parlato dell'organizzazione dei servizi, esso non può quindi esulare dall'argomento la questione posta dall'Ing. Civita. Si può fare la constatazione che il problema della organizzazione dei servizi è quasi del tutto economico e assai poco tecnico.

Martinez: Si dimentica forse la definizione data dei tecnici, e della soluzione di problema tecnico; che cioè si deve avere il massimo effetto col minimo di spesa.

Presidente: Qualunque problema tecnico è tale in quanto è economico, se no diventa scientifico. Un problema è perciò tecnico perchè associato al carattere economico.

Crivellari: Allo scopo di migliorare la continuità del servizio sulla rete di distribuzione a me affidata, ho suddiviso la rete in diverse zone separate mantenendo la possibilità di un pronto collegamento sul secondario tra le diverse sottostazioni 45.000/11.000 con una o più linee della rete a 11.500 volt.

Dette linee vengono volutamente mantenute a carico basso per poter essere alimentate indifferentemente da una qualunque delle sottostazioni capolinea, senza che ciò apporti variazioni sensibili di tensione per l'utenza.

La modifica dell'alimentazione si fa nelle sottostazioni estreme con paralleli temporanei di passaggio e il sistema serve assai bene, anche in condizioni normali, per proporzionare senza interruzioni il carico delle diverse sottostazioni alle mutevoli condizioni dell'esercizio.

Nel caso di interruzione della corrente primaria in una sottostazione, sulle linee della rete a 11.500 che vi fanno capo e che sono alimentate dall'altro estremo, vengono allacciate, secondo una prestabilita successione, quelle linee in partenza dalla sottostazione che alimentano servizi in particolar modo danneggiati dalle interruzioni.

Così facendo il carico in partenza da una sottostazione fuori servizio può essere in tutto o in parte ripristinato con l'ausilio del secondario delle sottostazioni più prossime.

Il sistema per essere efficace impedisce di utilizzare in pieno le linee a 11.500 volt di collegamento fra le diverse sottostazioni e ciò rappresenta appunto la contropartita economica del voluto miglioramento tecnico del servizio.

Bonghi: L'aspetto della questione economica che è stato indicato dal Civita è una questione economica riguardante l'impianto, ma molto più economico è fare grandi impianti per diminuire così le spese generali. Dal lato tecnico io posso chiedere il pagamento di un prezzo maggiore, ma faccio notare che mentre oggi aumenta le tariffe, quando cioè l'energia non è ancora buona, solo fra due o tre anni io darò energia buona.

Reversi: Se si dovesse fare tutto l'impianto di nuovo, come servizio preferenziale, allora si andrebbe incontro a spese tali che richiederebbero un aumento notevole delle tariffe; resta insomma quanto ha detto l'Ing. Martinez che lo scopo della tecnica è il maggior risultato con la minima spesa.

Presidente: L'Ing. Civita ha detto che la nostra Associazione può farsi propagandista di questo concetto; che se si vuole il servizio perfetto lo si deve adeguatamente pagare, ed io credo che compete all'Associazione instillare nel pubblico queste idee. Se nessuno chiede la parola chiudo la discussione su questo argomento. Vorrei pregare l'Ing. Cerillo di riferire brevemente sulla parte quarta che racchiude una sola comunicazione, anche perchè se iniziamo la terza oltrepassiamo l'ora della chiusura.

Selmo: Prima che l'Ing. Cerillo cominci l'esposizione delle memorie presentate dalla Sezione di Napoli volevo domandare mezzo

minuto per esprimere il ringraziamento della Commissione e mio personale per questo lavoro che è stato considerato cosa valentissima dalla redazione del nostro giornale, e comunico anche il mio vivo dispiacere per l'assenza dell'Ing. Le Coultre che si è giustificato inviando un telegramma.

Cerillo: I dispositivi di cui si parla nella relazione risolvono economicamente e con la dovuta sicurezza il problema di permettere, nell'interesse della continuità del servizio, le più larghe possibilità di accoppiamento di centrali o gruppi di centrali diverse, nei centri di concorso di linee ad alta tensione: bisogno questo particolarmente sentito nei moderni schemi di rete a settori distinti, di cui ha fatto cenno il relatore di Sezione, Ing. Cenzato.

I dispositivi si fondano sul principio dell'accoppiamento capacitivo, che è atto ad eccitare particolari indicatori, necessariamente molto sensibili per la piccola energia messa in giuoco. Tra i vari tipi di indicatori e relativi schemi di inserzione provati, l'esperienza ha mostrato preferibili, per differenti vantaggi, i due sistemi descritti nella relazione e ivi menzionati con le denominazioni: «Tipo con uso di lampade a luminescenza con schema a parallelo a lampade accese» e «sistema acustico con uso di telefono altisonante». L'uno e l'altro sistema hanno dato, nelle pratiche applicazioni sulle reti della Società Meridionale di Elettricità, ottimi risultati, tali da indurci a segnalarli, nella speranza di poter contribuire, se pur in uno dei suoi più modesti dettagli, al grave problema della continuità dell'esercizio.

Presidente: Eventualmente i colleghi che desiderassero avere schiarimenti potrebbero chiederli in occasione della visita sul Lago Matese.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Aderendo al desiderio di alcuni Soci la Sezione di Milano ha dedicato due riunioni (la sera di Venerdì 5 e Martedì 9 Marzo) alla radiotelegrafia.

Nelle due riunioni presiedute dall'Ing. Emanuelli hanno parlato l'Ing. Gino Campos dapprima e quindi l'Ing. Antonio Allocchio.

Il Presidente nell'aprire la seduta del giorno 5 si disse ben lieto di avere potuto affidare all'Ing. Campos la illustrazione dei «principii di radiotelegrafia» data la particolare competenza dell'Ing. Campos del quale molto opportunamente ha ricordato ai Soci la nota scritta nel 1903 «sul circuito Duddel e sulle sue possibili applicazioni alla telegrafia e telefonia senza fili».

L'Ing. Campos ha analizzato con precisione e chiarezza il fenomeno della radiotrasmissione mettendo in rilievo le difficoltà che il fenomeno presenta nella pratica attuazione. Ha mostrato come fra le varie cause di distorsione non debba essere dimenticata la intensità dei suoni per effetto dei limiti della sensibilità dell'orecchio.

Ha illustrato le caratteristiche dei vari detector e degli amplificatori e ha presentato gli schemi più notevoli corredando il suo dire da numerose proiezioni. Si è anche soffermato sulla descrizione dei vari apparecchi telefonici ricevitori mostrando i tipi più recenti di altoparlante. Nel chiudere la interessante comunicazione ha ricordato come sarà prossimamente aperto al pubblico un servizio radiotelefonico fra Londra e New York fra la stazione inglese di Wroughton e la americana di Rock Point ed ha proiettato alcune fotografie di quei grandiosi impianti.

L'Ing. Allocchio ha completato la esposizione dell'Ing. Campos soffermandosi più particolarmente sul problema della buona ricezione radiofonica e distinguendo nettamente il caso della breve e della lunga distanza.

Ha mostrato gli apparecchi ed i dispositivi di cui oggi la tecnica si vale illustrandone tutte le differenti caratteristiche.

Nella sala erano stati disposti col gentile concorso delle Ditte Allocchio e Bacchini ed Western Electric Italiana differenti apparecchi di ricezione e numerosi alto-parlanti e diffusori e gli ascoltatori hanno potuto anche udire alcune delle comunicazioni trasmesse dalla stazione di Milano la quale si è anche gentilmente compiaciuta di inviare nell'occasione alla nostra Associazione un cortese saluto.

*

La sera di martedì 16 marzo, sotto la Presidenza dell'Ing. Emanuelli, ha avuto luogo una riunione nella quale il socio Ing. Giorgio Del Valle, della Sezione di Firenze, ha parlato sulla regolarità nei fenomeni idrologici.

Gli argomenti svolti nella conferenza riguardavano i fenomeni climatici, con particolare riferimento alla idrologia, ed erano già stati in parte esposti dall'oratore alla R. Accademia di Scienze e Lettere di Padova nella recente occasione del bicentenario dalle prime osservazioni di quella Specola.

L'oratore ha illustrato i risultati dei suoi studi ed indagini sulle oscillazioni climatiche ed ha mostrato una analogia che tali oscillazioni presentano con quella di carica e scarica elettrica.

Ha mostrato con interessanti diagrammi come i fenomeni idrologici seguono dei cicli ben precisi e come le piene e le magre dei fiumi ricorrono a periodi definiti, chiaramente dimostrati dai dati delle

osservazioni della Specola Patavina, dal padimetro di Pontelagoscuro, e da dati assai più numerosi e più antichi quali sono quelli lasciati dagli Arabi sulle piene del Nilo.

L'oratore ha mostrato come dalle analisi dei grafici possa essere ammissibile fare qualche induzione sui fenomeni avvenire, ed ha anzi fatto qualche previsione sugli anni prossimi (per esempio magra negli anni 1930-1931).

La dotta ed interessante conferenza è stata vivamente applaudita.

* *

SEZIONE DI TORINO

Verbale dell'assemblea dei Soci del 9 febbraio 1926.

Ordine del giorno:

- 1) Comunicazioni della Presidenza;
- 2) Elezione del nuovo Segretario e Varie;
- 3) Comunicazione del Prof. Ing. Barbagelata sul *Metodo chimico elettrico per la misura delle portate dei corsi d'acqua*.

La seduta si apre alle ore 21,15.

Presiede l'Ing. Comm. Carlo Palestino: presenti numerosissimi soci.

E' approvato senza discussione il verbale della seduta precedente. Quindi il Presidente comunica che trovandosi ancora una volta senza Segretario, per il trasferimento dell'Ing. Oriani in altra residenza, ha accolto l'offerta dell'Ing. Gian Pietro Cicogna di assumere tale carica, ed invita l'assemblea a ratificare tale nomina, nel caso in cui non vi sia opposizione. Dopo che nessuno ha chiesto la parola in merito, è approvata la nomina dell'Ing. Cicogna per acclamazione all'unanimità.

Comunica ancora il Presidente, che verso la fine del 1925 vennero radiati una cinquantina di soci, morosi da due anni nei pagamenti della quota sociale. Alla data della seduta il numero dei soci iscritti alla Sezione di Torino risulta di 812. Sottopone all'approvazione dei soci le domande di ammissione a socio dei Signori:

Ing. Gaggero; Luigi Milone; Andrea Viglongo; Ing. Romano O.; Ing. Ermini; Crova G.; Franconi Giacomo; Boveri Fiorenzo; Campo Marco; Ing. Richetto; Bronzetti A.; Fragiaco Luigi; Paolo Adler; Ing. Foà; Ing. Sacedote; Ing. Luigi Scotti; Aldo Bressi; Conte Ing. Antonelli D'Oulx.

Comunica che sono passati ad altre Sezioni, in seguito a loro domanda, i Signori:

Colognesi Mario; Antonio Cossu; Gosli Ermanno, Morandotti Ing. L.; Ing. Stefano Castelli; Ing. Severo Rissone; Ing. Paolo Staderini; Ing. Guglielmo Burragato; Ing. F. Della Porta; Ing. Faletti.

Sono passati alla Sezione, provenienti da altre Sedi, i Signori: Ing. Guido Gobbi; Giulio Muneghina.

L'assemblea ratifica i trasferimenti ed accetta tutte le nuove domande.

Memorando i soci defunti, Ing. Valabrega, Ing. Silvestri Guido; Ing. Dell'Aglio, il Presidente ricorda che l'Ing. Valabrega ha lasciato una donazione per una borsa di studio da istituire al suo nome. A tale riguardo comunica all'assemblea che, interpretando il pensiero dei soci tutti, ha già compiuto verso la famiglia i doveri che le circostanze gli hanno suggerito.

L'Ing. Palestino presenta quindi ai soci il Chiarissimo Prof. Ing. Angelo Barbagelata, già conosciuto dai soci tutti attraverso la nostra diffusa e bellissima Rivista della quale egli è un attivissimo collaboratore e Direttore. Lo ringrazia di aver voluto accogliere l'invito della Sezione di Torino, i soci della quale desideravano vivamente udire ripetere dalla sua voce la conferenza già svolta a Milano ed a Roma sugli studi da lui compiuti durante tanti anni e praticamente realizzati sul: «Metodo chimico elettrico per la misura delle portate dei corsi d'acqua».

Prende la parola l'oratore che svolge la sua conferenza illustrata da numerose proiezioni, fra la più viva attenzione dei convenuti che ne salutano la fine con numerosi applausi.

L'Ing. Palestino ringrazia poi a nome di tutti i soci l'Ing. Prof. Barbagelata, pregandolo di portare alla Sezione di Milano, il cordiale saluto della Sezione di Torino.

La seduta è tolta alle ore 23.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Progresso scientifico.

Nella relazione del collega VALLAURI, di cui completiamo la pubblicazione in questo numero, non abbiamo trovato alcune considerazioni, che il relatore espose concludendo il suo discorso di Napoli e che ci sembrano non prive di interesse.

Egli constatava infatti, che il grande progresso industriale, verificatosi negli ultimi decenni, ha accumulato una somma enorme di nuove nozioni su ogni ramo delle scienze applicate ed in particolare su l'elettrotecnica. La molteplicità di tali nozioni è così vasta, che riesce impossibile ormai di dominarla per intero con la mente, e tutti coloro che operano in questo campo, ed in particolare gli studiosi e i docenti, ricevono l'impressione di essere sopraffatti dalla materia, che dovrebbero per contro signoreggiare, e di restare quindi, inesorabilmente, troppo al di sotto del loro compito. Nè vale il rassegnarsi a circoscrivere sempre più strettamente l'ambito del proprio lavoro, chè sempre nuovi ed imprevisi collegamenti coi campi affini fanno sentire ancor più duramente il danno delle lacune, a cui ci si voleva acconciare. E d'altra parte ci devono pur essere coloro, i quali siano ancora in grado di vedere i problemi nel loro insieme e di giudicare fondatamente da quale lato e con quali mezzi convenga attaccarli per nutrire maggiore speranza di successo.

La via d'uscita sembra essere una sola; ed è ben nota, poichè nel seguirla consiste appunto il compito forse più importante e più utile della scienza. Occorre coordinare, classificare, chiarire; ossia generalizzare. Solo così una vasta congerie di fatti può esser costretta a rientrare e ad inquadarsi in uno schema di idee, semplice ed accessibile.

Guardiamo ad esempio alle macchine elettriche. Accanto a quei pochi tipi fondamentali, classici, che ancora completamente predominano come numero di esemplari e come importanza pratica, quale infinita varietà di macchine speciali, in cui tutti i ritrovati, tutti i concetti, tutti i perfezionamenti, prodotti in mezzo secolo dal genio inventivo degli elettrotecnici, si combinano, si sovrappongono, si intrecciano, si trasformano l'uno nell'altro! Chi è in grado di abbracciare tutto ciò in una chiara visione d'insieme? La materia è ancora disforme. Il modo stesso, con cui ci rappresentiamo le proprietà delle macchine, varia dall'una all'altra e risente ancora, più o meno vagamente, della particolare mentalità, di chi primo studiò quello speciale problema.

Pare che veramente il tempo sia venuto, in cui si debba compiere una rielaborazione totale e si debba costruire un nuovo edificio, che abbia le sue proporzioni ed il suo stile, in cui ogni cosa trovi il suo posto, in cui per di più, fin dove è possibile, siano predisposti i futuri necessari ampliamenti. Ma nulla avviene improvvisamente in natura, e già i segni di questo movimento si rivelano nella produzione scientifica internazionale. Essi ci sembrano consistere principalmente nella sempre più larga applicazione di elevati procedimenti matematici allo studio dei problemi elettrotecnici, quale si nota ad esempio in certa letteratura tecnica tedesca e più ancora in quella americana.

Poichè è forse dalla matematica che noi possiamo aspettarci, in questo periodo, il maggiore aiuto. Si può dire, sia pure con le dovute limitazioni, che quanto dall'indagine puramente fisica l'elettrotecnica poteva sperare per i suoi progressi, è già stato in gran parte ottenuto. Ma ora, che ci occorre un lavoro di coordinamento e di sintesi, il quale ci permetta di muovere poi, meglio preparati e ben padroni delle vecchie conquiste, all'assalto per guadagnare le nuove, ora dobbiamo sforzarci di utilizzare compiutamente lo strumento più maraviglioso di lo-

gica e di sintesi, che mai l'uomo abbia saputo creare. In fondo è di una teoria, sempre più generale e completa, dei circuiti elettrici, che noi abbiamo bisogno, di una teoria che abbracci tutti i tipi di trasformazione di energia, che nei circuiti elettrici delle macchine e degli apparecchi si compiono, e da cui discendano, come casi particolari da trattarsi ormai con l'aiuto di un solo metodo uniforme e coordinatore, le teorie singole, per ora assai disarmoniche che occorrono alla soluzione di questo o di quel problema tecnico.

Si intravede così l'iniziarsi di un periodo di grande interesse per lo sviluppo della nostra scienza. Per esso è indispensabile l'aiuto della matematica e dei matematici; deve cioè avviarsi una collaborazione sempre più intima fra matematici e tecnici, devono svilupparsi quei laboratori di matematiche applicate, che sono già stati più volte proposti, deve approfondirsi da parte degli uni l'assimilazione o almeno la penetrazione della mentalità degli altri. Non ci pare che, per questo riguardo, la situazione in Italia sia per ora propizia e quale i tempi la richiederebbero. Le tendenze, le aspirazioni e la moda sembrano condurre appassionatamente i nostri matematici solo verso le più rigorose astrazioni. Ne è triste prova, quasi dovunque, la infelice collaborazione fra il così detto biennio di avviamento e il tirocinio di applicazione negli studi di ingegneria. La preparazione matematica, che i giovani ricevono presso le nostre Facoltà universitarie è il più delle volte così meschina e vana e male orientata, che solo una esigua, ristrettissima minoranza degli studenti dei corsi di applicazione e dei giovani ingegneri sa usare, sia pure nei limiti più modesti, lo strumento matematico, e gli altri non arrivano neppure a rendersi conto dello stato di inferiorità, in cui per questo riguardo si trovano. Nè pare che la comprensione del problema abbia fortuna presso le Facoltà, così che i pochi, troppo pochi, tecnici, i quali aspirano a valersi degli inestimabili aiuti della teoria, sono costretti a rifarsi laboriosamente da sé la necessaria cultura matematica, conquistando con ardua fatica la soddisfazione di scoprire meraviglie inattese, di cui i loro primi maestri non avean saputo neppure far trasparire la bellezza.

Ma questo discorso ci porterebbe troppo lontano e lo riprenderemo forse altra volta in modo meno sommario e generico, così da far luogo innanzi tutto alle necessarie lodevoli eccezioni e da avviare poi una polemica, se polemica deve essere, abbastanza concreta per riuscire in qualche modo conclusiva ed efficace. Ci basti ora chiudere con l'augurio, già espresso a Napoli dal nostro collega, che a questo lavoro di sintesi scientifica, che è urgente nel campo dell'elettrotecnica e di cui già si vedono i segni (quale appunto l'abbozzo che il Vallauri ha tentato di tratteggiarne su un argomento speciale), partecipino quanto più largamente è possibile gli studiosi italiani.

L'ingegneria industriale e gli esami di Stato.

Nello scorso novembre si è compiuto in tutte le nostre scuole d'ingegneria il primo esperimento dell'esame di Stato per l'abilitazione all'esercizio professionale, esame voluto dalla recente riforma scolastica ed ispirato ad un concetto, che riteniamo possa essere fecondo di utilità e di progresso.

Non ci proponiamo oggi di analizzare il modo come tale esperimento si è svolto, nè gli insegnamenti che da esso si possono trarre, ma siamo lieti di ospitare un breve scritto del Prof. PANETTI, che tratta di un particolare ed importante aspetto delle modalità degli esami di Stato per gli ingegneri: quello della scelta, concessa al candidato, del ramo di ingegneria in cui svolgere il suo tema principale di esame. La definizione

delle materie o gruppi di materie, costituenti ciascun ramo, si ricollega più o meno immediatamente con il difficile argomento della specializzazione negli studi di ingegneria. Su di esso il Panetti, che con la sua opera di insegnante e di studioso ha contribuito e contribuisce degnamente al progresso dell'attività tecnica nazionale, esprime, chiudendo il suo scritto, una formula, che ci sembra assai saggia: « Moderata specializzazione nelle applicazioni, conciliata con una solida cultura scientifica, estesa a tutte le discipline, che sono base dell'arte nostra ».

In accordo con tale formula sono le osservazioni e le proposte, che il Panetti espone nella sua nota e sulle quali egli crede, e noi crediamo con lui, sarebbe opportuno che si manifestasse l'opinione dei colleghi più autorevoli e più qualificati, affinché il nuovo istituto dell'esame di Stato sia portato a dare il miglior frutto possibile in favore di un continuo elevarsi e perfezionarsi dell'ingegneria italiana.

La regolarità del funzionamento degli impianti e il Congresso di Brescia.

Nella riunione di Napoli — di cui continuiamo a pubblicare i verbali — i più autorizzati rappresentanti degli esercenti fecero rilevare, quasi in forma di pregiudiziale, che il problema della continuità e regolarità dell'esercizio è prevalentemente problema economico: fate che i prezzi dell'energia elettrica ritornino a ragguagliarsi al suo valore o quanto meno ritornino al livello in oro che essi avevano anteguerra e vedrete che anche la qualità del servizio e della fornitura ritornerà ad essere soddisfacente come una volta. L'argomentazione è stata recentemente ripresa dall'On. Motta nell'*Energia elettrica* commentando una relazione dell'Ing. G. Semenza sulla organizzazione di pubblici servizi.

Nessuno vuol certo negare il valore di tale ragionamento, che trova del resto la sua miglior riprova nei fatti. Man mano che i prezzi dell'energia elettrica sono andati avvicinandosi al livello indicato dagli esercenti, le condizioni d'esercizio dei nostri impianti sono pure andate migliorando, e poichè la tendenza dei prezzi e delle tariffe è ancora spiccatamente in rialzo (sono di ieri gli aumenti attuati in qualche grande città) non v'ha dubbio che ulteriori notevoli miglieorie sono da attendersi nelle centrali e nelle reti di trasmissione e di distribuzione. Ma quando appunto si tratta di decidere quali miglieorie siano da introdurre per assicurare sempre meglio la continuità del funzionamento, il problema ridiventa squisitamente tecnico (per usare anche noi un avverbio alla moda) e ben degno di tutta l'attenzione della nostra A.E.I.; cosicchè ben fece la Presidenza Generale a riportarlo all'ordine del giorno della prossima riunione annuale. A Napoli — si vegga il verbale odierno che riporta la discussione sui dispositivi di protezione — il problema è stato solo impostato, chè la discussione per quanto ampia non ha fatto che sfiorare ben pochi dei quesiti proposti dai relatori.

Così, ancora più in particolare, la questione dei moderni dispositivi di protezione contro le sovracorrenti — il problema dei relais, come si usa dire — sul quale all'estero si ebbero lunghe ed importanti discussioni con ampi rapporti statistici di apposite autorevoli Commissioni — si delinea appena nel nostro Paese. Non sono mancate finora le buone idee e nuovi ingegnosi dispositivi; ma le loro applicazioni sono da poco cominciate e manca quindi ancora ogni notizia sui risultati pratici effettivamente raggiunti. La raccolta di queste notizie dovrebbe costituire il compito precipuo della prossima riunione Bresciana e noi rivolgiamo un caldo appello a tutti gli eminenti colleghi che vivono negli impianti, perchè vogliano portare a Brescia i risultati delle loro osservazioni e della loro esperienza personale.

Voltiana.

Diamo qui il benvenuto alla nuova elegante rivista mensile edita in Como dal Comitato organizzatore della celebrazione del centenario di Volta. L'A.E.I. — com'è noto — ha dato tutto il suo appoggio al Comitato, e noi saremo ben lieti di trarre dalla nuova pubblicazione tutte le notizie che potranno interessare gli elettrotecnici in generale ed i nostri consoci in particolare.

LA REDAZIONE.

CONVERTITORI STATICI DI CORRENTE ELETTRICA (RADDIRIZZATORI - GENERATORI DI OSCILLAZIONI - MOLTIPLICATORI DI FREQUENZA)

G. VALLAURI



Relazione presentata alla XXX Riunione Sociale dell'A. E. I.

Napoli, 10 ottobre 1925

(Continuazione e fine, vedi N. 10, pag. 205)

V. - Moltiplicatori di frequenza.

19. *Moltiplicatori a resistenza variabile.* — Accanto al problema della conversione statica di corrente alternata in continua o viceversa, è stato affrontato e parzialmente risolto quello della trasformazione statica della frequenza. Si è già fatto cenno al caso speciale della trasformazione di frequenza (in discesa), ottenuta per mezzo dell'eterodina e di un raddrizzatore (§ 7); ma, agli scopi della produzione di oscillazioni di alta frequenza, serve sopra tutto la trasformazione in salita e precisamente la moltiplicazione della frequenza. Anche essa può ottenersi mediante i conduttori anomali, per i quali almeno uno dei tre elementi R , L o C sia variabile durante ogni ciclo della frequenza impressa. Questa variazione si considera periodica, ossia tale che si ripeta regolarmente ad ogni ciclo, perchè, trattandosi di trasformazioni di energia, che debbono avvenire continuamente nel tempo, si può limitare lo studio alle sole condizioni di regime.

Come si è già rilevato (§ 5 e 12), tutti i conduttori anomali, di cui si è fatto cenno in quanto precede e che si possono ricondurre al caso di circuiti di resistenza variabile, possono servire ad effettuare una moltiplicazione di frequenza, salvo il caso, in cui si utilizzi esclusivamente, di ogni caratteristica, un tratto a variazione lineare. In tutti gli altri casi di caratteristiche curvilinee o spezzate l'applicazione di una tensione armonica semplice provoca il passaggio di una corrente, che non può essere armonica semplice e deve quindi contenere armoniche superiori. Se la caratteristica è simmetrica rispetto al punto di funzionamento medio, si hanno solo armoniche di ordine dispari, negli altri casi possono esservi armoniche di ogni ordine. Con dispositivi differenziali o di compensazione è possibile eliminare dal circuito di utilizzazione la fondamentale eccitatrice e con fenomeni di risonanza si può mettere in rilievo e filtrare una determinata armonica.

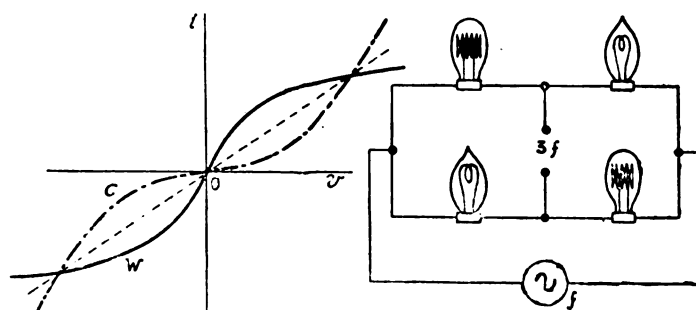


Fig. 28.

Un dispositivo del genere è quello ideato dal Grassi ⁽²⁴⁾, in cui si utilizzano le due forme diverse ed in certo modo complementari, che presenta la caratteristica $i = f(v)$ per le lampadine a filamento metallico e per le lampadine a filamento di carbone (fig. 28). Il rendimento di questa moltiplicazione (triplicazione) di frequenza è bassissimo, perchè le caratteristiche dinamiche, quelle cioè che sono descritte dal punto rappresentativo della condizione delle lampadine, quando si tratta di tensione alternata, differiscono di molto (già per le ordinarie frequenze industriali) dalle caratteristiche statiche disegnate in figura e si avvicinano notevolmente alla retta di resistenza costante (§ 9). Ne segue, che la deformazione delle curve di corrente, in confronto con quelle di tensione, risulta assai piccola:

⁽²⁴⁾ Atti dell'A. E. I. 1911, vol. XV, pag. 3.

e ciò perchè la curvatura delle caratteristiche statiche è dovuta esclusivamente alle variazioni della resistenza dei filamenti in funzione della temperatura e, data l'inerzia termica dei filamenti stessi, le variazioni di temperatura durante un ciclo di variazione a frequenza industriale sono già così ridotte da rendere assai piccole anche le variazioni di resistenza ⁽²⁵⁾.

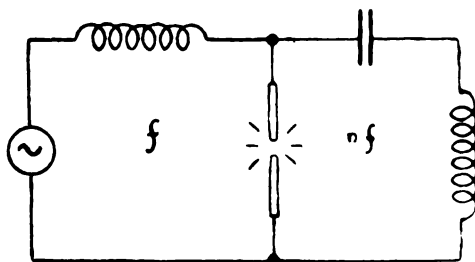


Fig. 29.

Un altro mezzo di moltiplicazione statica della frequenza, è quello che utilizza i raddrizzatori di uno qualunque dei tipi descritti (§ 4 e 8). Si è visto infatti, che in un circuito di corrente raddrizzata, sia esso semplice (fig. 4) o doppio (fig. 5), la corrente contiene un numero notevole di armoniche, tra cui di solito è assai importante quella di secondo ordine. Analogamente, nel caso di un raddrizzatore polifase (fig. 6), le pulsazioni di corrente contengono armoniche di ordine tanto più elevato, quanto più grande è il numero delle fasi. Ma anche questo metodo di moltiplicazione in cui, in luogo di smorzare le pul-

soluzioni abbastanza favorevoli, quando si ricorra a conduttori anomali, in cui l'elemento essenzialmente variabile sia l'induttanza ⁽²⁶⁾. Conduttori di questo tipo sono, come è ben noto, tutti quelli che si trovano concatenati con un circuito di flusso di induzione magnetica, svolgentesi in tutto od in parte in un materiale ferromagnetico. È noto infatti, che questi materiali non hanno permeabilità costante, cioè non sussiste, per i circuiti con essi concatenati, la proporzionalità tra flusso d'induzione e corrente, su cui si basa la definizione stessa dei coefficienti di induzione. E neppure sussiste la univocità della legge di dipendenza fra flusso e corrente (ossia fra flusso e campo magnetico impresso), perchè il fenomeno dell'isteresi fa dipendere il primo, non solo dal valore attuale della seconda, ma anche dalla storia magnetica precedentemente attraversata.

Lo studio dei moltiplicatori magnetici non sembra si possa fare in una forma ad un tempo generale e conclusiva, se si vuol tenere conto anche dei fenomeni di isteresi, a motivo della grande complicazione, che consegue dalla non univocità della dipendenza tra flusso e corrente. D'altro canto, poichè nella moltiplicazione di frequenza, per utilizzare forti variazioni di permeabilità del ferro, occorre effettuare anche variazioni di campo molto ampie, la distanza fra i due rami del ciclo di isteresi (fig. 30) apparisce assai piccola in confronto con la loro estensione. Si può pertanto riferirsi per semplicità alla curva media o *curva di magnetizzazione an isterica*. Con ciò si trascura, dal punto di vista energetico, una causa sostanziale di perdite, a cui i moltiplicatori magnetici sono soggetti, ma si analizza, con approssimazione ancora sufficiente, il meccanismo della produzione di armoniche superiori.

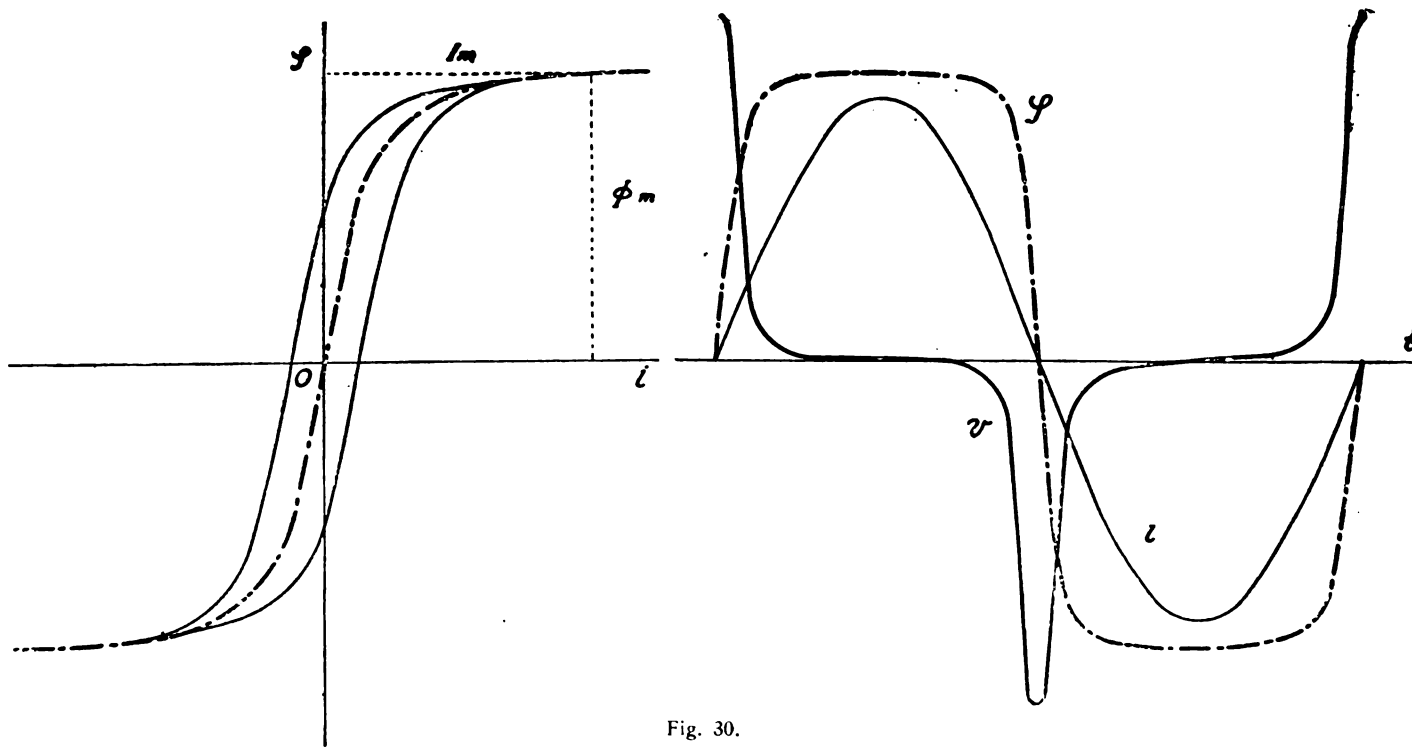


Fig. 30.

sazioni della corrente raddrizzata, come si fa nel caso ordinario, si cerca invece di esaltare l'ampiezza di quella componente di frequenza multipla, che si vuole utilizzare, dà luogo a rendimenti assai bassi ⁽²⁶⁾ (tanto più bassi, quanto più elevato è il fattore di moltiplicazione che si vuole ottenere), perchè la parte di gran lunga preponderante della potenza resa dal dispositivo è quella, che viene prodotta sotto forma di corrente continua. Non sembra pertanto che, allo stato attuale della tecnica, la moltiplicazione di frequenza ottenuta mediante conduttori anomali, assimilabili a resistenze variabili, possa consentire di risolvere il problema in modo soddisfacente, a malgrado di alcuni interessanti tentativi per usare l'arco come moltiplicatore di frequenza con uno schema del tipo rappresentato dalla fig. 29 (di cui è evidente l'analogia con la fig. 15 a, a parte l'alimentazione con corrente alternata) ⁽²⁷⁾.

20. Moltiplicatori a induttanza variabile. — Il problema della moltiplicazione della frequenza è per contro suscettibile di

Si ammette pertanto che il flusso d'induzione φ , concatenato con il tratto di circuito elettrico, che abbraccia il nucleo ferromagnetico, sia funzione univoca della corrente i secondo una legge di dipendenza $\varphi = f(i)$, che lega i valori istantanei indipendentemente dal tempo ed è rappresentata da un diagramma del tipo della curva media in fig. 30. Se si considera ora un circuito generico, comprendente una f. e. m. e variabile col tempo e costituito, oltre che dal tratto $m n$ concatenato col ferromagnetico, anche da resistenza, autoinduzione e capacità (fig. 31), la sua equazione è evidentemente:

$$e - Ri - L \frac{di}{dt} - \frac{1}{C} \int i dt - \frac{d\varphi}{dt} = 0,$$

$$\text{ossia} \quad e - Ri - (L + \varphi') \frac{di}{dt} - \frac{1}{C} \int i dt = 0,$$

⁽²⁶⁾ Non risulta, che sia stata tentata praticamente la trasformazione statica di frequenza, mediante conduttori anomali assimilabili a capacità variabili; nè si intravede, nello studio della polarizzazione imperfetta dei dielettrici sotto l'azione di campi elettrici variabili, alcun comportamento, che sia quantitativamente paragonabile a quello della polarizzazione dei ferromagnetici in un campo magnetico variabile.

⁽²⁵⁾ L'Elett. 1924, vol. XI, pag. 673 e 677 e 1925, vol. XII, pag. 181.

⁽²⁶⁾ Atti dell'A. E. I., 1910, vol. XIV, pag. 655.

⁽²⁷⁾ J. ZENNECK. — Phys. Z. S. 1912, vol. XIII, pag. 953.

da cui

$$e' - \frac{1}{C} i - \left(R + \varphi'' \frac{di}{dt} \right) \frac{di}{dt} - (L + \varphi') \frac{d^2 i}{dt^2} = 0, \quad [5]$$

la quale differisce sostanzialmente dall'equazione dei circuiti ordinari, perchè non è più lineare, essendo φ' funzione di i (in quanto che si è supposto, che $f(i)$ non sia lineare).

Per il fatto, che si prescinde dai fenomeni di isteresi, risulta valido il principio della coesistenza; e quindi, qualunque sia la f. e. m. impressa, si può sempre considerare separatamente l'azione di ciascuna delle sue componenti armoniche secondo lo sviluppo in serie periodica. Ma, anche se e e quindi e' sono grandezze armoniche semplici, non può la [5] essere soddisfatta da una espressione di i anch'essa armonica semplice, se non quando φ' sia costante, ciò che abbiamo escluso. Ne segue che l'espressione generale della corrente i a regime, che soddisfa alla [5], non può essere che quella di una serie periodica, deve cioè contenere un numero più o meno grande di armoniche, di ordine superiore a quello della fondamentale, che ha la frequenza della f. e. m. impressa. Nella produzione e nella utilizzazione di queste armoniche consiste il fenomeno essenziale della moltiplicazione della frequenza.

21. *Moltiplicatori magnetici su armoniche dispari.* — In particolare, se la f. e. m. è $e = \mathcal{E} \sin(\omega t + \varepsilon)$, se lo schema del circuito è quello in fig. 31 e la $\varphi = f(i)$ è simmetrica ri-

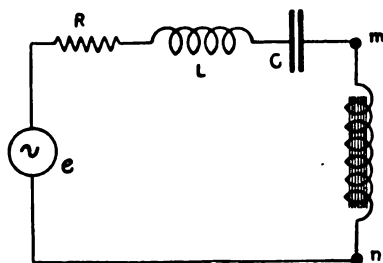


Fig. 31.

spetto all'origine delle coordinate, la corrente i deve essere a regime una grandezza alternativa rappresentabile mediante una serie del tipo:

$$i = \mathcal{I}_1 \sin \omega t + \mathcal{I}_3 \sin 3 \omega t + \mathcal{I}_5 \sin 5 \omega t + \dots,$$

contenente cioè solo le armoniche dispari e tutte in fase (o in opposizione di fase) rispetto alla fondamentale.

La potenza fornita dal generatore al circuito è:

$$\frac{1}{T} \int_0^T e i dt = \frac{1}{2} \mathcal{E} \mathcal{I}_1 \cos \varepsilon = \frac{1}{2} R (\mathcal{I}_1^2 + \mathcal{I}_3^2 + \mathcal{I}_5^2 + \dots).$$

Se si considera come frequenza utile quella dell'armonica $2n+1$ e se si assume come potenza utile quella sviluppata nel circuito dalla corrente $\mathcal{I}_{2n+1}$, ossia $\frac{1}{2} R \mathcal{I}_{2n+1}^2$, si ha un rendimento teorico di moltiplicazione pari a

$$\frac{\mathcal{I}_{2n+1}^2}{\mathcal{I}_1^2 + \mathcal{I}_3^2 + \mathcal{I}_5^2 + \dots}.$$

In realtà non è possibile utilizzare efficacemente la frequenza multipla nel circuito stesso di alimentazione e conviene separare quest'ultimo dal circuito di utilizzazione, allo stesso modo tenuto per i circuiti di conversione da corrente alternata in continua o viceversa (§ 5 e 11). Se si considera infatti che, pur partendo da una f. e. m. impressa di forma armonica semplice, si dà luogo nel circuito ad una corrente non sinusoidale, si deduce immediatamente che anche il flusso φ nel ferromagnetico, e la tensione ai capi di qualunque tratto del circuito sono grandezze alternative più o meno ricche di armoniche. Quella particolare armonica, che si desidera utilizzare, può quindi essere ricavata sia mediante un accoppiamento induttivo col flusso φ (morsetti $m_1 n_1$, fig. 32), sia mediante un accoppiamento induttivo con la corrente i (morsetti $a_1 b_1$). Ed agli accoppiamenti induttivi possono essere sostituiti quelli diretti fra i morsetti $m n$ o, rispettivamente, $a b$ (ed a questi ultimi un'altra derivazione fra due punti qualunque del circuito, nel tratto fra d ed m). Se si trascurano le cadute ohmiche fra $m n$ e quelle fra $a b$, si utilizzano nel primo caso le armoniche della f. e. m. indotta dal flusso φ e quindi anche le armoniche del flusso medesimo, nel secondo caso le armoniche della corrente i .

Ora, dato che la f. e. m. impressa è di solito approssimativamente sinusoidale, le ampiezze delle due serie di armoniche hanno andamento complementare, ossia una data armonica è tanto più accentuata nella corrente, quanto più è attenuata nel

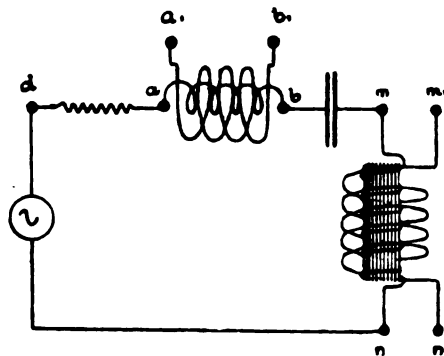


Fig. 32.

flusso e viceversa. Perciò, con la utilizzazione in $a b$, conviene di regola che il flusso sia sinusoidale e la corrente conseguentemente deformata, con la utilizzazione in $m n$, conviene all'opposto, che la corrente di alimentazione sia sinusoidale ed il flusso deformato. Poichè in tutti i circuiti, sia di alimentazione, sia di utilizzazione, conviene trar profitto dei fenomeni di risonanza (ed è per questo che negli schemi delle fig. 31 e 32 si è indicato anche un condensatore), e poichè questi tendono ad esaltare una sola frequenza, avvicinando quindi la corrente alla forma sinusoidale, la moltiplicazione di frequenza riesce di regola assai più efficiente nel caso di corrente sinusoidale e flusso deformato, ossia di utilizzazione derivata fra $m n$ (o fra $m_1 n_1$), che non nel caso di flusso sinusoidale e corrente deformata.

Naturalmente, se si può ammettere al limite che la corrente di alimentazione sia sinusoidale $i = \mathcal{I} \cos \omega t$, la trattazione analitica si semplifica, perchè, ammettendo per di più trascurabile la caduta ohmica fra $m n$, si ha fra questi morsetti

$$e = -\varphi' \frac{di}{dt} = \omega \varphi' \mathcal{I} \sin \omega t, \quad [6]$$

la quale, nelle ipotesi più volte ricordate riguardo a φ e φ' , si può rappresentare ⁽²⁹⁾ mediante una serie:

$$e = \mathcal{E}_0 \sin \omega t + \mathcal{E}_3 \sin 3 \omega t + \mathcal{E}_5 \sin 5 \omega t + \dots \quad [7]$$

⁽²⁹⁾ Per formarsi un'idea, sia pure approssimata, dell'importanza relativa, che assumono a vuoto le varie componenti armoniche della f.e.m. (indotta nel circuito concatenato col ferromagnetico), al crescere di intensità della corrente magnetizzante, si può adottare una qualche ipotesi semplificativa sul modo di variare del flusso nel tempo. E si può ammettere ad es., che esso vari fra due limiti ben definiti (eguali ed opposti fra loro e tali che al di là di essi l'aumento di flusso al crescere del campo sia trascurabile) e che la legge di variazione della corrente (non più sinusoidale), sia tale da far avvenire con legge sinusoidale la variazione di flusso, nell'intervallo di tempo in cui esso passa dall'uno all'altro dei valori di saturazione. Ad es., nella figura 34, in cui il tratto di ascissa considerato si estende a mezzo periodo della frequenza fondamentale, il diagramma $A B C B' A'$ si riferirebbe ad un particolare valore della corrente, per il quale il flusso resterebbe costante da A a B , varierebbe da B a C ed a B' secondo un arco di senoide, compreso fra i due punti di ordinata massima e minima, e resterebbe nuovamente costante da B' ad A' . La forma della semi-onda di f.e.m. sarebbe allora costituita da due tratti di ordinata nulla e da una semionda di senoide. Si può chiamare *fattore di concentrazione* della f. e. m. ovvero della variazione di flusso, il numero $\varepsilon = \frac{OC \cdot AB}{OC}$, ossia il rapporto fra il tempo, durante il quale in

ogni semiperiodo avvengono la variazione di flusso e la produzione di f.e.m., e la durata del semiperiodo stesso. Nella fig. 34 sono riportati come esempio i diagrammi di flusso e di f.e.m. per alcuni valori di ε . S'intende che, a pari variazione di flusso, l'ordinata massima della f.e.m. indotta varia in proporzione di $1/\varepsilon$, mentre l'area del diagramma corrispondente resta invariata.

L'analisi armonica di una curva di f.e.m. di tal genere non presenta difficoltà. Essa conduce a un'espressione del tipo della [7], in cui l'ampiezza dell'armonica di ordine $2n+1$ è definita dalla relazione

$$\frac{\mathcal{E}_{2n+1}}{\mathcal{E}_0} = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{1}{1 - \varepsilon^2 (2n+1)^2} \sin \frac{\pi}{2} (2n+1) (1 - \varepsilon)$$

ove $\mathcal{E}_0$ è l'ampiezza della f.e.m. (armonica semplice), che si induce quando $\varepsilon = 1$. Il valore efficace della f. e. m. indotta risultante è

$$E = \frac{\mathcal{E}_0}{\sqrt{2 \varepsilon}}$$

Lo schema di moltiplicatore di frequenza così ottenuto è quello rappresentato in fig. 33 e l'andamento in funzione del tempo del flusso e della tensione a vuoto $v = -\varepsilon$ è rappresentato nella parte di destra della fig. 30⁽³⁰⁾.

Con la utilizzazione della frequenza multipla in un circuito derivato (o accoppiato induttivamente), distinto almeno in parte

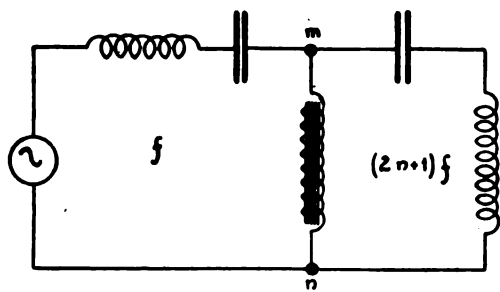


Fig. 33.

da quello di alimentazione, occorre tener conto degli effetti di reazione (§ 2), cioè delle modificazioni, che nel fenomeno originario introduce l'azione della corrente di frequenza multipla. In particolare, se ad es. nel circuito di sinistra della fig. 33 (circuito di alimentazione) si riesce ad ottenere, mediante la

e quindi il rapporto tra il valore efficace dell'armonica di ordine $2n+1$ ed il valore efficace della f.e.m. risultante viene espresso dalla relazione

$$\frac{E_{2n+1}}{E} = \sqrt{\varepsilon} \frac{G_{2n+1}}{G_0}.$$

Il modo di variare in funzione di ε dei due rapporti ora determinati si rileva dai diagrammi della fig. 35, tracciati con scala logaritmica delle ascisse, per attenuare l'infiltrarsi delle curve corrispondenti alle armoniche più elevate. Le proprietà più importanti, che l'analisi armonica indica per le curve di f.e.m. del tipo esaminato, si possono riassumere nelle seguenti:

1) Per ε tendente a zero l'ampiezza di tutte le armoniche tende a $\frac{4}{\pi} G_0$.

2) Al variare di ε da 1 a 0 l'ampiezza della fondamentale cresce gradualmente da G_0 a $\frac{4}{\pi} G_0$.

3) L'armonica di ordine $2n+1$ ha valore nullo per tutti i valori di ε che soddisfano alla relazione $\varepsilon = \frac{2m+1}{2n+1}$, in cui $m=1, 2, 3, \dots, n$. Le armoniche sono quindi tutte nulle per $\varepsilon=1$. Esse cominciano tutte, per ε decrescente a partire da 1, con valori negativi. L'armonica 3^a non ripassa più per lo zero, la 5^a vi ripassa per $\varepsilon = \frac{3}{5}$, la 7^a per $\frac{5}{7}$ e $\frac{3}{7}$, ecc. A partire da $\varepsilon = \frac{3}{2n+1}$ l'ampiezza dell'armonica cresce gradualmente in valore assoluto (positiva se n pari, negativa se n dispari) tendendo a $\frac{4}{\pi} G_0$.

4) I massimi secondari, per cui passa l'ampiezza di ciascuna armonica a sinistra di $\varepsilon = \frac{3}{2n+1}$ sono decrescenti al crescere di ε ed hanno ordinatamente gli stessi valori per tutte le armoniche. Il più elevato di questi massimi non raggiunge 0,1 G_0 ; essi non hanno quindi importanza per la moltiplicazione di frequenza.

5) Per valori di ampiezza superiori a 0,1 G_0 , ossia per valori di ε inferiori a $\frac{3}{2n+1}$, l'ampiezza di una qualunque armonica è sempre inferiore a quella di ciascuna delle armoniche di ordine più basso, corrispondenti al medesimo valore di ε .

6) Il rapporto fra il valore efficace dell'armonica di ordine $2n+1$ ed il valore efficace della f.e.m. risultante presenta, oltre ad un numero $n-1$ di massimi secondari, un massimo assai più elevato degli altri per $\varepsilon = \frac{1}{2n+1}$. In corrispondenza di questo massimo (che rappresenta la condizione in cui, basandosi sulle caratteristiche a vuoto, converrebbe far funzionare il moltiplicatore per ottenere col massimo effetto la frequenza $(2n+1)(2n+1)f$) si ha:

$$E_{2n+1} = \frac{1}{\sqrt{2n+1}} E.$$

La trattazione accennata in questa nota potrebbe, ben s'intende, ripetersi, facendo altre ipotesi sulla legge di variazione del flusso rispetto al tempo, per la quale si potrebbe assumere ad es. una espressione lineare, o parabolica, o esponenziale o di altro tipo.

(30) Un procedimento grafico per tracciare le curve di variazione di grandezze alternate, tenendo conto della variabile permeabilità dei ferromagnetici, è stato recentemente proposto da L. FLEISCHMANN (A.E.G. Mitteilungen, febbraio 1926, pag. 47).

risonanza, che la corrente di frequenza f sia praticamente sinusoidale, accade pur tuttavia che, non appena si chiude e si regola il circuito di destra (circuito di utilizzazione), in modo che

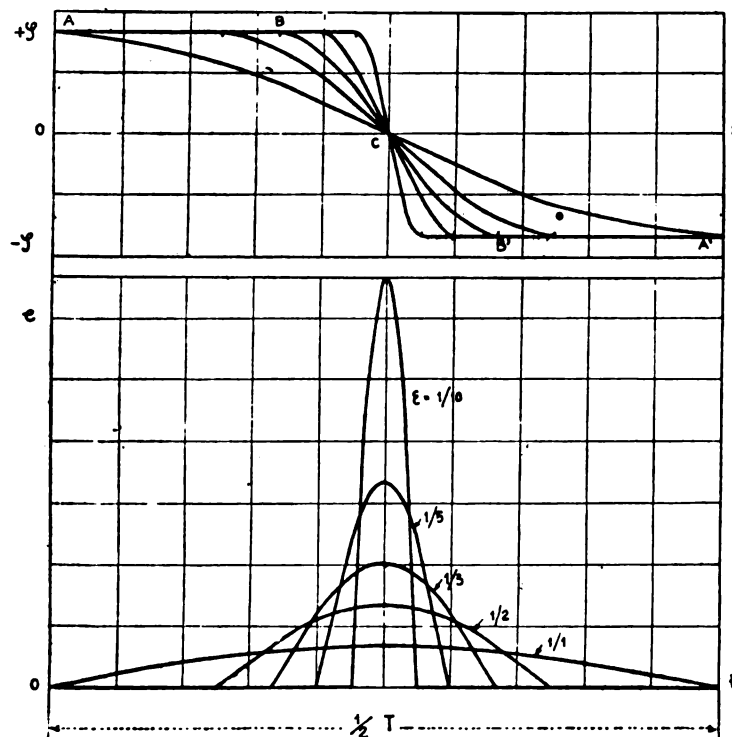


Fig. 34.

si sviluppi in esso la corrente di frequenza $(2n+1)f$, la corrente risultante i , che circola nel tratto comune mn , non è più sinusoidale; e non è più applicabile nella sua forma finale l'equa-

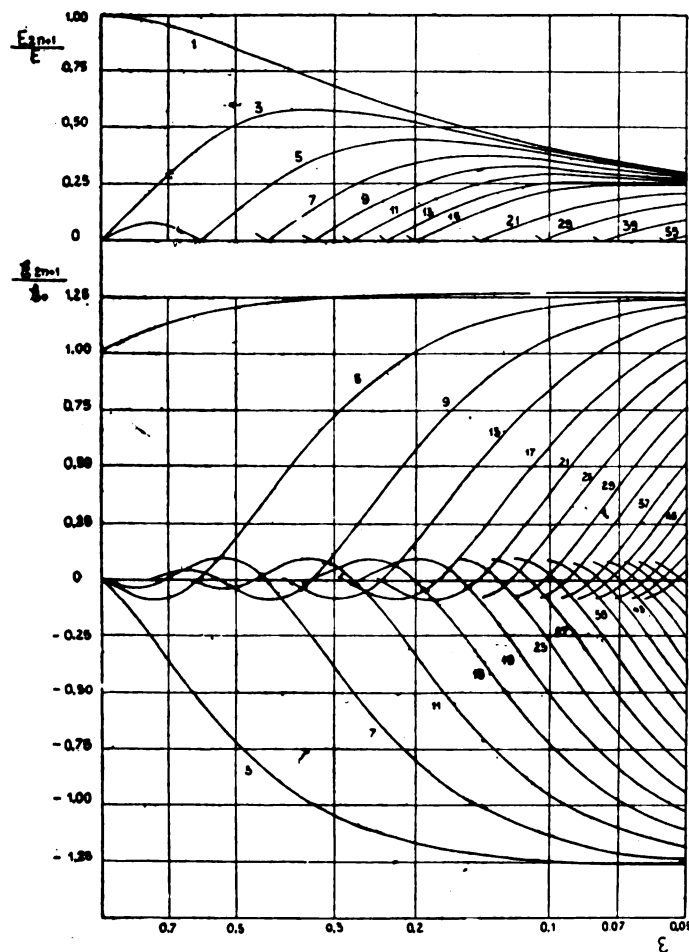


Fig. 35.

zione [6], la quale rappresenta soltanto il funzionamento a vuoto del dispositivo. Si può quindi definire anche in questo caso, come per gli ordinari generatori, una serie di famiglie di carat-

teristiche esterne del moltiplicatore, di cui ciascuna individua il modo di variare della tensione utile fra $m n$ su una data frequenza armonica, in funzione della corrente erogata, per un determinato valore della corrente quasi sinusoidale di alimentazione e per un determinato fattore di potenza del circuito di utilizzazione.

Con tale procedimento si può studiare il funzionamento sotto carico del moltiplicatore, come quello di un generatore ordinario, e definire la sua impedenza interna; ma, se si vuol estendere questo studio anche all'aspetto energetico e quindi al rendimento, non si può prescindere dai fenomeni di isteresi e dall'andamento complesso della magnetizzazione, per effetto della sovrapposizione dell'azione magnetizzante della fondamentale e di quella dell'armonica di utilizzazione. Gli sviluppi analitici si complicano allora a tal punto da costringere di solito a preferire esclusivamente la determinazione sperimentale delle condizioni di ottimo, nei riguardi della potenza utile, del rendimento, della stabilità, ecc.

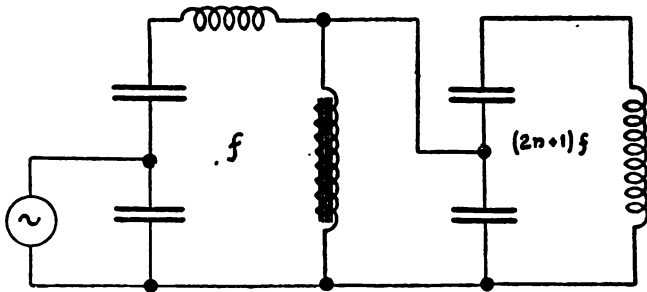
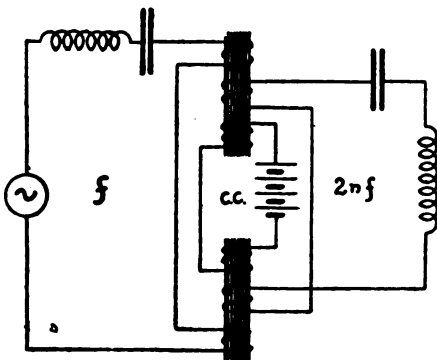


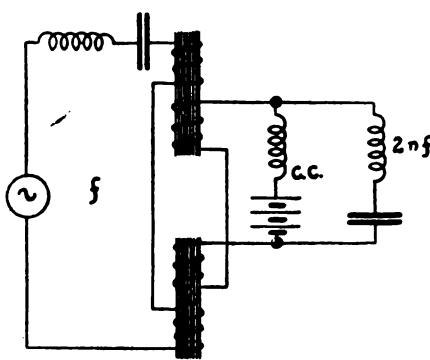
Fig. 36.

S'intende, che la separazione delle due frequenze fra il circuito di alimentazione e quello di utilizzazione non può essere completa. Pur tuttavia si può trarre partito dai fenomeni di risonanza di circuiti in serie e di circuiti in derivazione per ottenere una separazione praticamente soddisfacente ed anche per depurare la frequenza multipla utile dalle altre armoniche della fondamentale, che il moltiplicatore necessariamente produce.

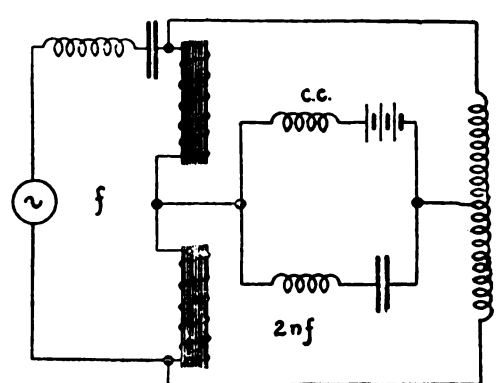
Anche nel caso dei circuiti dei moltiplicatori si può pensare ad inserire l'uno o l'altro dei circuiti della fig. 33, o ambedue, in derivazione parziale, anziché in serie rispetto al generatore e all'utilizzatore, ovvero si può ricorrere ad altri diversi accoppiamenti (§ 11, fig. 15). Basti citare come esempio di uno dei moltissimi schemi, che si possono ideare, quello della fig. 36, in cui i circuiti derivati possono anche dare sfogo a talune delle armoniche non utilizzate, ciò che produce, in determinate condizioni, un notevole vantaggio nei riguardi sia della potenza utile, sia del rendimento.



a)



b)



c)

Fig. 38.

22. *Moltiplicatori magnetici su armoniche pari.* — Come nel caso della utilizzazione di caratteristiche curvilinee in coordinate tensione-corrente (conduttori a resistenza variabile) può essere conveniente spostare dall'origine delle coordinate il punto di funzionamento medio (§ 7 e 11), così anche nel caso di caratteristiche curvilinee in coordinate flusso-corrente (conduttori a reattanza variabile), può convenire di effettuare un'analogo spostamento di assi coordinati. E come allora esso si otteneva introducendo nel circuito elettrico una f. e. m. costante, così ora esso si ottiene facendo agire sul circuito magnetico una f. m. m. costante, prodotta mediante corrente continua. Se

si fa riferimento alla curva media o curva di magnetizzazione anistertica della fig. 30, lo spostamento dell'origine degli assi coordinati fa perdere alla curva stessa la proprietà di essere simmetrica rispetto alla nuova origine, e da ciò deriva il fatto, che in questo caso così le tensioni, come le correnti comprendono in genere, nel loro andamento deformato, anche le armoniche di ordine pari; ed il circuito della fig. 33 può, con tale aggiunta (fig. 37), essere usato per utilizzare, ad es., una di tali armoniche⁽³¹⁾.

I vantaggi che questo sistema di duplicazione può presentare, in confronto con l'inconveniente di richiedere anche un circuito di corrente continua, sono essenzialmente i seguenti. Da un lato la presenza della corrente continua offre un elemento assai efficace di regolazione del funzionamento del sistema, equivalente all'eccitazione degli ordinari generatori; dal-

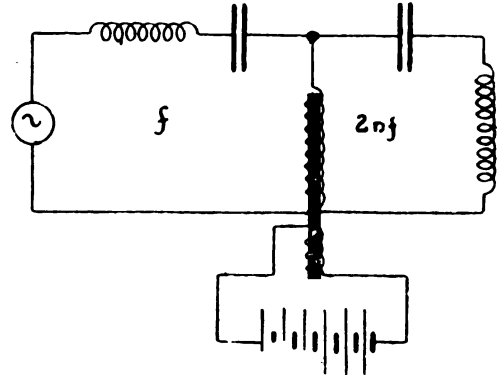


Fig. 37.

l'altro lato la possibilità di effettuare, su due circuiti magnetici identici, lo spostamento degli assi in modo simmetrico rispetto all'origine, permette di ottenere in essi deformazioni simultanee complementari, ossia tali che, mentre le armoniche dispari sono in fase, quelle pari sono in opposizione o viceversa. Con l'uso di due circuiti magnetici eguali si ha quindi la possibilità, scambiando il collegamento dei circuiti elettrici della corrente continua e del secondario in confronto con quelli del primario, di mettere in opposizione e quindi di eliminare le armoniche di ordine dispari, compresa la fondamentale di alimentazione, e di esaltare una determinata armonica di ordine pari⁽³²⁾. Lo schema può essere ad es. quello della fig. 38 a, in cui i tre circuiti, concatenati col ferromagnetico su ciascun nucleo, sono fra loro separati; ma i circuiti stessi possono anche essere ridotti a due in tre modi diversi, di cui uno è esemplificato dalla fig. 38 b, ed infine possono esser riuniti in un circuito solo, com'è indicato nella fig. 38 c.

Oltre i due vantaggi accennati, ed indipendentemente da

essi, l'eccitazione del moltiplicatore mediante corrente continua, ossia l'uso di cicli di magnetizzazione asimmetrica, può riuscire, dal punto di vista del rendimento, più conveniente che l'uso

⁽³¹⁾ Se si riesce ad innescare il fenomeno di moltiplicazione secondo un'armonica pari, può anche riuscire di mantenerlo in regime permanente senza la f. m. m. continua, perchè può l'effetto di reazione della componente di frequenza $2nf$ sul circuito magnetico dar luogo ad una deformazione nel ciclo del flusso ed in quello della corrente di alimentazione, che stabilizza il fenomeno.

⁽³²⁾ Atti dell'A.E.I., 1911, vol. XV, pag. 391.

di cicli simmetrici. Infatti, a pari efficienza nella produzione dell'armonica desiderata, può accadere che il ciclo asimmetrico, il quale per la massima parte del suo sviluppo si mantiene nella regione di quasi saturazione e solo ad un suo estremo interessa la parte più propriamente isteretica delle variazioni di magnetizzazione, dia luogo a perdite minori, che quelle a cui dà luogo il ciclo simmetrico. Può quindi verificarsi, che, anche per la produzione di armoniche dispari, lo schema di principio della fig. 37 risulti preferibile a quello della fig. 33. In tal caso i due guizzi di segno opposto della tensione v non sono più a distanza di mezzo periodo fra loro, come nella fig. 30, sibbene si succedono quasi immediatamente, seguiti da un intervallo di tensione quasi nulla della durata di poco meno che un periodo. Perciò questo sistema, quando è usato con un solo circuito magnetico, come in fig. 37, presenta, di fronte al vantaggio accennato ed in confronto con lo schema della fig. 30, lo svantaggio di rendere più discontinuo l'afflusso di energia al circuito di utilizzazione (§ 23).

tensione differenziale non contiene più la fondamentale, nè le sue armoniche dispari, ma esclusivamente le armoniche pari.

23. *Moltiplicazione anarmonica per impulso.* — Se si esaminano i dispositivi di moltiplicazione statica descritti nei §§ precedenti e se si tien conto delle deformazioni prodotte, nelle leggi di variazione delle grandezze periodiche, dalla presenza del materiale di permeabilità variabile, si constata che, mentre nel caso della duplicazione la somministrazione di energia al secondario ha luogo nella medesima misura durante ciascun periodo della corrente di frequenza duplicata, in tutti gli altri casi di moltiplicazione su armoniche, siano esse dispari, siano pari, di frequenza più elevata, la somministrazione di energia al secondario, che utilizza una determinata armonica, avviene con un ciclo di variazione, che si compie non durante un periodo di quest'ultima, ma con ritmo più allargato, perchè occupa mezzo periodo od anche un periodo della fondamentale ⁽³⁴⁾. Ciò si chiarisce agevolmente riferendosi ad es. al caso di uno sche-

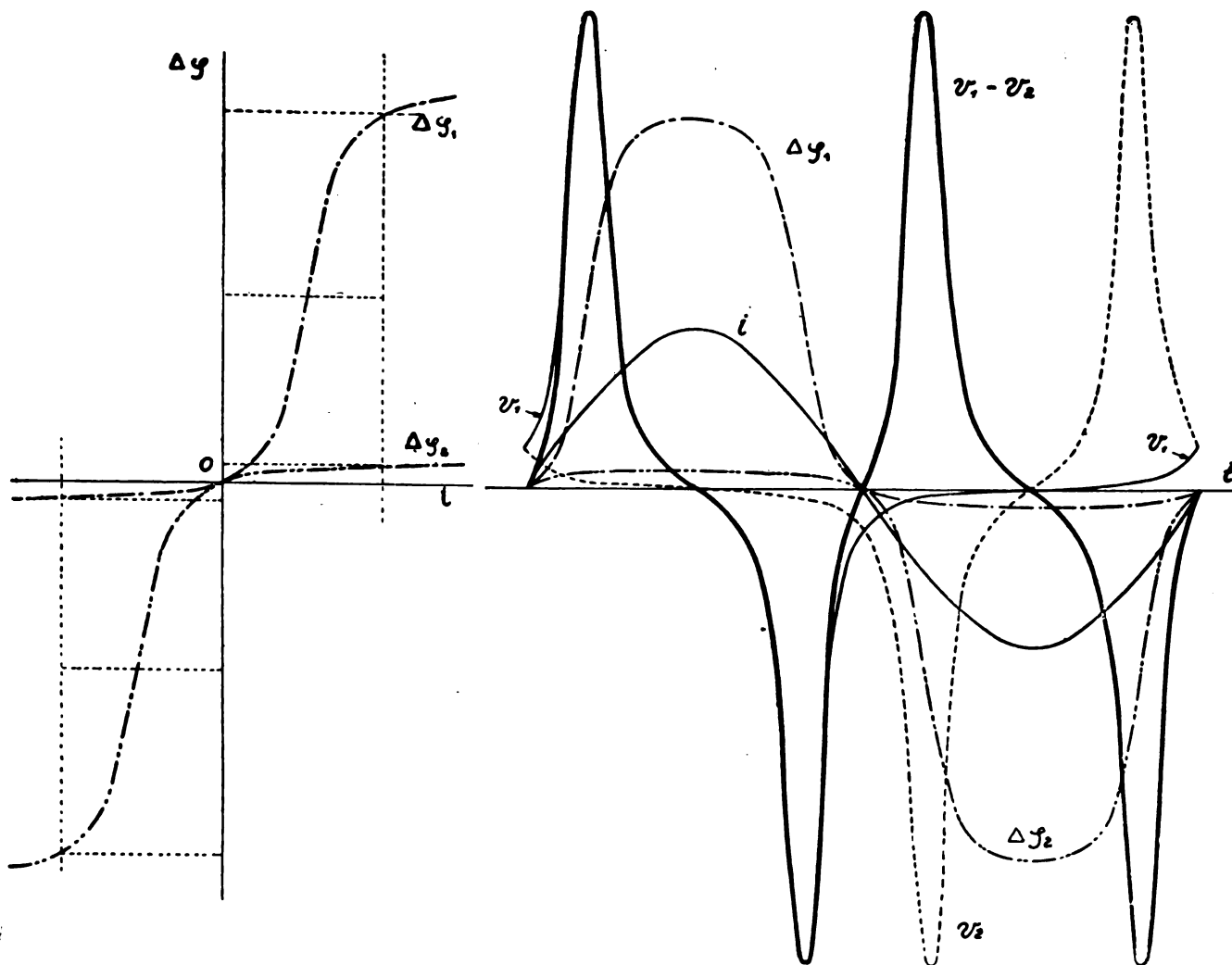


Fig. 39.

Anche per i moltiplicatori a magnetizzazione asimmetrica valgono le considerazioni svolte nel § precedente, riguardo al comportamento del sistema a vuoto e sotto carico e riguardo agli schemi più complessi, che si possono adottare per inserire sia il circuito di alimentazione, sia quello di utilizzazione, in derivazione parziale anzichè in serie rispetto al moltiplicatore, od in altre svariate maniere ⁽³⁵⁾.

Se si prende in considerazione il solo funzionamento a vuoto, e si suppone, come nel caso della fig. 30, che, mediante la risonanza, si renda la corrente primaria presso che sinusoidale, si può costruire graficamente, in modo analogo a quello tenuto per la figura ora ricordata, il modo di variare dei flussi e delle tensioni v_1 e v_2 ai capi dei due circuiti di ciascuna coppia, deducendo altresì il modo di variare della tensione differenziale $v_1 - v_2$ ottenuta mettendoli in opposizione (fig. 39). Questa

ma come quello in fig. 33, il quale dia luogo, in determinate condizioni, ad un andamento della tensione v fra i capi m n del tipo indicato in fig. 40. Sia ad es. v_1 la componente armonica di 9° ordine della v , che si vuole utilizzare a produrre una corrente di frequenza $9f$. Si rileva subito, che, se ad es. la corrente i , fosse in fase con la v_1 e potesse essere rappresentata, in una scala opportuna, dal medesimo diagramma, il diagramma delle potenze istantanee fornite al circuito di utilizzazione (supposto invariato il diagramma di v) sarebbe quello che limita l'area tratteggiata in figura, cioè l'energia sarebbe somministrata di fatto quasi esclusivamente durante quelli, che si potrebbero chiamare i guizzi della tensione v_1 ; e, nell'intervallo fra l'uno e l'al-

⁽³⁵⁾ Si veda ad esempio l'Elett. 1922, vol. IX, pag. 326 e Boll. R. T., vol. II, N. 19, pag. 203 e L'Elett. 1924, vol. XI, pag. 937 e Boll. R. T., vol. III, N. 29, pag. 137.

⁽³⁴⁾ Si può ottenere una somministrazione di energia meno discontinua, oltre che con l'alimentazione polifase, di cui si fa cenno più innanzi, anche con dispositivi a più circuiti magnetici ed in genere più complessi di quelli qui accennati, quale ad esempio il triplicatore di Kujira (L'Elett. 1919, vol. VI, pag. 161 e Boll. R. T., vol. I, N. 3, pag. 59).

tro di questi guizzi, il circuito di utilizzazione sarebbe abbandonato praticamente a sè stesso e continuerebbe ad oscillare solo per effetto di inerzia elettromagnetica. Ne segue, che l'ampiezza della corrente di utilizzazione i_u , non può essere costante, ma deve subire un graduale decremento durante ogni mezzo periodo della fondamentale, come è appunto indicato in fig. 40.

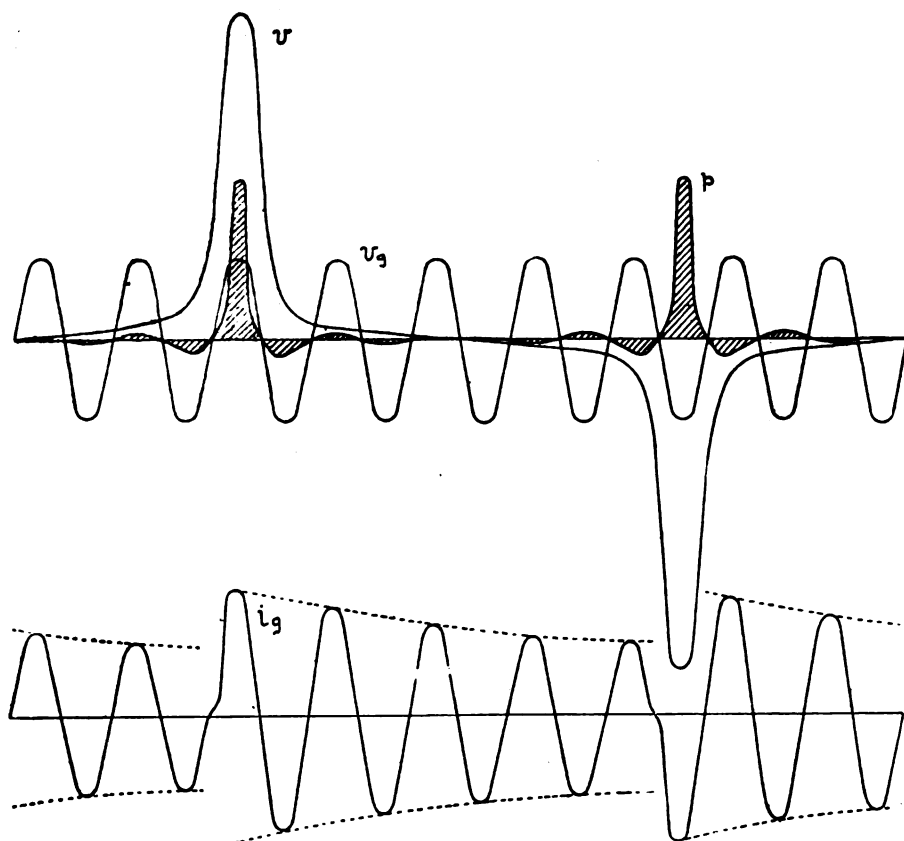


Fig. 40.

Sotto questo aspetto la moltiplicazione della frequenza partecipa della natura dei modi di eccitazione delle oscillazioni, detti *ad impulso*. Ma il passaggio dalla somministrazione di energia quasi continua a quella sempre più discontinua è graduale al crescere del rapporto di moltiplicazione, e non è quindi logico fare una distinzione assoluta fra moltiplicatori, che utilizzano la produzione di armoniche, e moltiplicatori, che utilizzano l'eccitazione ad impulso, quasi che fosse possibile costruire due moltiplicatori magnetici, aventi lo stesso rapporto di moltiplicazione e funzionanti, su un medesimo circuito di utilizzazione, sulla base di due principi diversi ⁽³⁵⁾.

Gli effetti della somministrazione discontinua di energia, ed in particolare le variazioni di ampiezza della corrente utile, sono tanto più accentuati, quanto più alto è il rapporto di moltiplicazione e quanto più rilevante il decremento totale del circuito di utilizzazione. Si vede allora come sia possibile, con i dispositivi descritti, ottenere una moltiplicazione di frequenza anche secondo fattori di moltiplicazione non interi, perchè, al sopraggiungere di un nuovo guizzo della tensione totale v , l'oscillazione preesistente è in ogni caso ridotta di ampiezza e non può opporsi all'inizio di una nuova oscillazione, anche se questa si determina con uno spostamento di fase rispetto a quella. Gli effetti dannosi di una discordanza di fase si attenuano tanto più, non solo quanto piccola è tale discordanza (cioè l'allontanamento da un fattore di moltiplicazione intero), ma anche quanto più grande è stata la riduzione di ampiezza, subita dall'oscillazione nell'intervallo di tempo fra un impulso e l'altro. Nel caso limite, in cui l'oscillazione si sia spenta completamente o quasi in tale intervallo (fig. 41), la regolazione della frequenza su un'armonica della fondamentale non ha più alcuna importanza e si ha un vero funzionamento

ad impulso, paragonabile a quello degli apparati radiotelegrafici a scintilla.

Le considerazioni esposte spiegano, perchè, nel regolare gradualmente gli elementi del circuito di utilizzazione di un moltiplicatore magnetico verso frequenze proprie sempre più elevate, non si abbia l'innescarsi del fenomeno della moltiplicazione soltanto sulle frequenze esattamente multiple della fondamentale, ma sia invece possibile ottenere corrente anche su frequenze intorno a ciascuna di quelle, in una zona tanto più ampia e con efficienza tanto maggiore, quanto più elevato è l'ordine della frequenza prodotta, fino a che lo spettro delle frequenze ottenibili diventa perfettamente continuo. Con ciò, naturalmente, le oscillazioni, prodotte anarmonicamente per impulso, perdono sempre più il carattere ed i pregi propri delle oscillazioni continue o ad ampiezza costante.

L'inconveniente può essere attenuato, pur conservando invariato il rapporto di moltiplicazione, se si prendono le mosse da un sistema polifase (da cui, con noti dispositivi statici, si può ricavare un sistema di egual frequenza con un numero di fasi comunque elevato) ⁽³⁶⁾. Si può allora, ad es., produrre su un unico circuito monofase di utilizzazione un numero di impulsi eguale al doppio del numero delle fasi, ossia eliminare tutte le armoniche all'infuori di quella di ordine eguale al numero delle fasi, accompagnata, ben s'intende, dalle sue armoniche proprie. Si può inoltre pensare a combinare anche l'azione moltiplicatrice magnetica con quella per raddrizzamento, di cui si è fatto cenno nel § 19.

24. Forme tecniche ed uso dei moltiplicatori magnetici. — La trasformazione di frequenza sulle reti industriali di trasporto di energia, che si rende ad es., necessaria per l'alimentazione di talune reti ferroviarie a trazione elettrica ed in genere per gli scambi di energia fra reti a frequenze diverse, non si può effettuare staticamente per varie ragioni. In molti casi infatti il rapporto fra le due frequenze non è un numero intero ed in alcuni si vuol rendere anche possibile una più o meno ampia variazione di esso. In altri casi, pur essendo il rapporto un numero intero (come avviene tra la frequenza industriale 50 e quella ferroviaria 16 e 2/3), si vuol fare la trasformazione nel senso della demoltiplicazione o almeno si vuole, che il dispo-

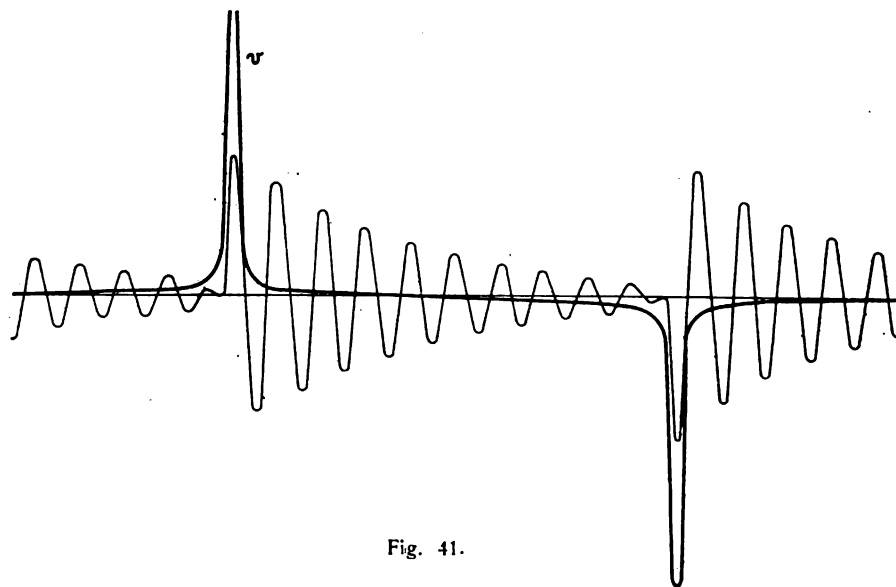


Fig. 41.

sitivo sia *reversibile*, condizione che non è senz'altro soddisfatta dai moltiplicatori magnetici. Infine, anche quando si tratta di sola moltiplicazione e con rapporto intero, il moltiplicatore magnetico non viene adottato, perchè esso richiede dal lato dell'alimentazione intense correnti magnetizzanti, come è facile intendere a chi rifletta che il sistema è basato su effetti di satu-

⁽³⁵⁾ H. G. W. HOWE. — *The El.*, 1925, vol. 94, N. 19, pag. 534.

⁽³⁶⁾ *L'Elett.* 1919, vol. VI, pag. 719 e *Boll. R. T.*, vol. I, N. 6, pagina 142.

razione magnetica, e dal lato dell'utilizzazione presenta forti reattanze interne e quindi grandi cadute di tensione. Questi inconvenienti possono essere compensati abbastanza facilmente mediante l'inserzione di capacità, quando si opera su frequenze elevate, ma nel caso delle frequenze industriali rendono per ora preferibile la soluzione elettromeccanica del problema.

Il campo di applicazione dei moltiplicatori è pertanto quello delle alte frequenze ed in particolare quello della radiotecnica. In esso i moltiplicatori rappresentano un ausilio efficace alla produzione per via elettromeccanica delle oscillazioni elettriche, perchè le difficoltà, che si oppongono alla costruzione di alternatori per frequenze elevatissime, crescono molto rapidamente al crescere della frequenza, così che può riuscire preferibile adottare un alternatore di frequenza media e moltiplicare quest'ultima, anzichè servirsi di un alternatore, che generi direttamente la frequenza desiderata. A parte il caso di piccole macchine speciali (e per piccole potenze le macchine sono oggi in condizione di inferiorità di fronte ai convertitori asincroni a triodi), gli alternatori radiotelegrafici vengono costruiti industrialmente, allo stato attuale della tecnica, per frequenze non superiori a 30.000 circa. Perciò, quando si vogliono produrre frequenze più elevate, o quando non si vogliono usare tali alternatori, di costruzione molto speciale, si adottano i moltiplicatori. Questi offrono altresì il vantaggio, nel caso di possibile funzionamento secondo diversi rapporti di moltiplicazione, di coprire varie gamme di frequenza, nei limiti di variazione di velocità dell'alternatore, che li alimenta.

S'intende che i moltiplicatori (salvo il caso della moltiplicazione anarmonica) danno una frequenza, che è legata a quella dell'alternatore, e conservano quindi al processo di generazione la caratteristica dei sistemi *sincroni*, in cui la frequenza prodotta è direttamente vincolata alla velocità di rotazione. Questa deve perciò essere regolata con estrema delicatezza, se si vuol mantenere costante la frequenza entro limiti molto ristretti, comunque vari il carico. A prima vista può sembrare, che a questo riguardo i generatori asincroni, i quali si limitano ad introdurre nel sistema una resistenza negativa, e lasciano che il circuito oscillatorio vibri con la sua frequenza naturale, siano nettamente superiori. Ma è noto che, mentre tale superiorità si manifesta nei riguardi del facile adattamento a produrre qualunque frequenza entro una gamma assai estesa, essa non si verifica realmente nei riguardi della costanza della frequenza prodotta, sia perchè gli elementi propri del circuito oscillatorio principale (specie se esso comprende l'antenna) non sono invariabili, sia perchè le modificazioni, che ad essi apporta la presenza del generatore asincrono, sono mutevoli con le sue condizioni di regime. A tal segno, che in taluni casi si ricorre all'eccitazione separata del generatore asincrono (§ 15), prendendo le mosse da uno *sincrono* ⁽²⁷⁾ e affrontando quindi difficoltà comparabili con quelle della rigorosa regolazione di velocità degli alternatori.

Fino ad oggi i moltiplicatori più usati nella radiotecnica sono i duplicatori a doppio circuito magnetico secondo gli schemi della fig. 38. Se si utilizzano convenientemente i fenomeni di risonanza, è possibile effettuare, senza perdite eccessive, più duplicazioni in cascata, ottenendo per ciascuna di esse rendimenti non molto lontani dal 90 per cento. L'eccitazione con corrente continua può esser fatta in comune per tutti i duplicatori ed offre un mezzo di regolazione assai efficiente, che può anche essere utilizzato per la manipolazione o per la modulazione delle correnti oscillatorie. Questi tipi di impianto, sviluppati specialmente dalla Società « Telefunken » ⁽²⁸⁾, permettono di regola anche la sostituzione della triplicazione alla duplicazione in uno o più stadi del moltiplicatore, offrendo così un discreto numero di differenti rapporti di moltiplicazione totale.

Più recentemente, ed in ispecie per ottenere frequenze assai elevate, se pure, per ora, con potenze di pochi kW, è stata effettuata la diretta trasformazione in un solo stadio e con elevati fattori di moltiplicazione, mediante schemi del genere di quelli indicati nelle fig. 33, 36 e 37 ⁽²⁹⁾; ed è stato possibile ottenere anche qui rendimenti relativamente favorevoli intorno al 70-80 per cento.

Dal punto di vista costruttivo è interessante rilevare, come sia in genere assai conveniente, per l'efficienza della moltiplicazione, che il flusso attivo sia costituito tutto da flusso « *anomalo* », cioè che siano ridotte al minimo le dispersioni magnetiche ed anche le parti di flusso non disperso, che si svolgono

fuori del ferromagnetico. Alla prima condizione si può soddisfare ricorrendo all'accoppiamento diretto anzichè a quello induttivo (ad es., fra m n , anzichè fra m , n , nel caso della figura 32), così che, da questo punto di vista, risulta ad es. nella fig. 38 preferibile lo schema c a quello b e questo allo schema a ; alla seconda condizione si cerca di soddisfare, costituendo innanzi tutto i circuiti magnetici completamente chiusi ⁽⁴⁰⁾ e per di più formando il concatenamento più stretto possibile fra l'avvolgimento dell'induttanza anomala ed il suo nucleo ferromagnetico, in modo che questo occupi tutte le porzioni di spazio, in cui il campo prodotto dalla corrente ha la maggiore intensità. A tal fine conviene che il ferro circonda il conduttore di corrente in forma di una specie di guaina, aderente ad esso alla minima distanza possibile ⁽⁴¹⁾.

Tenuto conto di ciò, che il fenomeno della moltiplicazione magnetica di frequenza si basa sulle variazioni di permeabilità del ferromagnetico, e che queste sono tanto più rilevanti, quanto più intenso è il valor massimo raggiunto dal campo durante la sua variazione ciclica, s'intende che conviene raggiungere valori di induzione nel ferro assai rilevanti. Questo fatto, insieme con quello che i moltiplicatori vengono usati per operare su frequenze già di per sè stesse assai elevate, in confronto con le frequenze industriali, rende conto sia delle dimensioni ridottissime, che i nuclei assumono anche per moltiplicatori di potenza considerevole, sia dell'elevato valore delle perdite per isteresi e per correnti parassite, che si determinano in ogni unità di volume del nucleo, sia infine della necessità di usare ferro assai finemente laminato. Questa laminazione (secondo spessori dell'ordine dei centesimi di millimetro) ha per iscopo di attenuare non solo le perdite provocate dalle correnti parassite, ma anche la dannosa reazione magnetica di queste ultime. Pur tuttavia il valore specifico assai rilevante delle perdite richiede che si provveda, mediante i noti artifici di circolazione di fluidi, a sottrarre artificialmente dai nuclei il calore in essi prodotto, non appena si tratti di apparecchi di potenza non piccolissima. Si è poi anche pensato ad accrescere l'efficienza dei moltiplicatori usando materiali ferromagnetici speciali, in cui la curva di magnetizzazione anisteretica (§ 20) presenti un gomito particolarmente brusco, e mantenendo questi materiali alla temperatura, per la quale tale proprietà è più accentuata.

V. - Conclusione.

25. Lo studio, di cui si è voluto render conto in questa nota, ha avuto per iscopo di formulare e di coordinare i principi, su cui si basa il funzionamento dei sistemi di trasformazione statica di corrente alternata in continua o viceversa, e di corrente alternata di una data frequenza in altra di frequenza differente. Gli apparecchi, che effettuano tali trasformazioni, sono stati chiamati *convertitori* statici di corrente, per distinguerli dai trasformatori, il cui nome ha ormai il significato ben definito di apparecchi per la trasformazione statica di corrente alternativa senza mutamento di frequenza.

I convertitori statici sono stati suddivisi in tre categorie: i *raddrizzatori*, che convertono corrente alternata in continua; i *generatori di oscillazioni*, che convertono corrente continua in alternata; ed i *moltiplicatori di frequenza*, che effettuano la sola trasformazione statica fra frequenze finite, che abbia trovato effettiva applicazione nella tecnica.

Il comportamento delle varie categorie di convertitori statici è stato interpretato (senza trattare dell'essenza fisica dei fenomeni utilizzati) mediante un procedimento generale, che si basa sulla considerazione di *circuiti anomali*, ossia di circuiti, i cui parametri caratteristici di resistenza, o di induttanza, o di capacità non siano costanti. Le proprietà di tali circuiti sono state a loro volta esaminate con l'aiuto delle così dette *caratteristiche*, che definiscono il modo di variare di quei parametri; e si è cercato di indicare nelle loro linee fondamentali i procedimenti teorici, che meglio permettono di rappresentare e di discutere il funzionamento dei singoli dispositivi.

Senza entrare nella descrizione particolareggiata dei convertitori statici, si è dato un cenno dello stato attuale della tecnica che li riguarda e della loro posizione in confronto con le altre soluzioni, attuate o proposte, per i medesimi problemi. Si è rilevato come, all'infuori dei raddrizzatori a vapori di mer-

⁽²⁷⁾ A. G. LEE. — *The El.* 1925., vol. 94, pag. 510.

⁽²⁸⁾ *L'Elett.* 1920, vol. VII, pag. 547 e 582 e Boll. R. T. vol. I, N. 11, pag. 260 e 266.

⁽²⁹⁾ Loc. cit. nota 33.

⁽⁴⁰⁾ Nella figura 31 e nelle seguenti i nuclei sono stati rappresentati convenzionalmente, per rendere più semplici e chiari gli schemi, mediante poche linee parallele; ma debbono sempre essere considerati come nuclei a circuito magnetico chiuso.

⁽⁴¹⁾ N. LINDENBLAD e W. W. BROWN. — J. A. I. E. E., 1925, vol. 44, pag. 469.

curio, i convertitori statici non abbiano ancora trovato posto negli impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica, in sostituzione del macchinario elettromeccanico. Ma si è anche constatato, come altri rami assai importanti della tecnica, ed in particolare quello delle radiocomunicazioni, utilizzino largamente i nuovi apparecchi e ne promuovano il continuo progresso. Tutto lascia prevedere, che il loro campo di applicazione si andrà largamente estendendo e la loro importanza, già oggi non piccola, crescerà rapidamente. Di pari passo andrà senza dubbio perfezionandosi e generalizzandosi la teoria dei convertitori statici, di cui in questo studio si è tentato di abbozzare un primo tentativo di sintesi.

LE SPECIALIZZAZIONI DELLA INGEGNERIA E GLI ESAMI DI STATO □ □ □

M. PANETTI

Nel propormi di discorrere degli esami di Stato per l'esercizio della professione di Ingegnere in un periodico tecnico, io non intendo, e non potrebbe del resto essere mio compito, discutere gli argomenti in favore della opportunità della loro istituzione, nè agitare la questione se sia più vantaggioso tenere tali esami distinti ovvero identificarli con l'esame di Laurea.

Debbo soltanto riconoscere che, indipendentemente dalla loro vera ragion d'essere, essi contribuiranno a rendere più rigoroso il controllo della prova che corona gli studi, aumentandone la sincerità, grazie alle precauzioni prese per il loro svolgimento, e dando maggior peso al giudizio di Commissari estranei alla Scuola, che curò la preparazione dei candidati.

Con quest'ultimo mezzo anzi si potranno favorire ed intensificare i rapporti fra i vari Istituti, promuovendo un utile scambio di idee sui mezzi didattici e sulla loro efficacia, con vantaggio della coltura tecnica superiore.

*

Ma la questione assurge a vero interesse tecnico in quanto la scelta dei temi d'esame, di cui parla l'art. 54 del Regolamento, tocca l'argomento delle suddivisioni fondamentali della Ingegneria. Si riconosce infatti al candidato il diritto di optare per una piuttosto che per l'altra di esse, al fine di provare la sua preparazione specifica, e si distinguono a tale scopo cinque rami nelle discipline dell'Ingegnere:

- le costruzioni edili;
- le costruzioni di ponti, strade e ferrovie;
- le costruzioni idrauliche e marittime;
- gli impianti industriali;
- le costruzioni navali.

*

Ora lo sviluppo della ingegneria industriale ha raggiunto oggi una tale estensione, che il ramo degli impianti industriali appare subito, ed in forte misura, più esteso di ciascuno degli altri e forse di tutti gli altri insieme riuniti.

Volendo classificare gli argomenti che si possono comprendere sotto la denominazione di impianti industriali, il tecnico rimane persino incerto sulla scelta dei criteri più logici di aggruppamento.

La classificazione che fa capo ai principi scientifici, dai quali le applicazioni industriali discendono, distingue gli impianti in quattro categorie secondochè in essi prevale l'elemento meccanico, il termico, l'elettrotecnico od il chimico.

I mezzi di trasporto, di sollevamento, di lavorazione per taglio, frantumazione o compressione, la filatura e la tessitura stanno nel primo gruppo.

La produzione di forza motrice con mezzi termici, gli impianti di riscaldamento o refrigerazione, quelli di ventilazione, la tecnica dei forni, i sistemi di ricupero del calore costituiscono il secondo gruppo.

I mezzi di generazione, utilizzazione, trasformazione e trasporto della energia elettrica nella loro magnifica varietà, che li rende applicabili agli scopi industriali più disparati, formano il terzo.

La serie inesauribile delle industrie che nel processo chimico trovano il mezzo fondamentale di azione, dalle grandi

industrie chimiche tradizionali alle industrie speciali dei composti organici ed alle moderne industrie elettrochimiche, costituiscono l'ultimo gruppo.

*

Non vi ha dubbio, per trattare degnamente uno di questi argomenti occorre assai spesso una competenza più che mediocre nelle discipline fondamentali che si riferiscono ad altro gruppo.

Così la termotecnica e la elettrologia, se non la vera elettrotecnica, sono discipline ausiliarie indispensabili a chi vuole approfondire gli impianti chimici; così la conoscenza delle caratteristiche dei motori a vapore e ad olio pesante nonchè degli impianti idrodinamici è complemento necessario alla coltura dell'elettrotecnico.

Ed è importante che la Scuola curi con la massima diligenza questi coordinamenti, come è giusto evitare una eccessiva specializzazione nella coltura dell'Ingegnere, assicurando a tutti quelli che si fregiano di questo titolo una preparazione abbastanza sicura in tutte le discipline fondamentali dell'arte nostra.

Ma non si può negare che una competenza generica in tutti i rami industriali, anche al principio dell'esercizio della professione, è oggi innanzi tutto, e che, rispetto alle categorie sopra indicate degli impianti che li riguardano, la preparazione del giovane ingegnere è tutt'altro che intercambiabile.

*

Del resto la tesi che qui si sostiene, perorando un frazionamento del quarto ramo delle discipline tecniche, perchè eccessivamente comprensivo, trova un valido argomento di rincalzo nella suddivisione stessa della antica Ingegneria civile, che il Regolamento degli esami di Stato distingue in tre specializzazioni.

Al candidato si riconosce di fatto il buon diritto di scegliere fra le costruzioni edili, le costruzioni di ponti, strade e ferrovie e le costruzioni idrauliche e marittime. Eppure le tre suddivisioni accennate si coordinano essenzialmente intorno ad una stessa materia fondamentale: la resistenza dei materiali, sotto i suoi due punti di vista: scienza delle costruzioni e tecnologia dei materiali. Sicchè non vi ha dubbio che fra le competenze speciali ai tre rami passa minor divario che fra quelle riguardanti le quattro suddivisioni qui indicate per gli impianti industriali.

Si verificò insomma questo fatto che, progredendo incessantemente la Ingegneria, e sopra tutto allargandosi in modo inatteso il campo delle sue applicazioni, le antiche suddivisioni di essa appaiono oggi eccessivamente di dettaglio, mentre le nuove sembrano esageratamente comprensive.

*

Ho lasciato intendere che il frazionamento della Ingegneria civile in tre sottodivisioni mi pare eccessivo. In particolare la specializzazione nel solo campo edile, se non assurge ad una vera competenza architettonica, ovvero ad una conoscenza larga delle esigenze particolari di edifici aventi una speciale destinazione, come ospedali, scuole, teatri, può sembrare oggi inadeguata alla importanza del titolo di ingegnere, tanto che il semplice diplomato nelle Scuole professionali ha buon diritto di esercitarvi la sua concorrenza.

Ma anche il ramo delle costruzioni dei ponti, strade e ferrovie e quello delle costruzioni idrauliche e marittime possono sembrare troppo circoscritti, se, nella preparazione che li riguarda, non si include la conoscenza delle discipline meccaniche, alle quali essi debbono oggi i grandiosi mezzi d'opera di cui largamente si valgono.

Ora, in un esame di idoneità, quale è l'esame di Stato, è difficile pretendere che gli argomenti di complemento siano considerati come corredo indispensabile della preparazione del candidato. Per ottenere la sufficienza basterà, come ha sempre bastato in qualsiasi esame, dimostrare il possesso delle nozioni fondamentali della materia.

Quindi nel caso in cui i confini di essa siano eccessivamente ristretti, ciò che si esige dal Candidato può diventare irrisorio.

*

Ma un'altra disposizione regolamentare viene ad aggravare questo carattere, accentuando la disparità nella ampiezza degli studi richiesti ai civili ed agli industriali per la prova di Stato.

Intendo accennare all'esame riguardante lo svolgimento di un progetto elementare di costruzione civile, che è tassativamente imposto a tutti i candidati, qualunque sia la specializzazione da essi dichiarata.

Il concetto direttivo che ha suggerito questa norma non manca certo di un serio fondamento. In ogni ramo della Ingegneria di fatto la conoscenza elementare delle costruzioni edili è complemento importante della competenza specifica. Entro un edificio di tipo più o meno simile a quello che serve alle abitazioni civili, e che in ogni caso si vale degli stessi elementi costitutivi, l'ingegnere di qualsiasi specializzazione deve collocare il suo macchinario, o una parte almeno dei suoi impianti: e l'adattamento dei mezzi di produzione alle strutture destinate a contenerli, nonché di queste a quelli, costituisce una delle maggiori difficoltà di qualsiasi progetto.

Ma il saggio di costruzione edile imposto a tutti senza differenziazioni rappresenta una disparità di trattamento per le diverse specializzazioni, e mentre non aggiunge alcun elemento nuovo di giudizio rispetto a chi abbia scelto appunto per la prova specifica il ramo edile, costituisce un esperimento non facile per chi domanda di mostrare la sua preparazione negli impianti industriali o nelle costruzioni navali.

*

Il paziente lettore che mi ha seguito fin qui mi domanderà probabilmente di concludere con una proposta. La cosa non è facile; invero la risoluzione di un problema che impone il concorso di tutte le competenze non può essere data da un solo.

Scrivendo queste poche linee non mi sono arrogato altro compito che quello di richiamare l'attenzione sopra un quesito vitale dell'insegnamento tecnico superiore, poichè il successo di una riforma è in ogni caso favorito dall'interesse che i competenti pongono nello studiarla.

Tuttavia la proposta che discende logicamente dalle premesse è duplice:

1) Rimaneggiare la suddivisione dei gruppi, riunendone alcuni e sdoppiandone altri, per esempio, nel modo seguente:

Costruzioni edili e stradali;
Costruzioni idrauliche e marittime;
Industrie meccaniche e termiche;
Impianti elettrici;
Industrie chimiche;
Costruzioni navali.

2) Accertare nel candidato una competenza generica in un ramo diverso da quello prescelto per la prova specifica, che potrà essere lasciato, come il primo, alla libera sua scelta.

Può servire a tal fine il terzo saggio previsto dal Regolamento attuale, che dovrebbe consistere in una relazione critica su di un progetto o su di un'opera eseguita.

Le disposizioni vigenti affidano tale saggio all'arbitrio di ciascuna Commissione. Disponendo invece che esso pure corrisponda alle suddivisioni previste, e che ogni candidato, come si disse, sia tenuto a svolgerlo in una materia diversa da quella per la quale optò nella prova specifica, si otterrebbe il risultato di assicurare una base sufficientemente larga nella preparazione dell'Ingegnere.

Così si affermerebbe con uniforme criterio per tutti i rami dell'Ingegneria l'indirizzo tradizionale della Scuola Italiana nel campo della istruzione tecnica superiore: una moderata specializzazione nelle applicazioni conciliata con una solida cultura scientifica, estesa a tutte le discipline che sono base dell'arte nostra.

Torino, R. Scuola d'Ingegneria.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

□ MISURE DI CORRENTI PULSANTI □

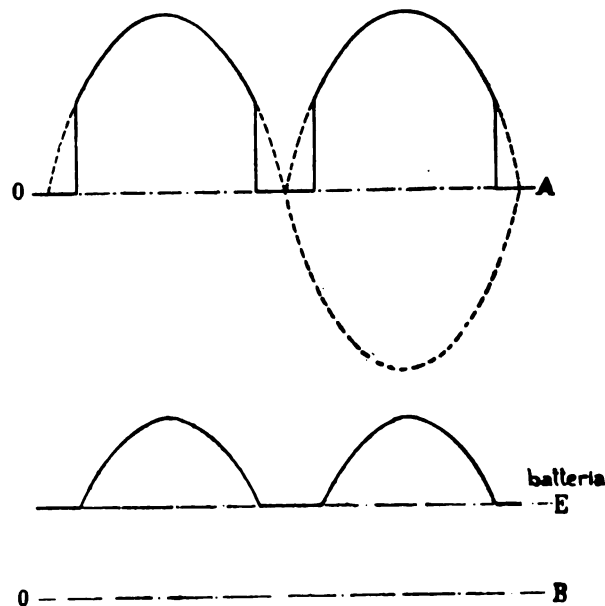
G. FAGIANI

A complemento della mia comunicazione pubblicata nel n. 25 di questo giornale (dell'anno scorso) credo utile render noto il risultato di misure eseguite sopra un modello di trasformatore-raddrizzatore scelto tra uno di serie, e spendere qualche parola sulle misure, in generale, delle correnti pulsanti adoperate per la carica di accumulatori.

Fra le caratteristiche di una corrente pulsante, se si considera il caso teorico di una successione di semionde tutte dello stesso segno, abbiamo un valore massimo, uno medio ed uno efficace ed i rapporti fra di loro sono i soliti; mentre se si considera il raddrizzamento di una sola semionda, il rapporto tra i valori medio ed efficace è $1,1 \sqrt{2} = 1,57$. Quando invece si passi al caso di una corrente pulsante ricavata da una rete industriale e si usi l'interruzione dell'ultima parte della semionda (come nei raddrizzatori meccanici) questi valori sono in pratica alquanto diversi e li riportiamo dettagliatamente più avanti nella tabella delle misure eseguite.

Inoltre l'accumulatore caricato con corrente pulsante, anzichè perfettamente continua, peggiora il suo rendimento perchè mentre la carica è proporzionale al valore medio della corrente, l'energia dissipata in calore è $R I_{eff}^2$ e siccome I_{eff} è circa 1,3 di I medio, ne risulta che l'energia dissipata per effetto Joule sarà 1,7 di quella corrispondente alla stessa carica eseguita con corrente continua. Se la corrente pulsante utilizza una sola semionda tali valori divengono rispettivamente 1,8 e 3,25. Risulta quindi chiaramente che il raddrizzamento di una sola semionda non può essere economicamente praticato con alcun tipo di apparecchio.

Risulta anche che in un raddrizzatore si dovrebbero considerare, se è lecita la frase, due rendimenti; il vero rendimento elettrico $\frac{W_{resi}}{W_{spesi}}$ e un altro rendimento, che chiameremo economico, eguale ancora a $\frac{W_{resi}}{W_{spesi}}$ ma considerando come watt resi il prodotto dei valori medi, prodotto che è paragonabile alla potenza di una corrente continua capace di produrre lo stesso lavoro elettrochimico. Ma per eseguire questa misura in modo pratico vi è qualche difficoltà.



Infatti se noi inseriamo nel circuito di carica di un raddrizzatore qualunque, un amperometro termico ed uno a magneti permanente, potremo facilmente misurare i valori efficace e medio della corrente pulsante, ma quando si voglia misurare gli stessi valori della tensione, si potrà farlo solo col raddrizzatore a vuoto, perchè appena si chiude il circuito sulla batteria, la tensione di questa colmerà in parte la lacuna del periodo d'interruzione o comunque di tensione prossima allo zero, facendo aumentare così entrambi i valori e in misura

maggiore quello medio. Si leggeranno nel primo caso i valori della curva *A* e nel secondo i valori della curva *B*; non si potrà quindi leggere durante la carica il valore medio della tensione del raddrizzatore. D'altronde non si può farsi un concetto dell'attitudine alla carica misurando solo il valore medio della tensione a circuito aperto, perchè quando il periodo d'intervallo sia notevole o si adoperi un solo semiperiodo, può accadere, e ci è già accaduto, che il valore medio della tensione raddrizzata sia alquanto inferiore a quella della batteria, eppure la carica avvenga lo stesso.

Per queste ragioni credo forse più conveniente considerare il vero rendimento misurando col wattmetro l'energia spesa e resa e tener conto poi, quale indice della bontà del raddrizzatore, del *fattore di forma* della corrente pulsante $\left(\frac{I_{eff}}{I_m}\right)$.

Infatti il wattmetro non resta influenzato dalla componente continua della tensione dovuta alla batteria e, salvo qualche lieve differenza dovuta ad eventuali armoniche, ci darà la vera potenza resa. Il fattore di forma della corrente ci darà poi la idea di come tale potenza verrà sfruttata dall'accumulatore.

Su questo punto, che credo d'interesse generale oggi che abbiamo una fioritura di raddrizzatori e che molti si trovano nella necessità di usarli, sarebbe forse utile e proficua un po' di discussione; per questo l'addito ai Consoci.

E' logico che, in ogni caso, la corrente, agli effetti del computo delle amperora, dovrà essere misurata con strumento a magneti permanente, cosa questa che purtroppo tutti non sanno. Vi sono in commercio dei raddrizzatori utilizzanti un solo semiperiodo $\left(\frac{I_{eff}}{I_{med.}} = 1.8 \text{ circa}\right)$ che sono muniti di am-

perometro elettromagnetico, ed è quindi impossibile calcolare la durata e regolare l'intensità di carica basandosi sulle letture di tale strumento.

Riportiamo nella tabella che segue i valori ricavati da misure eseguite con strumenti campione su un nostro raddrizzatore caricando una batteria di due elementi. Le tensioni comprendono anche le cadute dovute agli amperometri ed alla resistenza di regolazione.

TENSIONE			CORRENTE			Watt	NOTE
valore efficace	valore medio	fattore forma	valore efficace	valore medio	fattore forma		
8.1	6.3	1.285	—	—	—	—	Circuito aperto
8	7.4	—	1.3	1. —	1.3	9.5	Carica
7.2	6.8	—	2.52	2. —	1.27	16. —	"
6.7	6.25	—	3.1	2.54	1.22	18.5	"
6.3	6.25	—	3.3	2.77	1.19	19.5	"
6.4	3.75	1.71	—	—	—	—	Circuito aperto
6.6	6	—	0.83	0.5	1.76	5	Carica
6.2	5.7	—	1.75	1. —	1.75	8	"
5.7	5.35	—	2.5	1.37	1.75	10.5	"

L'ultima parte della tabella porta i valori ottenuti utilizzando un solo semiperiodo, che abbiamo voluto misurare benchè l'apparecchio li utilizzi normalmente ambedue.

Come è facile vedere, i fattori di forma sono ottimi.

Milano, marzo 1926.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. - II^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente

• 20, —
più per postali • 2, —

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia

• 20, —
più per postali • 3, —

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)

• 2,50
più per postali • 0,80

CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia

• 1, —
più per postali • 0,50

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici

• 3, —
più per postali • 1, —

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche

• 4, —
più per postali • 1, —

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

V. GALLINA — Verso il riscaldamento elettrico degli ambienti. (Annali della R. Scuola di Ingegneria di Padova, dicembre 1925, pag. 367).

L'A. considera prima ampiamente i requisiti igienici di un impianto di riscaldamento, ed illustra il basso rendimento ottenibile coi comuni sistemi a combustibile.

Dopo considerazioni teoriche sul meccanismo delle trasformazioni dell'energia, le quali permetterebbero di non escludere a priori la possibilità di ottenere da 1 kWh più delle 864 calorie, fermo restando il primo principio della meccanica, l'A. ricorda i grandi progressi compiuti, anche dal punto di vista economico, nell'illuminazione elettrica. Ne deduce la possibilità che anche il riscaldamento elettrico, possa in progresso di tempo, entrare nell'uso comune e divenire economicamente conveniente.

Naturalmente l'A. vede il maggiore ostacolo nei prezzi di tariffa della energia elettrica. L'A. afferma che già da qualche Società vengono praticate, per riscaldamento di ambienti, tariffe di prezzi minimi. L'A. conta molto sulla pretesa disponibilità di larghe quantità di cascami d'energia e sulla necessità nella quale si troverebbero le Società elettriche di cercare sempre maggiori sbocchi nel consumo della energia prodotta. Osserva che col progredire dei metodi di illuminazione andrà diminuendo il consumo di energia per tale scopo, lasciando così una disponibilità per uso di riscaldamento. Ritiene sarebbe oggi sopportabile per l'utente industriale un prezzo di 16 a 17 centesimi per kWh ed anche notevolmente inferiore nei casi di limitazioni di orario; per riscaldamento di ambienti crede che le tariffe debbano e possano scendere a valori ancora più bassi, che intravede, al valore attuale della moneta, in 7 centesimi per kWh per le eccedenze notturne e tutt'al più in 15 centesimi per forniture continue. L'A. richiama anche lo studio dell'Ing. Durando pubblicato sull'*Elettrotecnica* (vol. X, 1923, pag. 225).

Passando a considerare i diversi sistemi di riscaldamento elettrico, osserva che per le stufe elettriche il rendimento è del 100%, o tutt'al più del 95% tenendo conto delle perdite in linea.

Coi sistemi a termosifone con caldaie elettriche, si hanno tutti i vantaggi del riscaldamento centrale ma il rendimento è minore. I sistemi ad accumulazione, sia con riscaldamento di liquidi sotto pressione, sia con serbatoi di vapore, si adattano bene a questi impianti. Il rendimento, che è di circa 80% con caldaia elettrica senza accumulazione, si abbassa naturalmente negli impianti ad accumulazione fino al 60 ÷ 70%.

Più interessanti sono i sistemi, basati sul concetto di utilizzare l'energia elettrica non per produzione diretta di calore, ma per realizzare un trasporto di calore da una sorgente fredda ad una più calda, analogamente a quanto avviene negli impianti frigoriferi.

L'A. richiama a questo proposito le considerazioni pubblicate dal Prof. Baulino fin dal 1920 nell'*Elettrotecnica* (vol. VII, 1920, pag. 318) il quale proponeva appunto di usare l'energia elettrica a scopo termico per azionare macchine frigorifere, ricavando anche come prodotto secondario, del ghiaccio. Secondo il Prof. Baulino si potrebbero con tale sistema ricavare 1728 calorie utili per kWh oppure 1600 calorie in caldaia e 845 frigorifici nella miscela in congelabile. Supponendo nella trasformazione diretta dell'energia elettrica in calore, un 15% complessivo di perdite, si ricaverrebbero 734 calorie per kWh. Cui sistemi indiretti si otterrebbe cioè una disponibilità utile di calore più che doppia (rispettivamente 2,35 volte e 2,15 volte oltre 8 kg di ghiaccio). Naturalmente le macchine frigorifere dovrebbero essere studiate in modo particolare.

L'A. ritiene conveniente non ricorrere alla produzione di ghiaccio il quale troverebbe scarso esito nella stagione invernale. Riprendendo i calcoli del Prof. Baulino, crede poi si possa generalmente ritenere alquanto più bassa la temperatura della sorgente fredda, e precisamente di 5° per la sorgente fredda e di — 5° per il fluido intermedio. In caldaia sarà prudente stare intorno a 96° o 97° per evitare eventuali evaporazioni improvvise; per il fluido intermedio non oltre 105°.

Se si compiesse il ciclo esatto di Carnot il calore versato nel serbatoio-caldaia è facilmente calcolabile in 2968 calorie per kWh il che dà, per un rendimento 58%, calorie 1721 disponibili. Colla trasformazione diretta e rendimento 90% si avrebbero 777 calorie utili. Col primo metodo l'effetto utile è 2,21 volte maggiore.

Confrontando invece col sistema termosifone a caldaia elettrica, l'A. considera un rendimento 90% nei trasformatori e dell'80% nelle tubazioni di vapore; si otterrebbero quindi $864 \times 0,90 \times 0,80 = 622$ calorie utili contro 1721 del metodo indiretto con un vantaggio di 2,76 volte a favore di questo.

E' da ricordare anche il riscaldamento elettrico centrale ad aria calda, il quale ha il vantaggio di provvedere anche alla ventilazione; da esso però si può prevedere di non ricavare più di 648 calorie utili per kWh.

L'A. stabilisce poi qualche interessante confronto economico.

Pel riscaldamento locale con stufe assidue: costo di una stufa

L. 300 in media, consumo di carbone kg. 0,71 per 1000 calorie; costo di una stufa elettrica equivalente L. 400 in media. Spese di ammortamento L. 60 annue per la stufa a carbone e L. 80 per quella elettrica; spese di mano d'opera (L. 2,50 al giorno) L. 425 per stufa a carbone, e nulla per quella elettrica. In base a costi di L. 31 al quintale per carbone e L. 0,30 per kWh, la spesa annua derivante sarebbe rispettivamente di L. 332 e L. 579. La spesa annua complessiva risulta di L. 813 per la stufa a carbone e di L. 659 per quella elettrica, pari a L. 0,544 e L. 0,438 per 1000 calorie utili. Il confronto è a vantaggio della stufa elettrica in virtù della mancanza di spese per servizio.

Confrontando invece i due sistemi a termosifone con caldaia a carbone o caldaia elettrica, l'A. si riferisce a un edificio a tre piani di 30 ambienti da 60 m³ necessitanti 18 calorie per m³-ora. Assume il costo dell'impianto completo L. 20.600; effetto utile del 40%. Si ottiene: consumo di 13,2 kg. di carbone per ora, pari a L. 0,126 per 1000 calorie utili; spese di servizio, un terzo di L. 2,50 all'ora; interessi, ammortamenti, manutenzioni, L. 4120 all'anno. In definitiva, per un funzionamento di 150 giorni di dieci ore, si avrebbe una spesa di L. 11.508.

Colla caldaia elettrica si può ritenere: costo di impianto L. 23.700, effetto utile 80% e quindi consumo complessivo di 70.347 kWh stagionali; supposto un costo di L. 0,15 per kWh, la spesa annua di energia sarebbe di L. 10.552; spese di servizio circa un quarto di quelle per caldaie a combustione. In conclusione spesa annua di L. 15.604, ossia superiore del 35% a quella con impianto a carbone.

Supponendo di adottare la caldaia elettrica con accumulazione di calore, l'A. assume i seguenti dati: fornitura di energia per sei ore, riscaldamento per dieci ore; spese di impianto 29.700; rendimento complessivo dell'impianto 0,65%; perdite in linea e nei trasformatori 10%; costo dell'energia L. 0,07 per kWh; spese di servizio pari a quelle dell'impianto a carbone; interessi, ammortamento e manutenzione 20% delle spese di impianto. Si ricava un consumo di 640 kWh giornalieri e una spesa annua totale di L. 13.910 ancora superiore a quella con impianto a combustione.

Quanto agli impianti con metodi elettrici indiretti, a cui si è accennato, l'A. rileva come non sia attualmente possibile impostare un calcolo economico su basi attendibili.

Concludendo l'A. ritiene che nel caso di nuovi impianti la questione dell'adozione del riscaldamento elettrico meriti di essere sempre esaminata, specialmente se, oltre la questione economica, si vogliono tenere presenti gli altri fattori di semplicità, pulizia, condizioni igieniche, ecc.

L'A. ritiene che l'estendersi degli impianti di riscaldamento elettrico sia molto favorevolmente considerata dalle Imprese di produzione, e auspica un intervento del Governo nel senso di dare un impulso verso la migliore soluzione del problema dal punto di vista economico.

R. S. N.

IMPIANTI.

REGERBIS — Misura della distribuzione della tensione e del campo elettrico su catene d'isolatori. (E. T. Z., 26 febbraio e 5 marzo 1925).

In una prima parte dell'articolo l'A., dopo aver ricordata la difficoltà di realizzare in laboratorio la disposizione effettiva della catena in esercizio, riassume i vari metodi di misura, ed analizza le cause d'errore.

A seconda dei metodi, si misura la tensione sopportata da ciascun elemento con uno spinterometro, od un elettrometro in parallelo; si può analogamente misurare la tensione fra il palo ed una armatura, e tra questa e la linea.

Gli altri metodi sono potenziometrici, a resistenza, a capacità, con trasformatore a più prese. Si può pure impiegare un trasformatore ausiliario, la cui tensione, variabile, si contrappone a quella in misura.

Tutti questi metodi subiscono a tensioni elevate limitazioni, per quanto concerne l'esattezza, specie nella misura della percentuale di tensione competente all'elemento presso la linea.

Se le misure sono fatte a tensioni alle quali non si manifestano effluvi, esse sono influenzate solo dalla capacità degli organi di misura, soprattutto con spinterometro a tensioni elevate, necessitando sfere grandi. La capacità dell'elemento in prova risulta maggiore, e l'elemento sopporta una minore tensione. Ne viene che la somma delle tensioni degli elementi misurate risulta minore della totale, tanto più quanto più piccola è la capacità degli elementi.

A tensioni più elevate le connessioni, se non giacciono in superfici equipotenziali, danno luogo ad effluvi, e nelle misure relative all'elemento presso la linea, esso risulta sottoposto a maggior tensione perchè gli altri vengono shuntati dall'effluvio. L'errore si attenua isolando le connessioni, adagiandole in superfici equipotenziali, ed anche impiegando sfere grandi.

Intervenendo poi effluvi lungo la catena, l'elemento presso la linea, prima che la tensione ad ogni semi periodo giunga al massimo disperde per effluvi, e gli elementi successivi risultano così sovraccaricati, se il sovraccarico per il secondo è eccessivo, esso si comporta analogamente. Il primo ed eventualmente il secondo elemento hanno il massimo di tensione anticipato rispetto al massimo della tensione applicata; gli altri no. Ne risulta che la somma delle tensioni massime mi-

surate è maggiore di quella applicata, ed il primo elemento ha minor percentuale di tensione.

Nelle prove sotto pioggia la capacità degli elementi è shuntata dai filetti di pioggia e la distribuzione della tensione lungo la catena è più uniforme. A tensioni elevate gli effluvi danno luogo al medesimo fenomeno in modo più cospicuo.

Anche cariche statiche, che in laboratorio possono aversi per effluvi delle connessioni, ed in esercizio per attrito di sabbie portate da vento, possono influire sulla distribuzione di tensione, sebbene questa sia alternata. Sono però rimosse semplicemente dal vento.

Nella seconda parte dell'articolo l'A. riferisce su di un nuovo metodo di misura che consiste nel rilevare il campo elettrico, dedurne le superfici equipotenziali, e poi misurare la differenza di tensione fra queste con tubi di Geissler.

Per rilevare le linee di forza nelle vicinanze della catena viene impiegato una pagliuzza di circa 2 cm., libera di ruotare intorno ad un'asticina orizzontale di acciaio lunga un cm., sospesa a due fili di seta. Disponendo la pagliuzza in un piano meridiano, essa assume la direzione della linea di forza, che si disegna su di uno schermo parallelo al detto piano sul quale viene proiettata l'ombra della catena e della pagliuzza.

Nota la direzione delle linee di forza riesce possibile il tracciare le superfici equipotenziali; nelle vicinanze degli elementi occorre però completare le linee di forza avvicinandole alle armature perpendicolarmente, e tenendo conto della rifrazione nell'isolante.

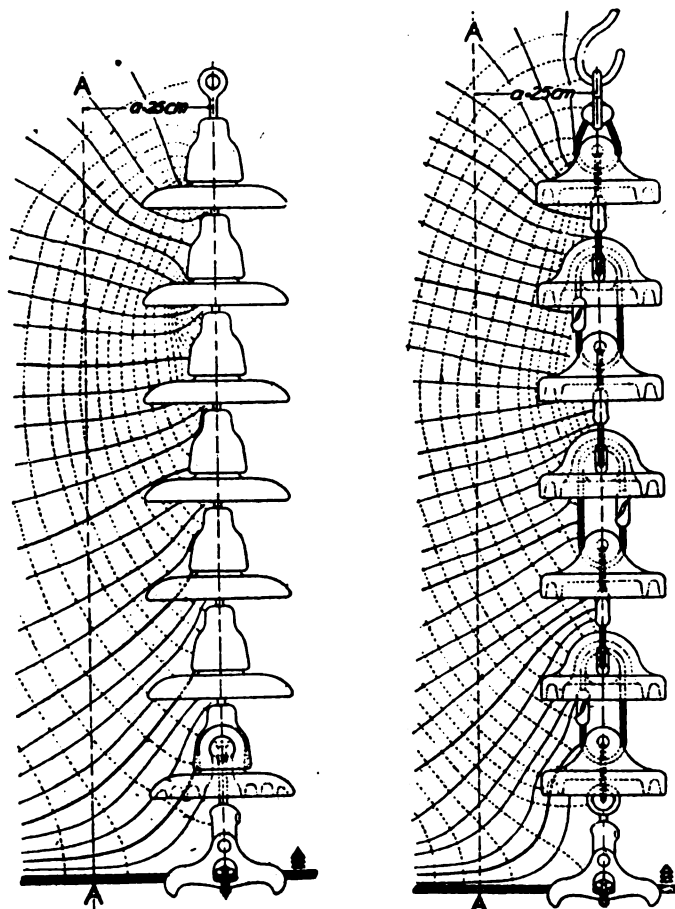


Fig. 1. — Linee di forza nelle vicinanze di una catena di 7 isolatori a cappia.

Fig. 2. — Linee di forza nelle vicinanze di una catena di 7 isolatori Hewlett.

Venne constatato un forte addensamento delle linee di forze nell'isolante che rende il campo quasi radiale nelle vicinanze dell'elemento; ciò fu confermato dalle misure con tubo di Geissler.

Le misure di tensione vengono fatte con piccoli tubi di Geissler (3 ÷ 5 cm. di lunghezza, 0,5 ÷ 1 cm. di diametro) al neon o all'elio. I tubi vengono tarati in un campo uniforme di valore noto (tra due piastre parallele sotto tensione), rilevando sia il gradiente E_0 (kV/cm.) al quale appare la luminescenza, che quello di spegnimento. Si impiegano tubi con $E_0 = 0,11 \div 1,13$ kV/cm.

Per misurare l'intensità del campo presso la catena, il tubo vien posto nel punto da esaminare secondo una linea di forza, e si porta la catena alla tensione F alla quale il tubo si illumina. L'intensità in percento della tensione totale è allora $E_0 \frac{100}{F}$ kV/cm.

Misurando invece l'intensità della componente del campo secondo una parallela all'asse della catena, ed integrando $E_n dh$ fra i punti corrispondenti alle intersezioni delle superfici equipotenziali uscenti dalle armature con la retta scelta, si ha la ripartizione della tensione sugli elementi.

L'intensità nelle vicinanze della linea viene più esattamente calcolata in base alle dimensioni del conduttore.

Il metodo di misura, laboriosissimo, non introduce errori data la capacità trascurabile sia della pagliuzza esploratrice che dei tubi. Occorre però eccitare questi nelle varie posizioni dando alla catena possibilmente la stessa tensione, ciò che è fattibile solo impiegando un grande assortimento di tubi durante la prova.

L'A. cita inoltre altri metodi attualmente allo studio sui quali conta riferire in altro articolo. t. a.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Sull'impiego di condensatori di tipo elettrolitico, pubblica uno studio il «Bull. de la Soc. Française des Electriciens», 1925, n. 46. Come è noto, tra due elettrodi immersi in un liquido non si stabilisce la corrente fino a che la differenza di potenziale non assume un certo valore. Al di sotto di tale valore, il sistema funziona come un condensatore. Ripetute esperienze hanno dimostrato che la tensione che dà inizio al passaggio di corrente, raggiunge il massimo valore con elettrodi di tantalio e alluminio. Venne studiata la costruzione di condensatori di tipo commerciale, con elettrodi costituiti da lastre di alluminio, per differenze di potenziale di 350 V. per elemento; essi devono però essere caricati ogni giorno. Si afferma che, per certe applicazioni, tale tipo di condensatore presenti dei vantaggi sensibili sul tipo a dielettrico solido.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Il centro radiotelegrafico di Varsavia (Polonia). — Nel n. 5 (volume 13, ottobre 1925, pag. 571) dei *Proc. Inst. Radio Eng. W. G. Lush, F. Johnston e J. L. Finch*, riportano una descrizione del centro di Varsavia, sorto secondo le direttive tecniche della «Radio Corporation» di America.

Conformemente ai criteri dei grandi impianti moderni, il centro stesso comprende: a) la stazione trasmittente; b) la stazione ricevente; c) l'Ufficio centrale.

La stazione trasmittente è dotata di due alternatori ad alta frequenza, tipo Alexanderson, da 200 kW ciascuno, che permettono una gamma di lunghezza d'onda di lavoro compresa fra 18.000 e 21.000 m. L'antenna è sostenuta da 10 torri metalliche alte 123 m. Ciascuna di esse porta, all'estremità superiore, una traversa lunga 48 m sotto la quale, a mezzo di isolatori, sono sospesi 16 cavi, costituenti il padiglione d'aereo. La stazione propriamente detta sorge fra la quinta e sesta torre e corrispondentemente vi sono due discese di aereo, le quali permettono di dividere l'antenna in due sezioni indipendenti. Nelle condizioni ordinarie di esercizio, però, si utilizza l'antenna totale facendovi lavorare uno dei complessi da 200 kW e la corrente di antenna è, in questo caso e per $\lambda = 18350$ m, di 1400 ampere. Secondo gli AA, la capacità dell'antenna totale è di 0,08 μF , la resistenza inferiore a 0,02 ohm, ed il coefficiente di efficacia di 120.000 m $\times$ A con 1400 A di antenna (altezza effettiva $h = 84$ m).

Adiacente alla Stazione è il locale per la generazione dell'energia. I generatori sono costituiti da un gruppo a turbina a vapore di 500 kW e da un gruppo Diesel di 750 HP.

La stazione ricevente è posta a Grodzisk, a circa 30 km a S. W. di Varsavia. L'aereo ricevente è del tipo «antenna ad onde» ⁽¹⁾ ed è costituito da due fili lunghi 16.200 m, sostenuti da pali in legno con campate di 46 m. La stazione stessa è anche dotata di due telai esterni ad angolo retto fra loro. I complessi di ricezione permettono una gamma di lunghezza d'onda compresa fra 6000 e 30.000 m.

L'Ufficio Centrale è situato nella Centrale Telegrafica del Ministero delle poste e telegrafi in Varsavia. Esso è collegato telefonicamente, sia con la stazione di trasmissione, sia con quella di ricezione ed è provvisto di apparecchiature automatiche per il comando della prima e per la registrazione dei segnali in arrivo dalla seconda. V. Go.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Per la determinazione della distanza e delle dimensioni da dare alle cabine di trasformazione dal punto di vista della maggiore convenienza economica complessiva della rete di distribuzione, viene proposto sull'*Electrical World* del 12 dicembre 1925, pag. 1200, un metodo grafico. Sono riportate numerose curve nelle quali sono messi in evidenza i diversi fattori che influiscono sulla soluzione del problema e viene data una traccia generale del modo come condurre la ricerca in funzione delle caratteristiche del sistema di distribuzione di cui si tratta. Il risultato di una tale analisi preliminare deve poi essere naturalmente corretto in base a considerazioni locali, caso per caso.

⁽¹⁾ U. SORDINA. — «I moderni impianti di ricezione radiotelegrafica» *L'Elettrotecnica*, vol. X, 25 settembre 1923, n. 27 e Pubbl. n. 25 dell'I.E.R.T. della R. Marina.

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Soc. An. Elettricità e Gas di Roma — Roma.

Venne approvato il bilancio del decorso esercizio con un utile di L. 8.253.892 che permette di distribuire un utile dell'8 %.

Soc. Idroelettrica dell'Allione — Milano. — Capitale L. 10.000.000.

E' stato approvato il bilancio chiuso al 31 dicembre 1925 con un utile di L. 672.055 sul quale si distribuisce un dividendo del 6 %.

Soc. Italiana di Elettrochimica — Roma.

Il bilancio dell'esercizio ora chiuso presenta un avanzo attivo di L. 7.058.033; e viene distribuito un dividendo di L. 7 per ogni azione.

Imprese Elettriche Conti — Milano — Capitale L. 160.000.000.

Gli utili netti dell'esercizio 1925, secondo il bilancio recentemente approvato, risultano di L. 17.330.054 e permettono di distribuire un dividendo di L. 30 alle 400.000 azioni vecchie e di L. 15 alle 240.000 azioni nuove.

Soc. Elettrica ed Elettrochimica del Caffaro — Milano — Capitale L. 18.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'esercizio 1925 con un utile di L. 2.533.797 sul quale si distribuisce un dividendo di L. 37,50 per azione.

Soc. Idroelettrica del Barbellino — Milano — Capit. L. 20.000.000.

Venne approvato il bilancio al 31 dicembre 1925, il quale presenta una perdita di L. 15.750 giustificata dal fatto che il bilancio riguarda un esercizio parziale per durata e per produzione di energia.

Soc. Adriatica di Elettricità — Venezia — Capitale L. 200.000.000.

Il bilancio dell'esercizio 1925 è stato approvato dall'Assemblea dei Soci. Esso presenta un utile netto di L. 21.795.577 che permette di distribuire un dividendo di L. 12,50 per azione.

Soc. Elettrica Bergamasca — Bergamo — Capit. L. 30.000.000.

Venne approvato il bilancio al 31 dicembre 1925 con un utile netto di L. 3.103.039 e si distribuisce un dividendo dell'11 %.

Soc. Elettrica Coloniale Italiana — Tripoli — Capit. L. 3.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio che permette un dividendo di L. 75 per ogni azione di L. 500.

Soc. An. del Gas ed Elettricità di Incino-Erba — Capitale Lire 2.000.000.

Venne approvato il bilancio il quale contempla un utile di L. 234.413 sul quale si distribuisce un dividendo del 10 %.

Soc. Brioschi per Imprese Elettriche — Milano.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio con un utile netto di L. 4.294.950 sul quale viene distribuito un dividendo dell'11 per cento.

Soc. An. Elettricità Alta Italia — Milano.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio con un utile netto di L. 4.294.950 sul quale viene distribuito un dividendo dell'11 per cento.

Soc. An. Elettricità Alta Italia — Milano.

E' stato approvato il bilancio dell'ultimo esercizio comprendente un utile di L. 17.913.953 e viene distribuito il dividendo dell'8,80 %.

Officine Elettriche Ferroviarie — Milano — Capitale L. 12.000.000.

Il bilancio ultimamente approvato contempla un utile netto di L. 1.513.993 che permette di distribuire un dividendo del 10 %.

Officine Elettriche dell'Isonzo — Trieste — Capit. L. 12.000.000.

Venne approvato il bilancio chiuso al 31 dicembre 1925 con un utile di L. 868.956 che consente un dividendo del 6 % agli azionisti.

Soc. Gener. Elettrica della Sicilia — Milano — Cap. L. 120.000.000.

E' stato approvato il bilancio dell'esercizio 1925 che presenta un utile di L. 13.453.001, e consente un dividendo del 10 %.

Soc. Generale Elettrica Edison di Elettricità — Milano — Capitale L. 360.000.000.

Il bilancio dell'ultimo esercizio presenta un utile netto di L. 40.020.720, che permette di distribuire un dividendo di L. 42 a ciascuna azione ordinaria.

Soc. Emiliana Esercizi Elettrici — Parma.

Venne approvato il bilancio con un utile di L. 7.355.290 sul quale si distribuisce un dividendo di L. 3,60 per ogni azione di L. 35.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. An. Forze Idrauliche del Ceno — Parma.

Eleva il capitale sociale da L. 180.000 a L. 2.600.000.

Soc. Elettrica Sommesa — Somma Lombardo.

Venne deliberato l'aumento del capitale da L. 50.000 a L. 62.500.

Soc. Idroelettrica della Maiella — Bologna.

Eleva il capitale sociale da L. 200.000 a L. 2.000.000.

Soc. An. Italiana Isolatori Folembay — Borgo San Donnino.

Venne approvato l'aumento del capitale da lire 3.000.000 a lire 4.000.000.

Soc. An. Impianti Distribuzione Energia Elettrica — Cosenza.

Venne deliberato l'aumento del capit. da L. 600.000 a L. 1.200.000.

Soc. Emiliana Esercizi Elettrici - Parma.

Venne approvato l'aumento del capitale da L. 70.000.000 a L. 91.000.000 coll'emissione di 600.000 azioni da L. 35.

Soc. Telefonica Alta Italia - Torino.

Aumenta il capitale da L. 1.800.000 a L. 3.000.000 mediante emissione di 12.000 azioni da L. 100.

COSTITUZIONI DI SOCIETÀ.

Telefonia Interna Speciale S.A.T.I.S. Piemonte - Torino.

Si è costituita con capitale di L. 2.000.000 in 4000 azioni da L. 500.

Soc. Idro-Elettrica Pontecorvo S.I.E.P. - Pontecorvo.

Si è costituita con capitale di L. 50.000 in 500 azioni da L. 100.

* *

Quello che facevamo prevedere nelle Note precedenti circa l'esito delle trattative di Ginevra per l'entrata della Germania nella Società delle Nazioni si è verificato.

Le complicazioni succedutesi ed intrecciatesi in quell'alto consesso sono state così varie e molteplici che sarebbe vano il riportarle. Il risultato di tutto quel lavoro che tenne occupati per più giorni tutti i più alti uomini politici d'Europa, non può definirsi che come una completa disillusione.

Mentre il Consiglio della Società delle Nazioni si era riunito quasi all'unico scopo di accettare le domande di ammissione della Germania, la riunione ha dovuto esser chiusa con un comunicato firmato dall'Italia, dall'Inghilterra, dalla Francia, dal Belgio e dalla Germania, nel quale ci si limita a prendere atto delle difficoltà insorte e a rimandare ad altra occasione l'ammissione della Germania, pur riconfermando lo spirito di conciliazione che aveva informato le conclusioni della Conferenza di Locarno.

Fortunatamente l'insuccesso di Ginevra non ebbe ripercussioni più vaste nel concerto politico europeo e non arrivò a turbare l'atmosfera di relativa serenità che si era andata stabilendo fra le Nazioni del vecchio continente. L'episodio fu anzi ridotto alle minime proporzioni per concorde volere di tutti i popoli interessati.

Una notevole attività ha spiegato nello scorso mese il Cancelliere austriaco Ramek sul quale si è concentrata l'attenzione degli ambienti politici europei. Esso fece una visita ufficiale a Berlino allo scopo, ufficialmente dichiarato, di presentare al Presidente Hindenburg ed al popolo tedesco i sentimenti di amicizia del popolo austriaco. Da questi sentimenti alla questione della fusione dei due Paesi non è lungo il passo e la diplomazia europea lo ha facilmente superato, dimostrando la sua preoccupazione per la nuova mossa austriaca.

Anche a Praga il Cancelliere Ramek si recò in visita ufficiale e anche sue questa visita non si ebbero chiarimenti soddisfacenti. Sol tanto si tende a far risaltare che i rapporti amichevoli che potessero stabilirsi fra l'Austria e la Ceca Slovacchia non turberebbero in alcun modo gli interessi di altre potenze e specialmente dell'Italia.

La Francia ha mostrato di essere alquanto allarmata dal progressivo avvicinamento italo-iugoslavo ed è corsa ai ripari con tutta la influenza che essa può esercitare sul regno iugo-slavo. Il Ministro Nincic ha dato segno di barcamenarsi fra le due amicizie, italiana e francese, senza scontentare nessuno e senza compromettersi eccessivamente.

Nel Balcani sta maturando tutta una situazione nuova che potrebbe essere foriera di benefici influssi per la pace europea. Si va compiendo fra i vari Stati un lavoro di ravvicinamento; si studiano accordi e si va preparando un piano di sistemazione generale analogo a quello realizzato a Locarno.

Un avvenimento che potrà avere una grave portata sui mercati industriali europei è costituito dalla conclusione delle trattative, in corso da otto mesi, per il trust metallurgico fra i quattro maggiori produttori d'Europa. Secondo l'intesa raggiunta, le quote di esportazione convenute sarebbero le seguenti: Inghilterra 43 %, Germania e Francia complessivamente 40 %, Belgio 10,5 % e Lussemburgo 6,5 %. L'accordo dovrà però essere ancora ratificato dai Governi interessati.

*

Il Senato Americano ha iniziato la discussione sull'accordo italo-americano per la sistemazione dei debiti di guerra. Come ci si attendeva l'opposizione si è scagliata contro l'accordo con accanimento; si sono sentite proposizioni e giudizi anche eccessivi e stravaganti come quello della cessione all'America delle colonie dei debitori europei! Tuttavia non sono mancate voci autorevoli a levarsi a difesa dell'accordo e anche del nostro Paese e della serietà di intenti con quali esso dà opera alla propria ricostruzione.

Per quanto le discussioni procedano serrate, pure è opinione generale che l'accordo sarà approvato. A favore di esso si sono nettamente schierati il Presidente Coolidge e il Segretario del Tesoro Mellon. Ma più di ogni altro argomento sarà probabilmente efficace quello portato dal Senatore Smoot il quale fece considerare che se il Senato non ratifica l'accordo, la conclusione naturale sarà che l'Italia non pagherà più nulla del tutto. Sostanzialmente per noi la questione è definita, non essendo in modo alcuno possibile che l'Italia si assuma un onere maggiore di quello, già gravissimo, derivante dall'accordo stipulato dal Ministro Volpi.

Frattanto l'Italia dà prova della sua ferma intenzione di tenere fede ai patti, effettuando anche il primo versamento di due milioni di

sterline alla Tesoreria inglese. L'atto fu salutato con compiacimento dalla stampa politica dell'Inghilterra.

Le nubi temporalesche che avevano minacciato di offuscare i buoni rapporti fra l'Italia e la Germania accennano a dissiparsi. La presentazione delle credenziali del nuovo ambasciatore d'Italia a Berlino, ha dato luogo ad uno scambio di cordialità il tono delle quali è stato da ambe le parti mantenuto volutamente superiore a quello della etichetta diplomatica. L'ambasciatore Marescotti ed il Presidente Hindenburg hanno rilevato nei loro discorsi come fra l'Italia e Germania non sussistano divergenze di principio e di interessi e come il vantaggio dei due Paesi richieda una più fiduciosa e stretta collaborazione. La stampa politica ufficiale di Berlino, commentando la cerimonia rilevò come nessuno, all'infuori dei comuni nemici, abbia interesse ad avvelenare le relazioni fra i due Paesi.

L'importanza del mantenimento dei buoni rapporti fra l'Italia e la Germania è messa in rilievo dall'elevato movimento di merci che si esercita fra le due Nazioni. Sussiste tuttavia a questo proposito una curiosa divergenza di valutazione. Infatti i dati ufficiali germanici darebbero per il 1925 una esportazione italiana in Germania per un valore di 500 milioni di marchi oro ed una importazione di merci tedesche in Italia per 370 milioni di marchi oro; vi sarebbe cioè stato un vantaggio di 130 milioni di marchi oro a nostro favore. Viceversa secondo le valutazioni dei nostri Uffici Governativi si sarebbero nello scorso anno verificate esportazioni dall'Italia in Germania per 2 miliardi di lire e importazioni in Italia di merci tedesche per 2200 milioni di lire, con uno svantaggio per noi di circa 200 milioni di lire.

Sarebbe utile arrivare ad un persuasivo chiarimento in merito poichè esso certamente gioverebbe a un migliore orientamento nei rapporti commerciali fra i due Paesi in quanto che attualmente, mentre noi lamentiamo una eccedenza di importazioni tedesche, in Germania si teme una grave eccedenza di importazioni italiane.

Si è molto parlato nel mese scorso di una pretesa opera spiegata dall'Italia nella penisola Balcanica allo scopo di giungere alla stipulazione di una specie di Locarno dell'Europa Centrale. Si è anche accennato alla convocazione di una conferenza fra le Potenze direttamente interessate e cioè Italia, Francia, Jugoslavia, Austria, Ceca Slovacchia, Rumenia, e forse anche Germania.

Quanto vi sia di vero in queste voci è naturalmente assai difficile definire. Di certo non vi è per ora che un rinnovato scambio di vedute e di trattative fra l'Italia e la Jugoslavia e fra l'Italia e la Grecia.

Al viaggio compiuto dal Ministro Nincic a Roma, si è voluto attribuire una grande importanza politica e si è giunti ad annunciare come prossima la stipulazione di un nuovo accordo politico, commerciale e militare fra i due Paesi. Le dichiarazioni fatte da Nincic alla Scupcina hanno sostanzialmente confermato l'ottimo stato delle relazioni fra Roma e Belgrado ed il mutuo desiderio che esse diventino sempre più cordiali e più strette.

Anche colla Grecia sembra si sia riusciti a superare il lungo periodo di diffidenze e di asperità e che si stia iniziando una era di cordiali rapporti. Una visita di Ministri Greci a Roma ha portato ad un largo scambio di vedute, intorno al quale i comunicati ufficiali pubblicati hanno messo in rilievo il fondamentale accordo. I Ministri Greci visitarono anche molti nostri stabilimenti industriali riportandone, secondo quanto ebbero a dichiarare, l'impressione che l'Italia sia ottimamente attrezzata per soddisfare alle molteplici richieste di materiali e di prodotti che la Grecia deve avanzare.

Pare anche che non sia lontana la firma dell'accordo commerciale italo-greco. Esso conterrebbe circa una decina di voci. L'Italia otterrebbe un trattamento di favore per la esportazione di automobili, di macchine agricole e di tessuti, mentre alla Grecia sarebbero accordate facilitazioni per l'esportazione degli olii da raffinare e di vini speciali.

Gli introiti dell'Italia in conto riparazioni di guerra, da parte della Germania mantengono il ritmo derivante dalla integrale applicazione del piano Dawes. Nel mese di febbraio noi abbiamo ricevuto complessivamente 5.765.089 marchi oro ripartiti nel modo seguente: carbone e coke per 4.022.474, trasporti carbone per 1.302.434, prodotti chimici per 244.400 e consegne diverse per 195.760 marchi oro.

Sono attualmente in corso trattative coll'Inghilterra relativamente al Trattato anglo-italiano del 1906 concernente l'Abissinia. L'Italia tende ad ottenere una concessione per la costruzione di una ferrovia collegante la capitale dell'Abissinia con un porto della colonia Eritrea allo scopo di sottrarre il commercio italo-abissino alla soggezione dell'unica ferrovia da Adis Abeba alla Somalia francese. L'Inghilterra invece è interessata a definire la questione della regolazione del Nilo Bleu per l'irrigazione del Sudan.

Nelle colonie dell'Africa orientale la situazione si è ormai stabilita. L'occupazione dell'oltre Giuba è compiuta pacificamente e le tribù locali si sono assoggettate senza difficoltà. La nuova colonia sarà amministrativamente fusa colla Somalia. Nel Sultanato di Obbia e dei Migurtini la pacificazione è pure ormai completa. Lo stesso Sultano dei Migurtini ha fatto atto di sottomissione. Le nostre Autorità sono entrate in funzione e le dogane hanno cominciato a dare un gettito promettente.

Le colonie mediterranee hanno dimostrato nello scorso anno un confortevole incremento nel commercio di importazione ed esportazione. Durante il 1925 la Tripolitania ha esportato merci per oltre 38 milioni di lire e la Cirenaica per oltre 42 milioni con un aumento complessivo di 35 milioni sul precedente anno.



Le finanze dello Stato continuano a dare segni di florida robustezza. La situazione di bilancio alla fine del mese di febbraio ora decorso, presenta un avanzo effettivo che è valutato in 337 milioni di lire; nell'esercizio scorso, alla stessa data, il bilancio registrava invece un deficit di 187 milioni; si è così realizzato un miglioramento di 524 milioni nei primi otto mesi dell'esercizio 1925-26 in confronto allo stesso periodo dell'esercizio precedente.

Per valutare nella sua intera portata il miglioramento effettivamente ottenuto, occorre però tenere presente che l'avanzo di 337 milioni è quello che rimane dopo che sono state coperte le maggiori spese introdotte successivamente allo stato di previsione iniziale. Secondo notizie di origine ufficiosa, l'aggravio venuto al bilancio dell'esercizio in corso per effetto dei provvedimenti di spesa approvati dopo l'inizio dell'esercizio, è stato distribuito nel modo seguente: per effetto di provvedimenti approvati nel luglio 1925, l'aggravio derivato negli otto mesi decorsi è stato di 191 milioni; per quelli dell'agosto, è stato di 199 milioni; per quelli di settembre, 158 milioni; per quelli di ottobre, di 217 milioni; per quelli di novembre, di 514 milioni; per quelli di dicembre, di 302 milioni; e per quelli di gennaio e febbraio 1926, rispettivamente l'aggravio è stato di 380 milioni e di 238 milioni.

Ne risulta che l'esercizio in corso ha sopperito negli otto primi mesi a maggiori spese per 2199 milioni di lire in confronto allo stato di previsione. Solo il grande sviluppo preso dalle entrate tributarie ha permesso di coprire questa grossa somma, lasciando, come si è visto, un largo margine di avanzo.

Alla fine del mese di febbraio ora decorso, restavano disponibili sugli stanziamenti del bilancio ancora 1061 milioni di lire non impegnati, mentre alla stessa data dell'esercizio precedente la disponibilità residua era di soli 775 milioni.

Negli otto mesi gli incassi per entrate effettive ordinarie e straordinarie hanno superato i pagamenti per spese ordinarie e straordinarie per 2796 milioni. Al 28 febbraio il fondo di cassa risultava di 5545 milioni, contro 287 milioni alla fine di gennaio.

Durante il mese di febbraio la circolazione totale, bancaria e di Stato, ha segnato una diminuzione di 465 milioni rispetto a quella del 31 gennaio e di 1165 milioni rispetto a quella della fine dicembre del 1925; esso ammontava al 28 febbraio a 20.285 milioni complessivamente. La situazione dei debiti pubblici presenta invece durante il mese di febbraio un aumento di 581 milioni.

Il credito dei depositanti presso le Casse di risparmio postali aumentò di quindici milioni nel febbraio raggiungendo la somma di 10.340 milioni. I depositi presso le Casse di risparmio, che avevano segnato una leggera contrazione sul gennaio, passando da 12.397 milioni a 12.380 milioni, riprendono nel febbraio l'andamento crescente portandosi a 12.474 milioni.

Dal luglio 1925 alla fine di febbraio 1926 le entrate complessive del bilancio statale sono salite a 14.301 milioni di lire, mentre erano state di 12.424 milioni nei primi otto mesi dell'esercizio precedente. Tale aumento è nella massima parte dovuto alle entrate ordinarie le quali sono passate da 11.987 milioni a 13.857 milioni. In particolare nei primi otto mesi dell'esercizio corrente, il gettito delle imposte dirette è stato di 3571 milioni contro 3397 milioni dei primi otto mesi del precedente esercizio; le imposte sui trasferimenti e sugli affari hanno fruttato 2146 milioni contro 1845; le imposte sulla circolazione resero 220 milioni invece di 195; le tasse di bollo sui consumi aumentarono il loro gettito da 78 a 91 milioni, le imposte dirette sui consumi da 2876 a 3217 milioni, le privative da 2314 a 2453 milioni e i servizi pubblici da 1041 milioni a 1894 milioni.

Queste cifre sono interessanti se confrontate con gli stati di previsione compilati per l'esercizio 1926-1927.

Le entrate ordinarie e straordinarie sono previste complessivamente in 20.898 milioni, mentre le spese ordinarie e straordinarie sono preventivate in 20.728 milioni, lasciando così un avanzo di esercizio di 170 milioni.

La previsione delle entrate segna un aumento di 1953 milioni rispetto allo stato di previsione dell'esercizio ora in corso. Per le imposte dirette è previsto un maggiore gettito di 430 milioni; per le tasse sugli affari si prevede un aumento di oltre 463 milioni; pure in aumento sono previste: l'imposta fabbricati per 100 milioni, la ricchezza mobile per 300 milioni, il centesimo di guerra per 20, la nuova complementare per 200 milioni, e la patrimoniale per 100 milioni. Si prevede invece una diminuzione di gettito di 150 milioni sulla vecchia complementare, di 40 milioni sull'imposta sui dividendi, e di 10 milioni sul contributo mutilati.

Le imposte indirette sui consumi aumentano di 266 milioni nel nuovo stato di previsione, raggiungendo 692 milioni. Per i tabacchi è fatto conto su un maggior introito di 130 milioni; per il sale, di 6 milioni; per i fiammiferi, di 25 milioni; per il lotto, di 20 milioni.

Le entrate effettive straordinarie sono previste con un aumento di 266 milioni; un maggior provento di 100 milioni è pure previsto sulle entrate in conto riparazioni.

Le spese per i diversi Ministeri sono ripartite nel modo seguente: Finanze 11.766 milioni; Giustizia 454 milioni; Esteri 130 milioni; Colonie 341 milioni; Pubblica Istruzione 1305 milioni; Interni 556 milioni; Lavori Pubblici 1430 milioni; Comunicazioni 173 milioni; Guerra 2522 milioni; Marina 1040 milioni; Aeronautica 629 milioni; Economia Nazionale 360 milioni.

Nelle maggiori spese previste pel Ministero delle Finanze (1541

milioni) è compreso un maggiore onere di 453 milioni per estinzione dei debiti in conseguenza del rimborso dei Buoni del Tesoro quinquennali, dell'iscrizione delle prime annualità pel debito di guerra cogli Stati Uniti e delle obbligazioni al 7 per cento ivi collocate. Viene inoltre concessa una sovvenzione di 290 milioni per lavori e provviste materiali alle Ferrovie dello Stato, ed altra di 60 milioni per le elettrificazioni.

Nelle previsioni ora riassunte sono stati seguiti, come è d'uso, criteri molto severi nella valutazione delle entrate. Se le spese saranno contenute energicamente entro limiti non troppo lontani da quelli segnati, è perciò da ritenersi che l'avanzo del prossimo esercizio sarà alquanto maggiore di quello previsto.

Qualche motivo di preoccupazione ha destato l'andamento delle nostre esportazioni le quali nel mese di gennaio di quest'anno hanno accennato ad una contrazione, risultando di circa 9 milioni inferiori a quelle del gennaio 1925. Viceversa le importazioni hanno continuato il ritmo ascendente cosicché lo sbilancio commerciale nel primo mese dell'anno in corso ha segnato un peggioramento di circa 98 milioni in confronto al gennaio dello scorso anno.

Molteplici cause hanno influito su tale fenomeno, la maggior parte delle quali sfugge purtroppo al nostro diretto controllo. Gli aumenti di tariffe doganali compiuti da alcuni Stati, toccano sensibilmente certe voci importanti delle nostre esportazioni. La crisi economica perdurante in molti Paesi ha portato ad una naturale diminuzione nei consumi e quindi particolarmente negli acquisti all'estero. Si aggiunga il boicottaggio antitaliano in Germania ed in Austria il quale ha appunto toccato il suo massimo nel mese di gennaio.

Diversi provvedimenti sono allo studio da parte del Governo per parare la minaccia che si presenta pel nostro commercio. Si parla di facilitazioni finanziarie intese a favorire gli esportatori e a rendere più agevole il finanziamento delle imprese. L'Istituto per il Commercio Estero sarà pure incaricato in modo particolare di ogni azione che possa riuscire utile in questo campo. L'azione del nostro Governo presso gli Stati Esteri tende a mitigare i dannosi effetti delle nuove disposizioni doganali. Tutto ciò potrà certamente arrecare utili effetti, tuttavia sembra saggio, nelle condizioni attuali delle cose, attendersi un miglioramento nella bilancia commerciale specialmente da una restrizione nelle importazioni. In questo senso tutti i cittadini possono utilmente collaborare diminuendo i consumi specialmente dei generi di lusso di provenienza estera, i quali gravano in maniera non trascurabile sul complesso delle nostre importazioni.

La situazione delle nostre industrie è però ancora salda ciò che lascia confidare che la crisi delineatasi possa essere soddisfacentemente superata. Le nostre fabbriche lavorano in pieno. La disoccupazione è sempre trascurabile, risultando di 156.139 operai al 31 gennaio 1926; il piccolo aumento di 34.000 operai verificatosi rispetto al 31 dicembre non esce dai limiti dei comuni fenomeni stagionali.

Anche il movimento nei porti si mantiene elevato. Durante il gennaio approdarono complessivamente 9856 navi per una stazza netta di 5.114.839 tonnellate e sbarcarono 1.875.000 tonnellate di merci e 136.703 passeggeri. Nello stesso mese partirono 9724 navi per una stazza di 4.442.096 tonnellate imbarcando 538.498 tonnellate di merci e 103.013 passeggeri. La partecipazione della bandiera nazionale al movimento complessivo fu del 32 per cento per quanto riguarda il numero delle navi, del 74 per cento per quanto riguarda la stazza totale, e del 58 per cento pel movimento delle merci.

Gli investimenti delle Società per azioni furono nei primi due mesi del corrente anno, di 1043 milioni al netto, vale a dire ancora superiori di 80 milioni a quelli del primo bimestre del 1926. Nello scorso anno, l'aumento complessivo netto del capitale azionario fu di 8.062 milioni di lire. Parteciparono a tale cifra in misura maggiore le imprese elettriche le quali assorbirono 1722 milioni di nuovo capitale, ossia il 21 per cento dell'aumento complessivo. Seguirono le industrie tessili che accrebbero di 1199 milioni il loro capitale contribuendo pel 14,8 per cento all'aumento totale. Gli Istituti di Credito vi parteciparono per il 11,6 per cento del totale, ossia per 986 milioni; le industrie agricole ed alimentari richiesero 703 milioni, pari all'8,7 per cento dell'aumento complessivo.

Questo vertiginoso assorbimento di capitali, accrescentesi in misura rapidissima, ha destato da qualche tempo una certa preoccupazione poichè sembra almeno in parte sproporzionato al reale aumento del risparmio nazionale e alle generali condizioni in patria e all'estero, della produzione e dei consumi.

Il Governo si è investito della questione ed ha studiato dei provvedimenti intesi a stabilire un maggiore equilibrio fra questo movimento di capitali e gli altri aspetti dell'attività finanziaria del Paese e dell'economia nazionale, ed ad accordare la progressione degli investimenti azionari con quella del risparmio, con le necessità della circolazione e con la capacità di assorbimento del mercato dei titoli.

Si è avuto anzitutto una nuova riduzione nell'interesse dei Buoni del Tesoro, riduzione contenuta nei limiti dal 5,5 per cento al 5 per cento per quelli con scadenza da 9 a 12 mesi, e proporzionalmente per gli altri. Si provvede così a svincolare progressivamente il capitale dagli investimenti statali per rimetterlo a disposizione del finanziamento delle imprese produttrici.

Venne poi costituito un Consorzio per la difesa dei Titoli, formato dai quattro maggiori Istituti di Credito, con un capitale di 100 milioni. La costituzione di questo Istituto fu favorita dal Governo e la sua azione sembra essersi già beneficamente fatta sentire con un migliorato umore del mercato dei titoli.

Finalmente il Governo emanò un Decreto inteso a disciplinare gli aumenti di capitale delle Società per Azioni e la loro costituzione. In base a tale Decreto il Governo si riserva la facoltà di non autorizzare gli atti costitutivi di Società per Azioni il cui capitale ecceda i cinque milioni di lire, oppure di non dare corso a deliberazioni di aumenti di capitale per i quali il capitale azionario venga ad eccedere i cinque milioni. Il Ministero delle Finanze ha facoltà di negare tale autorizzazione quando ritenga che la costituzione o l'aumento di capitale non siano opportuni per le condizioni del mercato finanziario.

In relazione al problema dei finanziamenti delle Società per Azioni, acquistano interesse alcuni dati ufficiali pubblicati circa i capitali di Società straniere che agiscono in Italia.

Statistiche condotte dal Ministero delle Finanze, precisano che nell'esercizio finanziario 1924-25 i capitali delle Società straniere che operano nel nostro Paese ammontavano a 691 milioni di lire; di essi, 644 milioni appartenevano a Società di indole commerciale ed industriale e 46 milioni a Società di assicurazioni di ogni genere. Dal 1912-1913, al quale periodo risalgono le statistiche accennate, non si riscontra un incremento accentuato in tali Società.

Da allora infatti si è avuto un aumento di soli 90 milioni in operazioni industriali o commerciali e di 13,5 milioni per le assicurazioni.

Diversi provvedimenti legislativi a riflesso finanziario vennero emanati nel mese decorso.

Particolarmente importante per l'industria elettrica è il Decreto presentato dal Ministero dei Lavori Pubblici e approvato dal Consiglio dei Ministri circa i prezzi dell'energia elettrica. Con tale Decreto si stabilisce che alla data del 1° gennaio 1928 si potrà provvedere alla revisione dei prezzi dell'energia stipulati in contratti di data anteriore al 31 ottobre 1919, e per quei contratti di data posteriore (fino al 22 luglio 1923) che sostituiscano contratti precedenti che avrebbero dovuto essere ancora in vigore. Analoga revisione dei prezzi contrattuali è ammessa successivamente ogni quinquennio. In mancanza di accordo fra le parti, giudicano sulla revisione dei prezzi i Collegi arbitrali ordinari colle norme del Codice di Procedura Civile. Per il sopraprezzo termico, viene stabilito che esso sia autorizzato sotto forma di aumento fisso rividibile periodicamente, oppure con una clausola che tenga conto delle variazioni dei prezzi del carbone.

In relazione alla ristabilita libertà nel regime contrattuale degli affitti per le abitazioni civili, il Governo preoccupato della necessità di favorire la costruzione di case economiche e popolari, ha stanziato una somma di 100 milioni per lo sviluppo edilizio nei diversi centri abitati della Penisola. Tale somma sarà utilizzata sotto forma di sussidi ad enti o imprese costruttrici.

Venne anche deliberata definitivamente dal Consiglio dei Ministri la istituzione della Azienda Generale Italiana dei Petroli alla quale sarà devoluta ogni attività relativa al commercio e al rifornimento dei petroli ed alle ricerche di essi nel sottosuolo nazionale.

Il Consiglio ha concretato inoltre il piano regolatore delle opere pubbliche del Mezzogiorno approvando le grandi linee di esso proposte dal Ministro dei Lavori Pubblici. Venne deliberato che le opere progettate dai Provveditorati per le Opere Pubbliche del Mezzogiorno debbano essere integralmente compiute; che il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici determini con sollecitudine il piano tecnico di realizzazione e la graduatoria d'urgenza dei diversi lavori dopo di che i Ministri delle Finanze e dei Lavori Pubblici determineranno il progetto di finanziamento.

L'attività dei Provveditorati per il Mezzogiorno continua intensa. Nel mese di gennaio vennero complessivamente, per la Penisola e per le Isole, disposti appalti e concessioni di lavori in economia per oltre 53 milioni, mentre vennero condotti a termine 64 gruppi di lavori per un importo di circa 18 milioni e vennero disposti pagamenti per 44 milioni. In particolare furono appaltati lavori per oltre 21 milioni in Sicilia, e per 9 milioni e mezzo nella Sardegna. La messa in valore delle regioni più dimenticate del nostro Paese prosegue quindi con un ritmo che fa sperare in una sollecita redenzione delle regioni fino ad ora meno prospere e favorite.

I Ministri hanno deliberato la costituzione, già annunciata, presso la Cassa Depositi e Prestiti, di una Cassa autonoma per l'ammortamento dei debiti di guerra coll'America e coll'Inghilterra. La Cassa riscuoterà i proventi che saranno assegnati all'Italia sui pagamenti che la Germania andrà effettuando in base alla applicazione del piano Dawes. Le somme che resteranno giacenti presso la Cassa autonoma saranno investite ad un interesse del 5 per cento; tale premio verrà integrato dallo Stato qualora non potesse altrimenti essere conseguito. Lo stesso Decreto approvato dai Ministri per la costituzione della Cassa di ammortamento ne definisce le modalità di funzionamento in modo da lasciare ad esso quella scioltezza di movimenti che è necessaria per un organismo finanziario avente fini così particolari e precisati.

L'andamento dei prezzi, specialmente dei generi alimentari, che tende al rialzo in modo che sembra ingiustificato, ha pure richiamato l'attenzione del Governo il quale ha posto allo studio provvedimenti per porre riparo a tale fenomeno.

*

I provvedimenti che siamo andati elencando, non hanno mancato di produrre il loro effetto sul mercato borsistico. La riduzione del saggio d'interesse dei Buoni del Tesoro, il Decreto sugli aumenti di capitali delle Società per Azioni, la costituzione del Consorzio bancario per la difesa dei titoli, hanno concordamente influito sull'anda-

mento del mercato dei titoli, imprimendogli un tono di fermezza e di ottimismo quale da tempo non si verificava nelle nostre Borse.

Certamente l'influenza dei provvedimenti citati non può farsi sentire immediatamente nella sua interezza poichè non è facile stornare forti masse di capitali da un impiego ad un altro. Ma appunto nella progressività della loro azione risiede la maggiore ragione di confidenza nell'efficacia loro risanatrice.

La ripresa del mercato fu rapida e brillante specialmente nelle prime settimane del mese. Verso la fine di esso cominciò a farsi sentire un certo movimento di realizzazione dei benefici ottenuti dai titoli, realizzazione tanto più appetibile dopo la lunga attesa dei mesi precedenti. Anche l'imminenza dei rapporti contribuì naturalmente a frenare la marcia ascendente, la quale si trovò così alquanto rallentata. Tuttavia il mercato si mantenne fermo e sostenuto dando l'impressione netta che esso abbia questa volta ritrovato effettivamente la sua buona via e che non si tratti più di uno di quei movimenti effimeri di ripresa ai quali abbiamo assistito nei mesi scorsi.

Passando all'analisi dei vari comparti del mercato troviamo i titoli di Stato, che avevano sempre dimostrato buona fermezza anche nelle crisi precedenti, mostrarsi sensibilissimi alle buone disposizioni del mercato progredendo lentamente ma continuamente. Così la Rendita passa da 71,35 a 72,75 ed il Consolidato da 92 a 95,55.

Larghi benefici hanno conseguito i bancari i quali hanno anche brillantemente superato un punto di arresto segnato ad un certo momento da qualche realizzo di profitto. Le Banche d'Italia guadagnano in definitiva quasi 100 punti; le Commerciali le seguono da vicino. Meno favoriti ma pure in progresso gli altri titoli.

I tessili sono sempre i favoriti del mercato e parecchi fra essi registrano larghi benefici. Si sono avuti sbalzi anche notevoli in alcuni titoli e tutto il comparto ha dato segno di grande attività.

Un buon mese hanno avuto anche i titoli meccanici e metallurgici i quali tuttavia sono stati meno favoriti degli altri comparti.

Vantaggi notevoli conseguono i saccariferi anche in conseguenza di provvedimenti doganali. Gli alimentari e i titoli dei trasporti seguono pure le buone disposizioni del mercato.

Il comportamento dei diversi titoli elettrici si può desumere dall'abituale specchio mensile.

RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei Titoli elettrici nel marzo 1926.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	675	677	680
Conti	250	433	440	440
Vizzola	500	1305	1305	1305
Bresciana	100	225	227	230
Adamello	200	258	252	252
Unione Esercizi Elettrici	50	100	100	100
Elettrica Alta Italia	250	306	320	316
Officine Elettr. Genovesi	250	336	324	339
Adriatica	100	265	210	210
Negri	100	305	290	290
Ligure Toscana	200	290	299	307
Generale Elettr. della Sicilia	100	138	135	136
Elettrica Brioschi	250	410	405	425
Emiliana Esercizi Elettrici	35	44	44	43
Idroelettrica Trezzo	250	408	422	417
Elettrica Valdarno	100	130	133	131
Tirso	250	226	224	222
Terni	400	528	515	525
Elettriche Meridionali	250	307	306	304
Idroelettrica Piemontese	125	205	205	209
Elettrica Sarda	100	178	177	180
Dinamo	100	121	121	125

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Ing. Prof. A. ALBIN. — *L'Elettrotecnica*. — Napoli - Casa editrice Raffaele Pironti, 1926 - Lire 25.

Raccogliere in un solo volume di limitata mole tutta la elettrotecnica dalle prime nozioni teoriche alle più recenti e meravigliose applicazioni, è certo opera da far tremare le vene e i polsi.

L'A. vi è stato spinto probabilmente dalla necessità di adattarsi ai programmi degli Istituti Nautici e delle Scuole Professionali ai quali il volume è destinato. Per quanta sia l'abilità dell'A. il libro non poteva tuttavia non risentire dello sforzo di costruzione alla quale la vastissima materia è stata costretta per contenersi nei limiti dell'opera. La necessità di essere rapido, stringato, nuoce talvolta un poco alla precisione ed alla chiarezza.

A parte queste mende quasi inevitabili in un lavoro del genere, il libro adempie bene il compito al quale è destinato e riesce a presentare un quadro molto succinto, ma abbastanza completo, dello sviluppo attuale della elettrotecnica, nelle sue più svariate applicazioni.

Il modo di esporre è essenzialmente descrittivo senza alcun apparato matematico o grafico.

*

F. MARZOLO. — *Utilizzazioni di forze idrauliche - Impianti idroelettrici* — Padova - Casa editrice Milani, 1926 - Lire 50.

La nota competenza dell'A. nelle applicazioni tecniche dell'idraulica richiameranno certamente su questo suo nuovo lavoro l'attenzione degli studiosi dei problemi idroelettrici.

Ed a ragione perchè il libro costituisce una documentazione ampia e preziosa della materia. Degli impianti idroelettrici è considerata solo la parte idraulica, tralasciando quanto riguarda la produzione e il trasporto della energia elettrica. Ma la parte trattata è esposta con sobria completezza in modo da corrispondere veramente al grado attuale dello sviluppo della tecnica.

Naturalmente l'A. non può dare fondo a tutti gli argomenti, alcuni dei quali sono volutamente lasciati da parte. Così non si deve aspettarsi, ad esempio, di trovare sviluppato il calcolo delle dighe di ritenuta nei loro svariati tipi. Però delle applicazioni e della scelta loro, ragiona l'A. in modo chiaro e preciso.

L'opera è precipuamente descrittiva e il materiale documentario raccolto è veramente assai grande. L'A. si giova principalmente degli impianti italiani, ma non trascura quanto si è fatto all'estero di nuovo o di diverso.

Molte illustrazioni per la maggior parte nitide ed accurate arricchiscono il volume e ne accrescono i pregi.

*

G. B. WEDMORE e H. TRENCHAM. — *Switchgear for Electric Power Control*. — Oxford University Press — London - Humphrey Milford, 1924.

Nel vertiginoso progredire della tecnica è giovevole talvolta fermarsi un momento a raccogliere le nozioni e le idee e a contemplare i progressi acquisiti, prima di riprendere la strada. Il libro in parola costituisce uno di questi punti di sosta e di ricapitolazione.

La vasta e complessa materia della regolazione e della protezione degli impianti elettrici vi è compendiosamente raccolta ed esposta con ricchezza di schemi e di commenti. Il libro ha carattere descrittivo e rispecchia con particolare riguardo la pratica degli impianti americani ed inglesi specialmente per quanto concerne l'uso frequente di complessi sistemi di relais.

Scritto in forma semplice e di facile lettura, senza complicazioni matematiche, il libro potrà riuscire utile sia ai costruttori di apparecchi che ai tecnici destinati alla sorveglianza degli impianti. Esso giova a formarsi rapidamente un buon corredo di cognizioni sull'importante e delicato argomento.

*

WOODRUFF. — *Principles of Electric Power Transmission and Distribution* — New York - John Wiley and Sons — London - Chapman and Hall, 1925.

Sebbene sia destinato ad essere un libro scolastico, questo volume merita di essere segnalato anche all'attenzione dei tecnici.

L'A. ha raccolto in esso, si può dire, tutto quanto riguarda la parte elettrica della calcolazione delle linee di distribuzione. I diversi problemi vi sono esaminati partitamente e studiati alla luce dei più recenti progressi della tecnica.

L'A. svolge la materia senza nascondere in alcun modo le complesse difficoltà e fa largo e libero uso dello strumento matematico. Dove ciò possa riuscire utile, chiarisce l'applicazione pratica dei principi teorici esposti e delle formule date, con numerosi esempi numerici. L'applicazione delle funzioni iperboliche alla calcolazione delle linee è illustrata in appositi capitoli.

Mentre le calcolazioni sono ampiamente esposte, il libro sorvola molto sulla parte descrittiva. Ciò salta all'occhio, ad esempio, nel capitolo destinato agli isolatori, il quale è veramente ridotto ai minimi termini.

Alla fine di ogni capitolo vi è una ricca raccolta di esercizi, le cui soluzioni saranno raccolte in un volume di prossima pubblicazione. Parecchie utili tavole numeriche chiudono il volume.

*

U. CISOTTI. — *Lezioni di Meccanica Razionale* - Seconda edizione, volume di 376, pag. 18 x 25 con 188 figure - Editore: Libreria Editrice Politecnica C. Tamburini - Milano, 1926, L. 52.

I numerosi ex allievi del Prof. Cisotti non hanno certo bisogno che vengano loro presentate queste « Lezioni di Meccanica Razionale ». Essi che ben conoscono le singolari doti di chiarezza e di ponderata concisione dell'autore, sono certi di ritrovare tali doti in tutti i suoi scritti.

Ed infatti questo volume è da porsi accanto alle già note e chiarissime « Lezioni di Analisi Matematica ».

Come il suo titolo lascia intuire, il volume riassume le lezioni di meccanica razionale che il Prof. Cisotti impartisce già da alcuni anni agli studenti d'ingegneria del Politecnico di Milano.

Ma non ostante la mole relativamente piccola del volume (meno di 400 pagine) esso espone un quadro completo dei principii e delle teorie classiche della meccanica teorica. Dalle più elementari nozioni di cinematica si passa via via alla statica ed alla dinamica sia del

punto che dei sistemi rigidi, per finire colla meccanica dei sistemi continui in cui sono gettate le basi dell'idrostatica, dell'idrodinamica dei fluidi non viscosi e della statica dei sistemi elastici.

Per lo svolgimento delle teorie è fatto largo uso del calcolo vettoriale i cui fondamenti sono esposti nel I° Capitolo unitamente allo sviluppo della teoria generale dell'equivalenza di due sistemi di vettori.

L'abbondanza e la chiarezza delle figure facilitano grandemente la comprensione del testo.

Queste nuove « Lezioni » del Prof. Cisotti, oltre che agli studenti per i quali sono particolarmente scritte, saranno certo bene accolte da tutti quei tecnici che desiderano di ritornare ogni tanto sui postulati fondamentali delle teorie ch'essi applicano quotidianamente.

Per la bella veste tipografica vanno fatte le più ampie lodi all'editore C. Tamburini. e. b.

*

BEAVER. — *Insulated Electric Cables* - I° Materials and design - Volume di 264 pag. 16,5 x 25 cm, con 71 illustrazioni. - Editore E. Benn - Londra - Prezzo: 36 scellini.

Il Sig. Beaver è noto da molti anni ai fabbricanti di cavi, ed in genere a chi si occupa dell'argomento, per parecchie pubblicazioni apparse quasi tutte sull'« Electrician ».

Molti di questi lavori sono in parte riassunti nel presente libro che sembra essere una delle pubblicazioni più complete che esistano a proposito dei cavi elettrici.

La prima parte di questo primo volume è una introduzione nella quale è riassunta con sufficiente dettaglio la storia dell'arte dei cavi elettrici.

La seconda parte è la descrizione delle materie prime impiegate; numerosi dati sono contenuti in questa seconda parte riguardo all'industria della carta, del rame, del piombo, ecc., ecc. E' divisa in materiale conduttore, materiale isolante e materiale di protezione.

La terza parte che riguarda lo studio e il progetto del cavo descrive i diversi tipi di conduttore elettrico e riassume quanto è stato pubblicato specialmente negli ultimi anni a proposito dei dielettrici, sia per quanto riguarda le loro proprietà meccaniche che le loro proprietà elettriche. Contiene inoltre numerosi dati per quanto riguarda le protezioni esterne e l'armatura del cavo.

Come abbiamo detto sopra, questo primo volume sembra trattare i diversi argomenti accennati sopra in modo abbastanza esauriente.

Per quanto sia fatto da una persona che è notoriamente profonda in argomento, ha in qualche punto il carattere del libro di compilazione. Le stesse idee dell'autore risultano quasi come estratte dalle sue pubblicazioni o dal testo dei suoi brevetti. In molti punti tale specie di recensione non è affatto completa. l. e.



Associazione

Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXX RIUNIONE DELL'A. E. I.

NAPOLI - 7-13 Ottobre 1925

Verbale della 4ª seduta

10 ottobre 1925 - ore 14

Presidente: Apro la seduta pomeridiana e prego il collega Barbagelata di voler riassumere la sua relazione e nello stesso tempo di voler riferire sulle comunicazioni che deve fare.

Barbagelata: Quando mi accinsi al compito di relatore affidatomi dalla Presidenza, mi accorsi subito che per voler riassumere tutto quanto è stato pubblicato in questi ultimi anni in fatto di protezioni contro le sovracorrenti, sarebbe stato necessario scrivere un volume. Ho perciò creduto di limitare l'ambito della mia trattazione a quanto strettamente concerne i relais e i sistemi di protezione veri e propri, escludendo invece lo studio dell'entità delle correnti di corto circuito, il dimensionamento degli interruttori, ecc., ecc., soprattutto poi mi sono proposto di porre un po' d'ordine nella complessa materia.

(L'Autore riassume quindi la memoria pubblicata, mettendo in evidenza i principali argomenti che dovrebbero formare oggetto di una discussione, quindi prosegue):

Per portare io stesso un contributo alla discussione, in una seconda memoria, ho creduto utile trattare in una forma generale il problema della protezione differenziale delle linee, che è presentata spesso in forme differentissime, le quali possono dar luogo, e hanno dato luogo difatti, a dei notevoli equivoci; mentre con alcune ipotesi semplificative perfettamente razionali, le linee generali del problema

possono essere espresse in forma assai semplice. (L'Autore riassume brevemente la memoria pubblicata).

Come secondo contributo alla discussione, il collega Soldini ed io abbiamo creduto opportuno presentare a questa Riunione la memoria già portata alla Conferenza Internazionale di Parigi lo scorso giugno. Si tratta in realtà di una memoria scritta soprattutto per far conoscere agli stranieri quello che di nuovo si è fatto e si fa in Italia in materia di protezioni; ma ci è sembrato che alcuni degli argomenti trattati potessero anche qui fornire argomento di interessanti discussioni.

La prima parte della memoria è interamente dedicata al selettore Modigliani che voi avete potuto osservare nell'attuale piccola Mostra e sul quale lo stesso inventore è sempre largo di schiarimenti e di spiegazioni.

Nella memoria dell'Ing. Soldini e mia ci siamo limitati a mettere in evidenza quelli che, secondo noi, sono i punti fondamentali e più originali dell'apparecchio e cioè:

1) la possibilità di differenziare meccanicamente un numero qualunque di relais;

2) L'autoreversibilità del sistema applicato alla protezione delle linee;

3) La sua applicabilità come relais a squilibrio;

4) Il sistema di blocco che obbliga gli interruttori ad aprirsi in un determinato ordine.

Quest'ultimo argomento è ripreso nella nostra memoria sotto un punto di vista un po' diverso; esponiamo dapprima un dispositivo che è in un certo senso una parafrasi elettrica del selettore Modigliani. Nell'ultima parte invece è esposto un sistema di protezione, che abbiamo chiamato a selezione preordinata, che si scosta alquanto dal selettore Modigliani e può essere realizzato con apparecchi di tipo già entrati nell'uso.

In aggiunta di quanto detto nella memoria, posso comunicare che tale sistema di protezione è attualmente in montaggio nell'impianto della sottostazione di trasformazione e di smistamento che le Acciaierie e Ferriere Lombarde stanno ricostruendo a Sesto presso Milano.

Presidente: Ringrazio il collega Barbagelata della relazione che ha fatto sull'argomento che tanto interessa l'esercizio dei nostri grandi impianti, argomento che è stato reso interessante con gli studi molto apprezzati anche l'anno scorso a Parigi. Non appena altri colleghi avranno riferito sulle comunicazioni, li discuteremo in blocco. Dò la parola all'Ing. Masturzo.

Masturzo: La nota presentata ha lo scopo di fornire alcuni dati intorno al funzionamento di un dispositivo per il distacco di feeder radiali in caso di messa a terra. Ci riferiremo sempre a feeder radiali facenti parte di una rete sotterranea alimentata da sistemi trifasi a centro isolato.

In una prima parte della nota si premettono delle notizie circa il calcolo e il rilievo delle correnti nelle varie anime di un cavo funzionante con una fase a terra. In una seconda parte si passa invece all'esame del dispositivo in questione.

In caso di guasti di terra, la corrente che ritorna per la fase guasta verso le sbarre della sottostazione di partenza varia non solo al variare della posizione del guasto, ma anche col variare del feeder, pur supponendo che la terra venga fatta immediatamente a valle delle sbarre.

Si vede però che nel caso che c'interessa, con un piccolo errore, la corrente nella fase guasta può essere identificata con quella che ritorna per la terra, e, con le consuete ipotesi semplificative, (assenza di self e di resistenza ohmica) si può anche ammettere l'invariabilità di questa ultima al variare del punto del guasto.

Il rapporto fra la corrente che ritorna per la terra e la corrente di capacità di esercizio è un numero indipendente dalla costante dielettrica dell'isolante, e pertanto facilmente paragonabile con i dati sperimentali.

In una delle figure allegate alla memoria sono riportate le curve che danno in funzione della sezione del cavo i valori calcolati e quelli rilevati di detto rapporto.

Si rileva da queste curve che, a parità di capacità di esercizio, una rete di cavi ha una corrente di terra tanto più grande per quanto più piccole sono le sezioni predominanti.

Per rilevare sperimentalmente le correnti di capacità che interessano, la via più semplice è pur sempre quella di esprimerle in funzione dei coefficienti K di Maxwell.

Nel nostro caso questi coefficienti si riducono a due solamente, e facile ne è la misura operando su tronchi di cavi liberi di apparecchi utilizzatori e di misura.

Con i dati ottenuti operando su cavi di varie sezioni, da quella di 10 mmq. a quella di 150, si sono tracciate le curve che danno un μF per km. i valori di alcuni coefficienti di capacità in esercizio normale e la corrente che ritorna per la terra in caso di terra su di una fase.

Questo ultimo dato è particolarmente interessante per la taratura dei relais di protezione. Se ne può rilevare parimenti il valore per tutti i feeder alimentati da una sottostazione con una sola misura nel breve tempo di un'ordinaria interruzione.

Volendo poi passare dal valore della corrente di terra a quella della corrente di capacità di esercizio ci si può servire della curva che dà i rapporti delle due grandezze al variare della sezione.

Variando tale rapporto entro limiti piuttosto ristretti per le sezioni più usate in pratica, la determinazione in questione risulta abbastanza approssimata.

Passando all'esame del sistema di protezione si osserva innanzi

tutto che il guasto più comune su di una rete di cavi è quello di terra, perdurando l'arco l'isolamento delle altre fasi viene danneggiato e si arriva al c. c. in un tempo più o meno lungo a seconda della sezione del cavo.

Di qui la necessità di adottare un dispositivo che protegga in maniera sicura dai guasti di terra. Gli ordinari relais amperometrici a squilibrio possono, su alcune reti, dar luogo a dei funzionamenti intempestivi.

Infatti nel caso che le manovre di smistamento di carico vengano fatte attraverso separatori unipolari, nei cavi interessati per tutto il tempo della manovra la somma delle correnti delle tre fasi non è più nulla.

Di qui la convenienza di utilizzare nel dispositivo di protezione anche la risultante che le tensioni delle tre fasi contro terra danno al momento del guasto. Come si sa questa componente si può avere installando tre trasformatori di tensione collegati sul lato primario a stella col centro a terra e sul secondario a triangolo aperto. Volendo impiegare relais amperometrici si potrebbero in serie con i contatti dei relais disporre dei contatti azionati da un relais voltometrico.

Preferibile è però la soluzione con un unico relais wattometrico. Sul relais agiscono una corrente ed una tensione con circa 90° di sfasamento.

Adottando relais ad inversione il tipo più conveniente sarebbe quello in cui la corrente attraversante la voltmetrica si trovasse il meno possibile sfasata sulla tensione voltmetrica stessa.

Per i comuni relais a ritorno di corrente il ritardo della corrente voltmetrica assume in generale dei valori notevoli. Nel tipo da noi prescelto lo sfasamento era di 60°. La massima sensibilità con un relais del genere si sarebbe avuta con corrente a 30° in avanzo.

La sensibilità a 90° sarebbe stata alquanto scarsa. Occorre tener presente che la tensione voltmetrica a cui deve lavorare il relais, disponendo i riduttori nella maniera accennata, è 1,73 volte maggiore della tensione Standard fornita dai riduttori di tensione dell'impianto. Dovendo ridurre la tensione applicata al relais è chiaro che converrà far ricorso a delle resistenze ohmiche addizionali. Nel nostro caso il ritardo voltmetrico è sceso da 60° a 45° circa.

La sensibilità con 90° di sfasamento può in tali condizioni considerarsi sufficiente.

In effetti un comune relais per ritorno di corrente (5 amp. 110 volt) può in queste condizioni funzionare correttamente con una corrente di squilibrio di 0,35 amp. nel circuito amperometrico.

Il dispositivo descritto è stato applicato ad alcuni feeder della Società Napoletana. Pur non avendo a tutt'oggi sufficienti dati statistici abbiamo però avuto occasione di constatarne in parecchi casi il regolare funzionamento.

In tutto quanto precede non si è preso in esame il caso di più feeder chiusi in parallelo alle due estremità giacché per fasci alimentatori di sottostazioni si installano sempre, in aggiunta ai separatori, degli interruttori tripolari in olio. Si rientra quindi nel campo delle ordinarie protezioni.

Presidente: L'Ing. Lampis si è scusato di non poter essere presente, ma c'è il Prof. Revessi che parlerà in vece sua.

Reversi: Io non sono l'Ing. Lampis e aproffito di questa circostanza per essere molto breve. Lo scopo di un commento a un lavoro non deve essere quello di farlo conoscere a chi non l'ha letto, ma di metterne in evidenza le caratteristiche a quelli che fossero chiamati a usarne. In questo lavoro si prospettano parecchie questioni in cui ciascuna interessa le categorie dei professionisti che vi hanno a che fare, come per esempio, il dimensionamento dei trasformatori o riduttori di corrente. Un altro argomento sul quale pure non è il caso di intrattenersi è quello riguardante le condizioni diverse a cui un raddrizzatore di corrente deve soddisfare a seconda che deve alimentare strumenti di misura od altro. Invece c'è un caso in cui è opportuno ricordare la memoria del Lampis. Non bisogna dimenticare che gli apparecchi di protezione del genere sia in rapporto alla sovracorrente, sia in rapporto alla tensione, finiscono col costituire per loro natura un punto debole dell'impianto. Così che qualche volta è bene vero ch'essi concorrano a garantire la continuità e regolarità del servizio, ma possono dare luogo altresì ad inconvenienti che non sarebbero accaduti senza la loro presenza. Il Lampis studiando questi apparecchi all'estero ha messo in evidenza quante modificazioni sono necessarie per questi apparecchi (trasformatori di corrente) affinché sieno sicuri essi stessi contro quei corti circuiti che devono reprimere attraverso i relais da loro comandati. Sotto questo aspetto è consigliabile la lettura della memoria a coloro che devono impiantare apparecchi di questo genere. Alla Casa Siemens in cui il Lampis sembra abbia fatto ricerche, si è giunti a risultati interessanti per ottenere quello che i tedeschi chiamano *raddrizzatori di corrente sicuri contro i corti circuiti*. Al crescere della tensione il problema diventa sempre più difficile e chi li usa sa quante cautele siano necessarie per raggiungere lo scopo. Se mettiamo degli apparecchi che diano un danno maggiore di quello che prevengono, allora l'apparecchio è peggiore dello svantaggio iniziale. Altro non credo dire altrimenti dovrei trasformare in aula di lezione questa ch'è aula di Congresso.

Presidente: Ringrazio il collega Revessi e dò la parola all'Ing. Martinez sopra il suo regolatore-servomotore relais.

Martinez: Io sarò brevissimo perché in fondo la mia nota è solamente il programma di un lavoro da fare, è una invocazione a qualche collega giovane di trattare un argomento che mi è sembrato sempre molto interessante durante tutti gli anni della mia lunga carriera. Al collega Vallauri dice che anche il semplice argomento del relais servo-

motore e regolatore meriterebbe quella sintesi da lui auspicata stamane. Effettivamente una certa somiglianza esiste fra relais e servomotore (i quali sono chiamati da taluni relais meccanici). La parola servomotore dalle varie persone è attribuita a cose diverse, perfino a gruppi di ruote in cui non ci è niente di motore....

Nella nota ho accennato a certi problemi di motori di asservimento, ma quella è come un'esca per interessare di più alla parte importante della questione, perchè in molti casi l'asservimento è un argomento difficilissimo, che deve interessare l'elettrotecnica. Concludo dicendo che ho esposto nella Mostra un relais servomotore, che è una specie di sintesi di molti apparecchi in uso. Faccio notare poi che l'apparecchio si vede in pochi momenti, la nota è di poche parole, ma l'argomento richiede molto tempo dedicato allo studio.

Presidente: Apro la discussione sulla parte seconda relativa agli apparecchi e dispositivi contro le sovracorrenti.

Del Buono: Volevo richiamare l'attenzione sopra un dispositivo che l'Ing. Barbagelata ha accennato, e cioè sulla disseccazione, come sistema eminentemente protettivo specialmente contro i corti circuiti.

In generale per applicare la disseccazione occorre che gli alternatori abbiano un'eccitatrice propria. Si può applicare alla disseccazione separata quando però la centrale non abbia che una sola linea di trasmissione o che debba compiere solo l'alimentazione di una linea; ma se la centrale ha parecchi servizi o parecchie linee o parecchi sistemi completamente separati, quando la centrale si trova ad avere eccitrici separate non si può usare il sistema. Io ho studiato un dispositivo, applicato alla linea del Pescara dove si hanno quattro alternatori in funzione di cui tre destinati in genere alla linea di Napoli, e siccome si hanno eccitrici separate il problema richiedeva una soluzione particolare ed io l'ho risolto in modo semplice. Ho applicato in serie ai circuiti di eccitazione una grossa resistenza che è corto circuitata da interruttori; i relais delle linee invece di comandare gli interruttori di linea, comandano questi interruttori di corto circuito. Istantaneamente, appena si manifesta un corto circuito, questi interruttori scattano, inseriscono la resistenza e la tensione dell'alternatore cade da 6000 a meno di 2000 volt, quindi il corto circuito è quasi completamente annullato. Per rimettere alla tensione normale i generatori ci sono comandi che valgono a richiudere gli interruttori dal corto circuito. Il sistema funziona da quattro o cinque anni e va bene.

Selmo: Il collega Del Buono dovrebbe aggiungere che il sistema è andato bene in condizioni particolarmente difficili come è stato il servizio della linea Pescara, che ha funzionato in condizioni veramente disastrose anche per le condizioni di isolamento della linea; il sistema ha protetto bene le macchine dai corti circuiti benchè questi siano stati assai numerosi.

Barbagelata: A proposito dell'argomento della disseccazione automatica desideravo di definire bene un lato del problema. Il sistema di disseccazione automatica del Del Buono è uno di quelli che si possono definire a disseccazione parziale definitiva. Se non interviene il personale l'alternatore resta parzialmente disseccato. Ma c'è ancora un sistema di disseccazione parziale temporanea in cui l'interruttore dopo un certo tempo si richiude, poi si riapre ancora, ecc., e solo dopo un certo numero di volte la disseccazione diventa definitiva. Vi è poi un sistema a disseccazione totale: tipico è quello adottato in taluni impianti americani in cui s'interruppe completamente il campo del generatore e lo si richiude dopo due secondi. L'autore di questo sistema ritiene che tutti gli altri siano troppo lenti per poter interrompere gli archi a terra. V'è infine il sistema, che io ritengo preferibile, della regolazione o limitazione automatica della corrente. Uno speciale regolatore automatico, in caso di sovracorrente, riduce la corrente di eccitazione in modo da mantenere la corrente erogata dall'alternatore entro limiti prefissati.

Eliminata la causa della sovracorrente si ristabiliscono automaticamente le condizioni normali di funzionamento.

A questo proposito credo interessante aggiungere qualche notizia. Con l'ordinario schema di inserzione dei tipi più noti di limitatori automatici sugli alternatori trifasi, la sensibilità di questi risulta diversa a seconda dei diversi possibili casi di corto circuito monofase. Nel caso poi di centrali con trasformatori elevatori triangolo-stella in uno dei tre possibili casi di corto circuito monofase sull'alta tensione, il limitatore risulta del tutto insensibile. Avendo potuto constatare il fatto, ho studiato un semplice sistema di relais atto ad eliminarlo, nel senso che in ogni caso il limitatore viene automaticamente ad inserirsi sulla fase più carica. (L'A. illustra la cosa con alcune proiezioni).

Visentini: Credo che valga la pena soffermarsi su un punto di quanto ha detto il collega Barbagelata, e cioè se egli crede che nella disseccazione l'apertura dell'interruttore si deve fare prima o dopo la disseccazione della macchina?

Barbagelata: Non vedo ragioni intrinseche di preferenza, se si pensa che i due fatti devono susseguirsi a poca distanza. Quindi ciò non preoccupa molto; è vero che spesso in alcuni schemi si vede preferire un modo o l'altro; la miglior cosa è rivolgersi agli esercenti che possono dare notizie basate su dati sperimentali. Piuttosto io accennavo nella mia relazione a un problema: la promiscuità cioè dei sistemi di disseccazione automatica, soprattutto quando i regolatori non sono dello stesso tipo. La centrale di Boffetto che è stata la prima in Alta Italia ad adottare la disseccazione automatica si trovò per un certo tempo in condizioni privilegiate rispetto alle altre funzionanti in parallelo con essa; parecchie volte in occasione di gravi guasti od altro, quella centrale restava tranquillamente in servizio: si disseccava e cessata la perturbazione riprendeva il carico. Il problema della coesi-

stenza di diversi sistemi di disseccazione dà luogo a correnti di circolazione. Quando la rete è complessa e avviene un corto circuito in un punto qualsiasi, la cosa più difficile è vedere che cosa succede lungo le linee. Ora questi fenomeni che sono già difficili a definirsi quando tutte le centrali hanno la solita caratteristica, diventano senza dubbio anche più difficili se aggiungiamo in alcune di queste centrali la disseccazione automatica. Potremo avere una sicura risposta al riguardo quando il sistema sarà più diffuso.

Rocca: Noi abbiamo una centrale al Pescara con due disseccatori. Una coesistenza dei due sistemi ha dato come risultato che nessuna grande difficoltà si è presentata nell'esercizio. La disseccazione ha dato ottimi risultati nei Matese e anche buoni risultati abbiamo avuto nel Pescara.

Cenzato: Nel caso di guasto di un disseccatore c'è la possibilità di servirsi del sezionamento dei due settori, e allora data la separazione, non si riscontra più alcuna difficoltà.

Cohen: Il Prof. Barbagelata ha accennato alla preferenza che dà al regolatore di corrente. Credo che la preferenza provenga dal fatto che la disseccazione mette in pericolo il mantenimento del sincronismo. Vorrei chiedere all'Ing. Del Buono se nella centrale di cui ha parlato il salto da 6000 a 2000 volt o meno, basta a tenere la macchina sincronizzata; a parte questo caso singolo, non so se in centrali di potenza più grande o piccola si riesce a ridurre efficacemente l'intensità di corto circuito senza uscire di sincronismo. La disseccazione può portar via quindici minuti, se si perde il sincronismo.

Del Buono: La tensione è sufficiente a mantenere il passo della macchina interrompendo il corto circuito.

Cenzato: Non volendo parlare i miei luogotenenti parlerò io. Siccome loro sanno che i dirigenti hanno il diritto di saperne molto meno di quelli che sono diretti, perdoneranno i miei errori di dettaglio. Noi abbiamo largamente sperimentato la regolazione automatica negli impianti del Matese studiati dall'Ing. Fano, e la abbiamo estesa all'impianto del Lete. Al Pescara c'è disseccazione di cui ha parlato Del Buono; lo stesso tipo è stato adottato nella centrale dell'Aventino connessa alla linea del Pescara. Come ha accennato prima Rocca, in caso di guasto dei due sistemi la disseccazione intervenendo provoca sempre lo scatto dei congiuntori. Viceversa quando funzionano i sistemi Lete-Matese separati, ee abbiamo due centrali dello stesso tipo di regolatore automatico, non solo si mantiene il parallelo fra le varie unità, ma si mantiene il parallelo fra le centrali Matese e Lete. In complesso sono due unità in funzione al Matese e abbiamo quattro unità nella centrale Lete. Il complesso di tutte le unità si mantiene in parallelo e il servizio viene immediatamente ripreso non appena la parte guasta è selezionata. Debbo ricordare che mentre nel Matese abbiamo adottato l'unità eccitatrice, nell'impianto del Lete abbiamo l'eccitazione centralizzata e un regolatore automatico che regola tutto il complesso della centrale.

Barbagelata: L'articolo americano che ho citato, è di un nome che va per la maggiore e risale al 1915. L'autore si era preoccupato della questione dell'arco a terra. Il sistema di disseccazione è totale; dura due secondi dopo i quali si rimette di colpo l'eccitazione, in tal modo si assicurava lo spegnimento dell'arco a terra. Ripeto che ho citato, senza aggiungere nulla di mio.

Cenzato: Un'altra piccola nota. Mi riferisco al Pescara di cui Selmo ha detto molto male; ma quello di cui si è parlato è stato un periodo tragico di riassetto che io considero ormai superato. Abbiamo dovuto passare un periodo critico durante la guerra e sostituire tutti gli isolatori. Per l'urgenza fu giocoforza ricorrere a isolatori rigidi americani i quali per avventura avevano lo stesso perno dei vecchi, in maniera che il ricambio risultò facile. Noi però consideriamo questa ancora come una soluzione transitoria, in quanto la soluzione definitiva è in corso di esecuzione, con gli isolatori a sospensione, che forse avete già visto. La linea adesso funziona abbastanza regolarmente. Però gli isolatori americani, pur essendo buonissimi, hanno piccole dimensioni, l'arco esterno è basso e si hanno frequentemente archi a terra, male questo che ci è ancora rimasto. La disseccazione però spegne immediatamente l'arco e i guai sono ridotti quasi a nulla. Il metodo applicato dal Del Buono ha dato eccellenti risultati: per quanto superfluo si deve però ricordare che ad ogni interruzione la ripresa deve esser fatta dal personale.

Fano: La disseccazione automatica adottata dall'Ing. Del Buono credo che possa andare benissimo quando c'è una sola Centrale perchè allora c'è solo il personale di quella Centrale che deve pensare alla ripresa. Viceversa ritengo che la superiorità assoluta, quando ci sono più centrali, spetti ai disseccatori automatici. Con varie Centrali il disseccatore di Del Buono non può andare, perchè il momento della ripresa non può essere eguale in tutte le Centrali. Nelle Centrali del gruppo Elettricità e Gas sto mettendo da per tutto regolatori automatici, perchè ritengo questo metodo come il migliore per attenuare i guasti e per la più rapida ripresa del servizio.

Ascoli: Non so se i vari sistemi di protezione contro le sovracorrenti siano abbastanza rapidi per ovviare agli effetti dinamici dovuti alle sovracorrenti stesse, ritengo che occorra sempre un organo capace di limitare istantaneamente il loro valore, quale una bobina.

Del Buono: Rispondo all'amico Fano. Il sistema da me proposto è stato probabilmente l'unico sistema che si potesse applicare nel nostro caso, tanto più che avevamo due servizi separati e quindi era assolutamente impossibile mettere la disseccazione sui servizi... D'altra parte poi la richiusura degli interruttori si può fare anche automaticamente.

Fano: Le esperienze le ho fatte finora con un solo tipo di rego-

latore. Di altri apparecchi non ho nessuna esperienza. Quello da me adottato ha dato sempre ottimi risultati.

Presidente: Osservo che le comunicazioni fatte dall'Ing. Martinez hanno un'importanza notevole per il loro carattere di originalità. Vedo qui costruttori di turbine: nessuno ha nulla da dire in proposito?

Anau: La memoria non illustra quali sono i vantaggi del Regolatore elettrico Thoma. Non è un vantaggio quello di essere costituito da organi funzionanti elettricamente perchè il sistema non permette di sopprimere gli elementi essenziali che si riscontrano in tutti i normali regolatori di velocità funzionanti meccanicamente ed a pressione d'olio, quindi non v'è ragione tecnica di preferire il regolatore elettrico, che, se dovesse essere costruito, ad esempio, per applicazione alle grosse turbine, non risulterebbe nè più semplice nè più economico dei tipi normali.

Nel regolatore descritto nella memoria non vedo, così come è illustrato, il dispositivo di asservimento; ma ritengo che esista anche nel regolatore a piccole dimensioni, se no si produrrebbero fenomeni pendolari. Gradirei dal Martinez qualche dettaglio magari anche a fine della seduta. Come regolatore di turbina idraulica non so se sia stato applicato, ma se si dovesse applicare si ritornerebbe a un solito regolatore e allora tanto vale seguire la via seguita fino adesso. Niente altro da osservare.

Martinez: Io ho citato l'applicazione del regolatore ai motori idraulici come una cosa possibile fra i tanti modi di applicarlo. Come regolatore di turbina non presenterebbe nessuna novità originale sugli altri regolatori italiani come appunto lei accennava.

Il tipo maggiore di questo apparecchio è capace di esercitare il lavoro di 70 kgmetri.

Un socio domanda se vi è vero asservimento, che dallo schema pubblicato non risulta, e se l'organo comandato reagisce sull'organo che comanda in modo da trovarsi appena cessa l'azione, al posto di equilibrio.

Martinez: L'asservimento vi è: certo i fenomeni pendolari sono inevitabili ma è sempre possibile contenerli entro certi limiti.

Presidente: Desideravo da Martinez un'informazione. La Ditta Quénod fabbrica da diversi anni un regolatore rapido basato sul concetto di quello di questa memoria. Questo regolatore Quénod è il regolatore in questione?

Martinez: No, credo che sia tutt'altra cosa poichè il brevetto è di data recente; appena di due anni. Non mi pare che presenti come concetto nessuna novità, ma come disposizione sì, poichè c'è un diretto legame fra le valvole del servomotore e il relais elettrico. Questo dispositivo costituisce appunto la caratteristica speciale di questa applicazione.

Anau: Se la novità consistesse appunto nel comando diretto del relais esercitato dall'organo sensibile anche qui la novità sarebbe relativa, in quanto il regolatore di turbine di concezione italiana, con campana manometrica, «Calzoni» applica lo stesso concetto. L'effetto della variazione di velocità in quel caso potrebbe essere benissimo sostituito da un elettro-magnete o da un altro organo equivalente. Sotto questo riguardo non credo che l'apparecchio abbia molta importanza. Esso può servire nelle piccole installazioni essendo apparecchio di costo ridotto. Ma questa considerazione ha più valore industriale che tecnico. La pratica dirà poi se il regolatore Thoma avrà il successo che gli ideatori si ripromettono.

Presidente: Nessuno chiede la parola ed allora chiudo la discussione su questa parte del programma. Dò la parola all'Ing. Focaccia.

Focaccia: Prima di riassumere brevemente la nostra memoria, credo far cosa grata ai tecnici che si interessano dell'argomento comunicando loro il grande impiego che ha avuto in questi ultimi anni il dispositivo Petersen. E' invero la Ditta A. E. G. di Berlino detentrica del brevetto originale Petersen, ha installato in poco più di sei anni ben 410 dispositivi in paesi europei e d'oltremare, su reti esercite a tensioni diverse, comprese nell'intervallo da 3.000 a 110.000 volt. Passando a riassumere la memoria citata, dirò prima di tutto che la bobina da noi realizzata per la linea del Pescara, era senza ferro, immersa in una vasca di cemento ripiena di olio. Le risultanze pratiche di esercizio e le conclusioni di una sistematica serie di prove ed esperienze non furono molto soddisfacenti; e invero, mentre il dispositivo non raggiungeva lo scopo dello spegnimento dell'arco, non migliorava affatto l'esercizio della linea. Perciò i tecnici della Società Meridionale di Elettricità ne consigliarono l'esclusione dal servizio.

Procedeva indipendentemente il lavoro di sostituzione degli isolatori esistenti, in parte con isolatori sospesi e modifica degli appoggi, in parte con isolatori rigidi aventi caratteristiche di maggiore garanzia; portato a termine detto programma di miglioramento della linea si volle ritentare l'esperimento di efficacia del sistema, tenuto conto che le migliorate condizioni di isolamento dovevano diminuire la corrente residua, e le accennate perturbazioni di esercizio.

Per il mutato valore della frequenza, unificata a 45 periodi in tutte le reti della Società, fu eseguita una nuova taratura della bobina, e si verificò che con l'aumentare della frequenza aumenta la corrente residua.

Furono nuovamente eseguite esperienze e prove di esercizio; ma anche in queste nuove condizioni il dispositivo non si mostrò efficace, per quanto riguarda la sua peculiare funzione di spegnimento dell'arco contro terra, a causa dell'elevata corrente residuale.

E' stata anche data una conferma analitica ai risultati e alle conclusioni delle prove suaccennate adoperando all'uopo le formule ricavate da uno di noi in una memoria letta alla Sezione di Napoli. I ri-

sultati di tale esame analitico confermarono pienamente le risultanze sperimentali, alterate dalla piccola divergenza fra i valori della corrente residua calcolati e misurati, contenuta nei limiti delle pratiche approssimazioni.

Le determinazioni sperimentali ed analitiche, svolte nella memoria, hanno mostrato che l'elevata corrente residua deve ritenersi ragione fondamentale dell'inefficacia del dispositivo. Essa trova la sua principale causa nel notevole valore della conduttanza di dispersione, dovuta al grande numero di isolatori montati sulla linea Pescara, per il valore medio molto basso della lunghezza delle campate, e nella prevalenza di isolatori tipo rigido di fronte a quelli tipo sospeso, che hanno, rispetto ai primi, una conduttanza notoriamente minore.

Conclusione pratica di tali considerazioni è pertanto che mentre il dispositivo applicato alla linea Pescara, nelle attuali condizioni debba ritenersi inefficace nella sua peculiare funzione, esso potrebbe rispondere efficacemente al suo scopo su linee delle stesse caratteristiche di lunghezza e di tensione, ma costruite secondo i criteri di una tecnica più moderna.

Presidente: Ringrazio l'Ing. Focaccia come pure i suoi colleghi che con lui hanno collaborato a questa memoria.

Amara: legge un sunto della memoria presentata pubblicata nell'Elettrotecnica N. 25 del 1925).

Presidente: Ringrazio l'Ing. Amara per la esposizione fatta che dimostra come, se i nostri esercenti lo permettono, molti giovani possano portare una materia straordinaria di discussione. Io mi rallegro coi giovani ingegneri che prendono a studiare argomenti così difficili anche per la parte di calcolazione, portandoci a risultati così interessanti che potranno essere discussi non solo nella nostra riunione ma anche all'estero dove l'elettrotecnica italiana viene seguita con alto interesse. E questa è una ragione per noi di alto compiacimento.

Dò la parola all'Ing. Sameda.

Sameda: Le esperienze che ho avuto modo di compiere, durante il corrente anno, ed intorno alle quali ho parzialmente riferito nella mia memoria, avevano lo scopo di iniziare una serie di ricerche sistematiche sul comportamento di alcuni fra i più comuni sistemi di protezione contro le sovratensioni.

Le prove, strettamente limitate al campo delle onde a fronte ripido, riguardarono in un primo tempo gli scaricatori a spazio esplosivo.

I risultati ottenuti, e sui quali sorvolo per brevità, fanno considerare tale protezione come completamente inefficace, oltre che per le considerazioni che si possono svolgere nei riguardi della tensione di innescamento, per l'elevato valore della resistenza addizionale che eliminando da un lato la possibilità di perturbazioni da parte dello scaricatore stesso ne limita l'efficacia sino a ridurlo in alcuni moderni tipi ad un vero indicatore di sovratensione.

Per quanto concerne l'uso di dispositivi in serie con l'apparecchio da proteggere dobbiamo prendere in considerazione le resistenze e le reattanze.

Nel caso di un trasformatore l'inserzione di una semplice resistenza in serie, se pur fosse attuabile, non ne garantirebbe la protezione che con valori notevolmente elevati (qualche migliaio di ohm).

Le bobine di reattanza sono esse pure, con i valori attuabili industrialmente, insufficienti allo scopo. Le cose si presentano invece assai più agevoli per la protezione di un cavo.

Comunque ci sembra conveniente che qualora si addivenga alla inserzione di reattanze, eventualmente shuntate da resistenze, sia buona norma il distanziarle il più possibile dal trasformatore, avendo cura di disporre le cose in modo da eliminare ogni pericolo di formazione di sovratensione fra bobine e trasformatore.

Successivamente abbiamo iniziate alcune esperienze sull'impiego di condensatori, esperienze che varie ragioni ci hanno costretto ad interrompere, ma che si presentano oltremodo interessanti. Tuttavia i dati raccolti risultano assai favorevoli a questo sistema di protezione, e se la tecnica può oggi fornire condensatori sicuri v'è da ritenere che sorpassando diffidenze create da passati insuccessi il condensatore potrà trovare in avvenire un più largo impiego.

Tuttavia conviene tenere sempre ben presente che anche il più complesso e perfetto apparecchio di protezione non può mai spegnere completamente la sovratensione, ma soltanto ridurre in una certa misura il pericolo; di conseguenza ogni sforzo dovrà essere rivolto ad evitare nella costruzione dell'impianto la formazione di punti critici. L'eliminare, talvolta con artifici assai semplici la possibilità di formazione di un'onda riflessa può giovare più di un costoso apparecchio di protezione.

Le esperienze eseguite, se poco o nulla di nuovo mi hanno permesso di rilevare, mi hanno tuttavia dato la sensazione del fatto che le esperienze di laboratorio non possono da sole portare luce sufficiente su questo complesso campo di fenomeni. Se quindi veramente interessa portare un pratico contributo al problema della conoscenza della protezione contro le sovratensioni le esperienze dovranno essere estese agli impianti; occorre quindi creare fenomeni perturbatori e misurarne gli effetti, nonchè entro i limiti del possibile, raccogliere, interpretare ed ordinare tutti i fenomeni che quotidianamente si manifestano; i dati così raccolti oltre ad essere indubbiamente più sicuri di quelli rilevati in laboratorio su linee artificiali saranno anche assai meglio accettati dal tecnico di esercizio. E che prove di tal genere siano non solo utili ma necessarie lo prova il fatto che non di rado avviene che una protezione sia giudicata buona in quanto durante l'esercizio essa non ha prodotto perturbazioni; ora, se una tale condizione è indubbiamente necessaria non è sufficiente a provare l'efficacia del sistema adottato.

Sono quindi queste prove di sufficienza che io considero come indispensabili.

Presidente: La ringrazio per la sua comunicazione e prego l'Ing. Rebora di riassumere la sua relazione.

Rebora: Riassumo la sua relazione e fra l'altro chiede ai colleghi telegrafisti e telefonisti se mai abbiano notato rotture caratteristiche di fili di terra come quella della fig. 22 della nota pubblicata. Poiché in caso affermativo il fenomeno sarebbe da attribuirsi alla elettricità atmosferica, e nell'ipotesi negativa il fatto dipenderebbe dall'energia propria dell'impianto elettrico.

Riguardo al comportamento degli isolatori, escluso l'arco a terra, il guasto è quasi sempre conseguenza di rottura meccanica.

Rivolge quindi una viva raccomandazione ai fabbricanti di porcellana affinché si sforzino di produrre porcellana *molecolarmente stabile e tranquilla*.

Presidente: Ringrazio il collega Rebora della sua interessantissima comunicazione frutto di lunghissima esperienza e di attenzione scrupolosa portata in tutti i fenomeni che lui stesso ha potuto osservare, e che dà un'indicazione a tutti gli ingegneri del modo col quale si deve tener conto dei fenomeni che si verificano in casi analoghi. Il suo studio è una dimostrazione dell'interesse della statistica che noi dobbiamo fare in maniera da poter attraverso le statistiche stesse rintracciare la regola e trovare il principio. L'ho lasciato parlare lungamente perché tutto l'uditorio era attentissimo e credo che nessuno si vorrà lamentare per questo. Apro la discussione sulle quattro comunicazioni in blocco.

Cenzato: L'Ing. Rebora parlando degli isolatori ha ripetuto quello che è una sua idea radicalissima cioè che i guasti degli isolatori derivano dalla instabilità molecolare della porcellana. Io sono per il 70% dei casi d'accordo con lui. Ora chiedo a lui se ritiene che le prove termiche che sono di dominio comune, risolvano il problema nel senso che diano la riprova, la dimostrazione voluta, o meno. In questo ordine d'idee vorrei dare ai colleghi un'altra notizia sulla famigerata linea Pescara. Noi avevamo degli isolatori di fabbrica italiana fatti molto tempo fa e che hanno dato nei primi tempi buoni risultati nonostante si siano dovuti in seguito cambiare: l'evoluzione tecnica è stata grandissima e nulla c'è da rimproverare ai tecnici di allora. Gli isolatori che portavamo via erano in numero considerevole e costituivano una somma notevole; bisognava vedere dunque che cosa si doveva farne. Si pensò allora di fare un selezionamento termico. La prova è stata fatta coi metodi ordinari e su cento isolatori abbiamo constatato quanti resistevano in un ciclo, quanti in due, quanti in tre, ecc. E' risultato che il 50 per cento di essi era eliminato dopo due cicli. La percentuale essendo elevata, ci siamo limitati ad usare quelli che resistevano ai due cicli. Abbiamo impiegati isolatori selezionati ex Pescara, sul Matese, a Napoli e a Torre, ed ecco che cosa ci capita: risultati discordi veramente strani. Sul Matese gli isolatori hanno dato risultati soddisfacentissimi. Sulla linea Napoli-Torre invece (che passa vicino al Vesuvio) questi isolatori hanno dato risultati cattivi, tanto che le continue lamentele ormai ci inducono a cambiarli. Mi pare che la cosa sia di un certo interesse. Ma a me poi interessa fare una domanda a qualche collega specialista, e cioè se il ciclo termico costituisce un accorgimento pratico oppure no; se si deve considerare una prova di tipo, in quanto la prova può rilevare la quantità di un determinato tipo di isolatore, ma danneggia l'elemento provato, oppure una prova di selezionamento degli isolatori singoli, specie nei riguardi di quella instabilità cui accennava l'Ing. Rebora. Noi non siamo arrivati ad una risposta esauriente. Approfitto dell'occasione per dire che mi è stata fatta un'accusa da persona che non nomino, e che voglio respingere facendomi una volta tanto un merito di quanto mi è invece rimproverato. Tutti i nostri malanni sono denunciati nelle memorie presentate; ci sono delle statistiche che se andassero nelle mani dell'Assessore dei pubblici servizi, potrebbero darci delle noie. Con tutto ciò io ho dato ai giovani della Meridionale piena libertà di fare questi studi e vorrei che tutti gli esercenti seguissero il mio esempio. Questo di scambiarsi sinceramente i risultati dei nostri servizi è l'unico modo per arrivare a che gli impianti siano eseguiti come si deve (*applausi*).

Presidente: Do la parola all'Ing. Picker.

Picker: I. - Anzitutto vorrei constatare l'utilità della pubblicazione dei risultati degli studi assai complessi e chiari, che gli ingegneri della Società Meridionale hanno fatto sul problema importante della bobina Petersen. Come rappresentante di una Casa costruttrice, sono specialmente lieto di questo, perché tale pubblicazione serve ad interpretare l'esperienza che raramente le Case hanno occasione di fare fuori della loro sala prova.

La tabella della memoria presentata dall'Ing. Amara contiene 73 casi di archi verso terra a funzionamenti osservati della bobina; fra questi in sette casi la bobina non ha corretto il fenomeno disturbante, in 4 casi non è stato possibile di riconoscere il suo effetto, e negli altri 62 casi la bobina ha avuto un funzionamento corretto.

Visto che nello schema dell'impianto non sono indicati apparecchi scaricatori, domando dati su questi, in special modo perché voglio attirare la vostra attenzione sulle cause dei guasti ed alle relative osservazioni fatte dagli ingegneri della Società Meridionale nei casi n. 19, 20, 22, 23, 40, 48 e 49 elencati nella suaccennata memoria.

In questi sette casi i danni assai forti si sono prodotti per causa di archi sempre verso terra con la rottura non più di isolatori di linea ma con guasti su vari apparecchi nell'interno delle stazioni.

Questo mi indica, che nel mentre la bobina Petersen nel maggior numero dei casi rispondeva alle richieste, nei casi sopraindicati (che corrispondono al 10 per cento su tutti) l'esercizio mancava di apparecchi complementari di protezione verso terra e precisamente

di un limitatore delle sopraelevazioni spesso notevolissime del potenziale contro terra. Apparecchi a spazio distruttivo con un pronto adescamento e con rapidissimo spegnimento avrebbero potuto servire bene per evitare anche questi disturbi, e per integrare così il compito delle bobine Petersen.

E' per questo che desidero qualche schiarimento in merito visto che la relazione degli Ingg. della Società Meridionale, termina così:

«Si è spesso formulato la domanda seguente: può la bobina Petersen prevenire la perforazione degli isolatori? I nostri risultati di esercizio ci permettono di rispondere negativamente. La bobina Petersen nello smorzare un arco a terra di una fase impedisce la formazione di sovratensioni sulle altre fasi quindi previene altre perturbazioni degli isolanti, ma non può impedire una prima sovratensione o una prima rottura di isolante. Infatti se in un punto qualunque della rete il dielettrico viene ad indebolire la sua rigidità (spaccatura degli isolatori per effetti di variazione di temperatura per esempio), la scarica a terra e la distruzione dell'isolante si verificherà lo stesso che ci sia una bobina o no. In tale caso la bobina non impedirà una interruzione dell'esercizio, essa limiterà invece probabilmente il danno perché dopo la prima messa a terra non vi verificheranno altre sovratensioni che solleciterebbero in modo pericoloso gli isolanti.

II. - Per quanto alla memoria dell'Ing. Smeda mi permetto di fare la seguente osservazione:

1) Messa in parallelo di vari scaricatori.

Già l'Ing. Giles sin dall'anno 1908 ha dato al problema la soluzione ora suggerita dall'autore, col creare le batterie di scaricatori in parallelo che ancora oggi portano il suo nome ed i quali nel frattempo furono molto perfezionati. Difatti questi apparecchi funzionano da 2 persino a 27 colonne in parallelo per fase, e realizzano su impianti a media tensione, degli smorzamenti efficacissimi delle oscillazioni di media e bassa frequenza proteggendo contro i disturbi atmosferici, ecc. Circa un anno fa anche su 75.000 V a Papigno, furono applicate due colonne in parallelo di limitatori di oscillazione, ciascuna con 7 amp. di portata verso terra e prima ancora sulla rete a 30.000 V della S. E. L. T. 3 colonne in parallelo per fase, ecc.

Alla piccola mostra sotto il porticato è esposta una batteria di queste valvole Giles a 12 colonne per 9000 V e con 84 amp. di corrente di scarica verso terra per fase, e questa è una delle 6 destinate ai grossi turboalternatori di 20.000 kVA ca. della centrale di Vigliena della Società Meridionale che abbiamo visitato l'altro giorno.

2) I tronchi di cavi che l'autore suggerisce di adoperare nelle cabine di trasformatori fra l'arrivo linee ed il trasformatore, difficilmente possono avere una lunghezza oltre qualche metro, ed hanno in conseguenza una capacità ridottissima in confronto a quella occorrente per realizzare una buona protezione. Inoltre essi richiederebbero terminali a tutte le connessioni d'interruttori, di riduttori, ecc., che renderebbero questo mezzo dispendioso e poco facile.

3) I condensatori di protezione da circa 20 anni hanno anche fatto la loro prova del fuoco. Nel principio quelli in tubo di vetro tipo Moschichi, — i quali vedemmo ieri l'altro su 60.000 V e su 8500 V sugli impianti della Volturco — negli ultimi anni quelli in mica del tipo Dubilier e soprattutto infine quelli in cellon brevetto Pfiffner che sino a 90.000 V sono oggi funzionanti in centinaia di terne sulle grandi reti della Francia, della Svizzera, dell'Italia, dell'Ungheria, dell'Austria, dell'Inghilterra, ecc., e hanno dato ottime prove di funzionamento. E' quindi già trascorso da molto tempo quel periodo sperimentale in dipendenza del quale l'Ing. Smeda dice che: «Si potrà confidare che il condensatore acquisterà nel campo delle protezioni quella funzione che gli spetta e che possa scomparire quella diffidenza che i passati insuccessi hanno sollevata intorno ad esso», e le Società, e sono esse tra le maggiori che hanno adottato e usano questi apparecchi, non hanno più alcuna minima diffidenza in merito, e ne estendono anzi sempre maggiormente l'applicazione.

Sono lieto che le ricerche dell'Ing. Smeda fatte con concetti moderni e scientifici confermino la teoria e sanzionino la pratica che la mia Casa, in persona dell'Ing. Giles ed oggi dell'Ing. Pfiffner, ha stabilito da lungo e svolge con pieno successo.

III. - Circa le critiche mosse dal Chiar.mo Prof. Rebora nella sua memoria sugli «scaricafulmini» da lui controllati nelle diverse cabine e centrali, sono completamente d'accordo.

Difatti buoni scaricatori a spazio distruttivo, debbono rispondere alle seguenti esigenze:

1) adescamento istantaneo, vale a dire nell'ordine di grandezza del tempo di sviluppo della sopraelevazione del potenziale verso terra che è fra $1/10.000 \sim 1/100.000$ di secondo.

2) resistenza di smorzamento possibilmente debole che equivalga ad una portata possibilmente forte verso terra.

3) spegnimento rapido, non violento e senza persistenza dell'arco, entro qualche mezzo periodo (qualche centesimo di secondo).

4) tensione di taratura, cioè disadescamento solamente di poco superiore a quella normale di esercizio.

Ora nessuno degli scaricatori menzionati dal Prof. Rebora, cioè quelli a corno o Wurtz rispondono a queste esigenze, condivido quindi completamente l'opinione del Chiar.mo Prof. Rebora circa l'abolizione di questi, perché, dove le esigenze sovraelenate non sono osservate, gli scaricatori, per forza, diventano fonte continua di messe a terra, dalle quali nascono probabili danni ed interruzioni!

E' naturalmente ovvio il criterio di «adottare macchine a trasformatori largamente costruiti» resistenti agli effetti meccanici e bene isolati specie fra spira e spira, ma questo, affinché il costo non sia eccessivo, è possibile solamente per le grosse unità ad altissima ten-

sione, mentre non è economicamente possibile per le medie tensioni e medie potenze.

In questo caso il rimedio più adatto è il condensatore, che appiattisce opportunamente la fronte ripida tanto pericolosa.

Poi non è da dimenticare che la maggior parte degli impianti esistenti fu costruita nell'epoca in cui questo nuovo principio non era ancora applicato, rimane quindi difficile di negare per questi impianti la necessità dell'impiego di apparecchi di protezione secondo i suggerimenti della pratica d'accordo anche per quanto alle sue richieste da punto 3 a 13.

Dove non posso più avere veduta identica col Chiar.mo Prof. Reborà è il bando severo ed incondizionato al quale mette «tutti gli apparecchi a distanza esplosiva e messa a terra e in genere, qualunque sistema che possa provocare o facilitare la messa a terra sia sulle lineeeree, sia sulle reti in cavo».

Debbo quindi pregare il Prof. Reborà di dire se ha inteso di scartare indistintamente tutti gli apparecchi con connessioni a terra, cioè anche quelli senza spazio disruptivo come i condensatori, e le bobine di messa a terra delle cariche statiche, l'uno come efficace e provato modificatore delle onde a fronte ripida, tanto pericoloso, caso dell'alternatore menzionato dall'Ing. Reborà, l'altro come rimedio contro l'agglomerazione sulle linee delle cariche statiche che tanto sovente sono la causa diretta delle rotture d'isolatori?

Quanto agli apparecchi a spazio disruptivo di qualunque tipo da sopprimere, voglio contrapporre uno che, rispondendo a tutte le esigenze sopracennate, ha avuto un largo impiego negli ultimi anni da parte di molte Società importanti, tanto in Italia, quanto all'estero. Fra queste in primo luogo la Società Meridionale, la Società Elettrica Liguria Toscana, la Società Idroelettrica Piemonte, l'Adamello, l'Adriatica, la Anglo-Romana, ecc.

E questo apparecchio è il limitatore di oscillazione derivato dalla suddetta valvola Giles, che ha una sanzione di pratica di ormai vent'anni.

L'applicazione dello spinterometro a sfere di forte diametro, nonché i moltissimi spazi disruptivi di spegnimento di questi apparecchi, han portato ad un prontissimo adescamento, ed a uno spegnimento in meno di un mezzo periodo, come fu controllato da vari oscillogrammi.

Grazie ai risultati evidenti di miglioramento di servizio ottenuti con le prime e ripetute applicazioni sulle varie reti, i direttori di esercizio di esse non hanno esitato ad applicarli su più vasta scala, e ciò nonostante pure questi rappresentano degli apparecchi a spazio disruptivo e con messa a terra. Spetta ad essi a dire se questi apparecchi hanno dato noie, oppure buoni risultati nell'esercizio.

Dopo questa spiegazione è evidente che in tanti casi l'abolizione degli scaricatori imperfetti ha notevolmente migliorato l'esercizio. Di fatti vi sono delle zone dove fenomeni atmosferici disturbano pochissimo le linee elettriche, che, in queste condizioni favorevoli, naturalmente hanno un funzionamento regolare anche senza apparecchi.

Molti sono anche però i casi nei quali dopo l'abolizione radicale di tutti gli scaricatori, hanno continuato a verificarsi disturbi e fulminazioni del macchinario e si è dovuto ricorrere nuovamente all'applicazione delle protezioni contro le sovratensioni.

Tali casi sono da notare anche sulla rete della Società Meridionale. Agli esempi che il Prof. Reborà cita degli impianti nordici è da osservare:

1) che le condutture di essi attraversano maggiormente valli profonde, sono quindi poco esposte ai disturbi atmosferici;

2) che la stazione dei temporali in quei paesi è di limitatissima durata ed essi sono di minor violenza che non quelli che infuriano anche in gennaio o febbraio e durano persino a tardi ottobre, come per esempio in Liguria e nella Toscana.

L'applicazione di sole bobine di autoinduzione in serie, anche se di forti dimensioni, con o senza resistenza in derivazione, apparentemente non richiede alcuna connessione con la terra. Ci sono bensì dei casi, dove le bobine hanno portato dei miglioramenti, ma in parecchi altri su reti con neutro isolato si è dimostrato necessario di getti liquidi o da bobine di terra, allo scopo di porre rimedio alla formazione di archi formantisi fra le bobine e il muro o tra queste e il telaio, e di conseguenza tra le fasi stesse, dando luogo a propri corti circuiti, e soprattutto negli impianti con neutro a terra.

In merito al loro effetto già l'Ing. Someda ha citati i risultati che l'Ing. Courvoisier della B. B. C. a Baden ha ottenuto con delle serie di importanti esperimenti.

Nuovi impianti e trasporti di energia spesso percorrono delle regioni ancora vergini di linee elettriche. Come determinare per questi la necessità o no dell'applicazione oppure la scelta di protezioni, se non esistono ancora esperienze? E' vero che si è dato qualche caso eccezionale in cui si è iniziato il servizio di un nuovo impianto, senza alcun apparecchio di protezione: ma in qualcuno di essi i primi inconvenienti hanno obbligato ad adottarne. Non credo però si possa tranquillamente iniziare un esercizio in una nuova zona senza la prudente applicazione di apparecchi di protezione scelti ragionevolmente come è proprio il caso per i nuovi impianti della Società Forze Idroelettriche della Sila.

E' naturale che in ogni impianto anche se fatto nel modo più perfetto, col tempo si manifestino nell'isolamento, dei punti deboli. Anche un buon scaricatore è da considerarsi proprio come un punto debole (cedevole), ma messo appositamente e con criterio perchè sia veramente il più debole come lo sono le valvole di sicurezza alle caldaie, le valvole sincrone alle tubazioni, e gli sforatori ai serbatoi.

Perchè privare quindi solamente gli isolamenti elettrici di un tale sollievo?

Perchè parlare di esclusione in genere di apparecchi protettivi fun-

zionanti con criteri ragionevoli ed a regola d'arte, esclusione da praticare sia da parte dei costruttori di macchinario, sia da parte degli esercenti?

Basta applicare degli apparecchi di pronto e sicuro funzionamento per dare un rinforzo esterno supplementare all'isolamento interno del macchinario sempre delicato, principio contro il quale nè utente nè costruttore possono opporsi se gli apparecchi di protezione sono costruiti, scelti e messi in opera con giusto criterio ed a regola d'arte.

La Società Gen. Cond. Electr. di Fribourg già da oltre 20 anni non fa che concentrare tutta la sua attività in questo campo speciale dell'elettrotecnica. I suoi tecnici, come Giles, Capart Pfiffner, hanno notevolmente contribuito colle loro vicende teoriche e pratiche a riconoscere ed a individuare i fenomeni alquanto complessi, ed hanno numerosissime esperienze sugli impianti funzionanti in tutta Europa.

Questa notevole raccolta di studi e di esperienze, la Società di Fribourg avrebbe portato molto volentieri a conoscenza dei colleghi italiani in questa occasione se avesse prima saputo che in questa riunione si sarebbe trattato anche questo argomento.

Ringrazio gli egregi colleghi della cortese pazienza prestatami e li prego vivamente di credere che questa mia breve esposizione non ha in questo momento alcuna mira reclamistica. Nella discussione teorica ritengo invece mio diritto come ingegnere, e mio dovere come collaboratore di una Casa costruttrice specialista, di far parte ai colleghi qui presenti i progressi realizzati con studi lunghi, ponderati e profondi, in questa importante e complessa questione.

Presidente: Ringrazio l'Ing. Picker per la sua comunicazione.

Righi: Posso riferire una caso analogo a quello esposto da Cenzato. Sulla linea Brasimone-Bologna, si è eseguito il cambio di circa 4000 isolatori che erano in servizio da 10 o 12 anni con risultati abbastanza buoni a 35.000 volt. Questi isolatori furono sottoposti a prova termica, assoggettandoli a due cicli termici con salto di temperatura di 60°; quelli che avevano resistito, furono poi provati con l'apparecchio Venturini. Gli isolatori ancora efficienti, si ridussero così a poco più di 2000, e furono montati in linee di distribuzione a 15.000 volt. Ma il risultato, almeno in questi primi mesi di esercizio, fu così poco buono, che ci siamo domandati se la prova col ciclo termico non fosse stata essa a dare il colpo di grazia a isolatori, già vecchi a dire il vero. Desidererei sapere dall'Ing. Cenzato a quale salto di temperatura ha assoggettato i suoi isolatori.

Cenzato: Novanta gradi. Però gli isolatori furono messi sulla linea a 60.000 volt mentre prima erano su quella a 88.000.

Righi: Noi ci siamo domandati se la prova col ciclo termico era pericolosa poichè i risultati erano stati molto cattivi.

In merito a quanto ha esposto l'Ing. Reborà circa l'impiego di scaricatori, osservo che non mi sembra interamente giustificato l'ostracismo assoluto. Io ho avuto ripetute occasioni di constatare l'ottimo funzionamento di scaricatori a corna montati a valle di resistenze metalliche in olio a grande capacità termica. Il Gruppo Adriatica, per esempio, impiega largamente questo sistema senza inconvenienti, ed anzi con reale efficacia protettiva.

Pedrini: In quanto agli isolatori provati coi cicli termici come ha detto l'Ing. Cenzato, osservo che talvolta non è una prova, ma un maltrattamento degli isolatori, quindi gli isolatori per questi maltrattamenti si comportano male, allo stesso modo che un uomo sanissimo non starà più bene se lo sottoponete a sbalzi di temperatura di 60 o 70 gradi! In natura questi fenomeni di sbalzi repentini non si verificano. In una linea a 60.000 volt dove abbiamo avuti fenomeni gravissimi (isolatori invecchiati molto rapidamente in cinque o sei anni) ho studiato il comportamento di questi isolatori ed ho trovato (secondo le mie osservazioni) una ragione speciale — oltre le altre di tensione interna della porcellana e di certe predisposizioni per le spaccature — che determina il fenomeno. Ho osservato moltissimo di questi isolatori formati da tre pezzi di cui la parte superiore non presenta quasi mai inconvenienti (il 3 per cento sono rotti nella campana superiore) la campana mediana è sempre rotta; allora ho guardato la spaccatura dell'isolatore e sono rimasto sorpreso nel vedere le differenze nello strato di cemento fra la prima campana e la seconda e quella fra la seconda e la terza. Fra la prima e la seconda le intercapedini erano quasi chiuse in modo che le due pareti venivano quasi a combaciare. Restava una piccola fessura col cemento tutto intorno. Fra la seconda e la terza il cemento era stato colato e lasciava grandi anelli liberi pieni d'aria. Nella campana superiore non appariva nulla di anormale e in quella inferiore invece il cemento era corrosivo e presentava molti di quei caratteri che si trovano nelle rocce disgregate nella stagione invernale. Di giorno il servizio si poteva mantenere; di sera e di notte invece si notavano sempre rotture e allora si è concluso che l'acqua che entrava in queste porosità veniva a gelare di notte e faceva crepare l'isolatore. Questo fatto è stato studiato in relazione ad altri. L'Ing. Amati mi diceva che sulle sue linee trovava il fenomeno anche nella prima campana, e allora io ho cercato se vi erano ragioni analoghe. La prima campana (isolatore tipo Adriatica) ha un anello di dimensioni sproporzionate, mentre il secondo e il terzo sono normali; data la contemporaneità delle osservazioni e la coincidenza dei fatti io credo che anche qui il cemento abbia potuto contribuire alla rottura, ed ho consigliato quindi a parecchi costruttori di isolatori di vetro che mettono grandi quantità di cemento di cercare di renderlo impermeabile. Quando ho potuto ho dato una grande raffinata ed ho ottenuto buoni risultati.

Del Buono: Riguardo alle prove termiche accennate dall'Ing. Cenzato, si tratta di una questione molto importante che ha occupato la Commissione degli Isolatori, che appunto prese in esame la questione per vedere quali e quanti cicli è opportuno provare quale membro della Commissione io prego i colleghi che avessero dati di for-

nirceli. La prova termica è tipica perchè serve a dare una idea della fragilità del materiale. Infatti si è visto dopo molti esperimenti che quando l'isolatore resisteva a cinque o sei cicli resisteva anche a venti, quelli che resistevano a venti arrivavano anche a cento o centocinquanta. Anche la natura della porcellana influisce sulla resistenza degli isolatori: ho visto isolatori in fabbrica che si rompevano dopo tre quattro cicli mentre altri resistevano a cicli elevati; quelli di vetro non resistono a più di due cicli; come si vede quindi è proprio la prova termica che ci dà un'idea degli isolatori, come la prova di esercizio ci dà una idea della linea.

Selmo: Io volevo parlare sulla memoria relativa alla bobina che chiamerò del Pescara per non urtare la suscettibilità della Casa costruttrice che detiene il brevetto Petersen. Il Prof. Lombardi, cui si deve se a Napoli sono stati iniziati gli studi sul Petersen e che ha compilato gli importantissimi lavori comparsi sul nostro giornale, aveva suggerito di frazionare la linea e di applicare più bobine. Lo stesso consiglio hanno dato i tecnici della Casa costruttrice che ha il brevetto Petersen. E' evidente che l'adozione di più bobine risponde alla teoria: basta calcolare infatti che diminuendo la distanza si contengono entro certi limiti i valori della corrente residua. Ma è da ritenersi che questo sistema non avrebbe probabilmente efficacia nel caso della linea Pescara, perchè, come ha detto l'Ing. Focaccia, il valore della corrente residua è dovuto a rilevante corrente di dispersione degli isolatori a perno. E ciò indipendentemente dal fatto che il consiglio di installare la seconda bobina a metà linea (Aventino) non può seguirsi perchè alla centrale Aventino i trasformatori hanno i collegamenti a triangolo. I costruttori hanno mandato all'Ing. Focaccia una nota di 410 bobine Petersen installate. Osservo che a me consta che le linee tedesche a tensioni superiori a 50 kV, alle quali è stata applicata con successo la bobina Petersen, sono tutte molto meno lunghe della linea Pescara e sono tutte isolate con isolatori sospesi, che hanno una perditanza molto minore. Domando se in qualche caso la bobina Petersen è stata applicata con successo a linee a tensioni di oltre 50 kV armate con isolatori rigidi.

Chiedo poi un chiarimento all'Ing. Reborà. Nella sua relazione a proposito dei trasformatori è scritto che: «notevole è il ripetersi «con maggior frequenza nei trasformatori in aria) della distruzione «delle connessioni tra le bobine con bruciatura e interruzione netta «dei conduttori di collegamento». In circa dieci anni di esercizio con numerosi trasformatori installati mi è capitato molte volte questo fenomeno ma però esclusivamente su trasformatori del tipo in aria e nella maggioranza dei casi nei trasformatori del tipo a mantello. Quasi sempre le bobine furono trovate buone ed è bastato ripristinare le connessioni per rimettere il trasformatore in servizio. Mai mi è capitato il fenomeno con trasformatori in olio e desidererei sapere dall'Ing. Reborà in quale proporzione ha rilevato l'inconveniente nei trasformatori in olio rispetto a quelli in aria sulla totalità dei casi, a lui capitati.

L'Ing. Reborà risponde che l'ha riscontrato più spesso nei trasformatori in aria, ma qualche volta anche in quelli in olio.

Cenzato: Vorrei che qualcheuno della Napoletana facesse conoscere come detta Società si è regolata per gli scaricatori.

Immirzi: La Napoletana ha abolito sulle sue reti a 9000 volt tutti i vecchi scaricatori, orientandosi verso una maggiore abbondanza nel dimensionare le apparecchiature. A protezione delle sbarre delle Centrali e Sottostazioni si stanno creando, subito a valle di esse, cabine di smistamento costruite con speciale robustezza, isolate per 24.000 volt e con interruttori a grande capacità di apertura.

Tuttavia è in progetto la prova delle moderne protezioni, attrezzando una linea con bobine Campos, e un'altra con condensatori, in modo da esaminare la loro efficacia alla stregua dei risultati di esercizio.

Someda: L'Ing. Picker ha fatto rilevare che, in accordo con una affermazione contenuta nella mia memoria, una importante Casa costruttrice adotta da molti anni più scaricatori in parallelo su ogni fase; faccio però osservare che mi consta che tale disposizione è attuata soltanto per tensioni di esercizio moderate, per le quali la minore resistenza di terra rende tale artificio meno necessario che per le tensioni elevate, per le quali invece se esso dovesse venir impiegato porterebbe ad una spesa inadeguata.

Riguardo alla utilità della connessione in cavo tra bobine di self e condensatore, l'Ing. Picker osserva ancora che la brevità di tali connessioni è in generale tale da non consentire una protezione sufficiente. Ciò non infirma affatto il concetto del benefico effetto di tale disposizione e porta anzi ad assegnare in pratica il maggior sviluppo possibile a tali connessioni.

L'Ing. Righi ha fatto, a seguito della relazione del Prof. Reborà, l'osservazione che sulla rete della Società Adriatica l'impiego assai diffuso di scaricatori a corna triangolo-stella ha sempre dato buoni risultati; sarei pertanto lieto in armonia a quanto ho detto precedentemente sulle prove di sufficienza degli scaricatori, che l'Ing. Righi potesse documentare con dati di fatto la sua importante affermazione.

Presidente: Dò la parola a Vallauri.

Vallauri: Vorrei fare una piccola osservazione riguardo gli sviluppi di quello che ha detto l'Ing. Focaccia; e precisamente voglio parlare del fatto che sulla linea del Pescara vi sono tali valori di residui di corrente che attribuiti solo a dispersioni sarebbero veramente eccessivi; io credo quindi che da questo lato la linea del Pescara sia piuttosto calunnata.

La linea del Pescara avrebbe delle perdite di centinaia di kW e tenuto conto della resistenza della linea io trovo che ciò è un poco esagerato tanto più che io già ho avuto occasione di fare delle prove su dispositivi Petersen applicati sulla Ligure-Toscana.

In queste prove mi son trovato di fronte a perdite simili; ma ne ho data una interpretazione diversa, confermata dall'esperienza. Vorrei sapere come sono stati fatti i calcoli, e se questi sono sicuri specialmente nei riguardi della dispersione di corrente.

Presidente: La pregherei di proseguire per corrispondenza questa discussione. La corrispondenza verrà allegata agli atti del Congresso.

Reborà: Premetto una considerazione di ordine generale: non ho intenzione alcuna di colpire con i miei studi alcun apparecchio in particolare, anzi se si inventerà qualche cosa di veramente efficace io ne sarò il migliore propagandista. Se qualcuno può trovare il modo di eliminare gli inconvenienti di cui ho parlato accetterò di buon grado questo apparecchio. Fino ad oggi però l'esperienza non mi autorizza a dire che il rimedio è trovato e da ciò ha avuto origine il mio studio. E' difficile dimostrare però che un apparecchio è realmente efficace: ci vogliono anni di esperienza e non bastano le convinzioni personali, comprese le mie. Non ci si può fidare assolutamente di un esame superficiale; bisogna sottoporre ad esame un gran numero di casi e di impianti per trarne qualche risultato positivo. Gli apparecchi funzionano bene, spesso si dice, ma se non ci fossero stati, dico io sarebbe stato lo stesso. Un altro punto di ambiguità nel quale è facilissimo cadere quando abbiamo impianti muniti di scaricafulmini è lo stabilire se è stata la sovratensione che ha colpito la macchina oppure un fenomeno transitorio che ha iniziato il fenomeno distruttivo provocato dalla macchina stessa. Riguardo il modo di raccogliere gli esempi la cosa è molto delicata.

Una volta andai in una cabina a 25.000 volt e chiesi al Capo se era contento del suo scaricafulmine. Egli mi rispose affermativamente; io allora sono salito al locale scaricafulmini ed ho visto che in tutte le resistenze liquide mancava l'acqua e gli elettrodi erano perfettamente isolati da terra. Quel Capo officina aveva evidentemente molta fiducia negli scaricafulmini.

Riguardo le scariche di origine atmosferica, queste si localizzano in dati punti e chi pretende che i getti liquidi e tutte le varie altre installazioni del genere servono a scaricarle, persegue idee in contrasto colla esperienza, perchè le scariche avverranno in un punto del sistema, ma non andranno già a raggiungere il getto liquido.

Rispondendo poi all'Ing. Righi circa i guasti ai rotori degli alternatori dirò delle ragioni per cui questi fenomeni si verificano. Credo che questi fenomeni siano dovuti alla trasmissione induttiva da statore a rotore di fenomeni transitori: sovratensioni anche modeste bastano a mettere a terra l'avvolgimento del rotore già per sé stesso provvisto di solito di mediocre isolamento. Riguardo ai cicli termici faccio notare il diverso comportamento termico del vetro e della porcellana, ed osservo per esempio che mentre la porcellana resiste a sbalzi repentini di temperatura di 100°, il vetro con uno sbalzo di circa 50° si spacca. Però quest'ultimo, se la temperatura è variata con sufficiente lentezza, resiste come la porcellana. Quindi in questi cicli termici ha un'influenza enorme anche il tempo durante il quale l'esperimento viene eseguito. La prova termica basata solo sul valore dello scarto di temperatura dovrebbe portare alla abolizione del vetro. Ma l'esperienza pratica dimostra che la diversità di comportamento in Laboratorio non ha riscontro invece nell'esercizio reale.

Presidente: Siccome l'argomento non è esaurito vorrei pregare di voler continuare per iscritto questa discussione poichè certamente anche l'Ing. Picker dovrà dire qualche cosa.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI NAPOLI

Il Consiglio Direttivo di questa Sezione nella tornata dell'11 marzo corrente, ha approvato ad unanimità il seguente schema di Regolamento per l'assegnazione di premi a quei giovani soci della Sezione che nel corso dell'anno terranno letture o conferenze, su argomenti di elettrotecnica o alla elettrotecnica attinenti, meritevoli di pubblicazione o di lode.

Regolamento per l'assegnazione di premi.

Art. 1. — Nel bilancio preventivo 1926 della Sezione di Napoli dell'A. E. I. è stabilita la somma di L. 2000 per l'assegnazione di premi ai giovani soci della Sezione che nel corso dell'anno 1926 terranno — su argomenti di elettrotecnica o all'elettrotecnica attinenti — letture o conferenze meritevoli di pubblicazione e di lode.

Art. 2. — I premi saranno ciascuno di lire mille e distribuiti nel febbraio 1927 in base al giudizio di una Commissione costituita: dal Presidente e Vice Presidente della Sezione, dal Professore di Elettrotecnica della R. Scuola Superiore Politecnica di Napoli e da due altri Professori di detta Scuola, oppure due altri consoci che saranno eletti dal Consiglio della Sezione a fine d'anno.

Art. 3. — La Commissione prenderà in esame nel gennaio 1927 le letture e le conferenze tenute nell'anno 1926 dai soci della Sezione che non abbiano superato al momento della lettura il trentacinquesimo anno di età.

Art. 4. — La Commissione, stabilirà la procedura da seguire nelle votazioni, avrà facoltà di assegnare due premi di mille lire ciascuno e anche di giudicare negativamente.

Art. 5. — Il giudizio della Commissione è insindacabile.

Art. 6. — Nel caso che la Commissione trovasse meritevole di premio un numero di soci superiore a due la somma sarà ripartita a giudizio della Commissione.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Visita agli impianti francesi.

Pubblichiamo più avanti il programma, veramente allettante, della visita organizzata dalla Société Française des Electriciens. Come si ricorderà, di tale visita sorse l'idea durante l'escursione in Italia dei colleghi francesi, svoltasi lo scorso settembre. Essi rimasero così soddisfatti delle cose vedute e delle accoglienze ricevute che chiesero ed ottennero la promessa di una visita di ricambio da parte nostra. E ci predisposero un programma che costituisce a priori una testimonianza delle cordialità con cui si preparano ad accogliere. A dir vero il primitivo programma era ancora più ricco e più vasto, comprendendo anche gli impianti del Nord e dell'Est della Francia; e solo per aderire alla richiesta della nostra Presidenza, giustamente preoccupata dell'eccessiva durata del viaggio in una stagione poco propizia alle lunghe assenze, esso fu ridotto alla forma attuale. Siamo certi a priori — basta leggere il programma itinerario — che i nostri colleghi risponderanno entusiasticamente in gran numero all'invito cordiale, e che la gita dell'A.E.I. in Francia rimarrà memoranda e segnerà un nuovo passo in avanti nei sempre più cordiali ed amichevoli rapporti fra gli elettrotecnici delle due Nazioni latine.

La funzione sociale dell'energia.

Non pochi dei nostri lettori leggeranno con una certa sorpresa l'insolito preambolo della comunicazione tenuta recentemente a Roma dal Prof. REVESSI; ma la sorpresa cederà presto il posto all'interessamento nel proseguire la lettura. Si tratta infatti di uno scritto di un carattere ben diverso dall'abituale contenuto del nostro giornale; ma è bene che di quando in quando i tecnici siano condotti a considerare un po' più dall'alto il mondo in cui vivono. E dobbiamo essere grati al Prof. Revessi per aver obbligato il nostro pensiero a rivolgersi ad argomenti, com'egli modestamente dice « non consueti e non vili » e soprattutto per averlo fatto con tanto garbo e con tanta originalità.

Forze magnetiche nelle macchine elettriche.

La breve nota odierna dell'Ing. DELLA SALDA, interesserà particolarmente i costruttori; perchè lo studio delle attrazioni radiali che si manifestano nelle macchine fra stator e rotor, trascurato generalmente nelle trattazioni generali che hanno di mira solo le coppie elettromagnetiche motrici o resistenti, assume invece una considerevole importanza quando si affronta il problema del dimensionamento della struttura meccanica delle macchine stesse.

Misura elettrica della velocità dei gas.

Il Collega BORDONI, chiamato in causa da una recente comunicazione comparsa sul nostro giornale, ritorna oggi sull'argomento dei suoi lavori già relativamente antichi, mostrando con quanto scrupolo egli si fosse fin da allora preoccupato della corretta applicazione di un ingegnoso metodo di misura che dovrebbe trovare ben più frequenti occasioni di impiego.

LA REDAZIONE.

LA FUNZIONE STORICA DELLA PRODUZIONE DELL'ENERGIA

G. REVESSI



Conferenza tenuta presso la Sezione di Roma
il 27 marzo 1926

Signori,

Premetto, che la responsabilità di avervi questa sera distolto dalle Vostre ordinarie occupazioni non è tutta mia; ho ricevuto infatti tempo fa la lettera, che Vi leggo:

« Chiarissimo Professore,

« Non ho il piacere di conoscerla, nè mi sarebbe facile presentarmi personalmente, perchè sono vecchio, e dopo la guerra mi sono ridotto in campagna.

« Rifuggo però dall'idea di finire a giuocare a tarocchi, e perciò cerco, in rapporto coi miei antichi studi, di tenermi al corrente su qualche rivista delle questioni tecnico scientifiche più importanti.

« Trovo invece quasi soltanto monografie di argomento speciale e specialissimo, spesso di astrusa lettura per chi non abbia, come a me avviene, una preparazione specifica.

« Questo mi sembra un male, non soltanto per me personalmente, che forse però interpreto l'opinione di una categoria abbastanza vasta di lettori, ma anche perchè tende a confinare ciascuno in un lembo sempre più angusto del sapere, mentre sono molti i problemi tecnici, che non acquistano il loro più intimo significato che alla luce di tutto ciò, che li circonda.

« In queste condizioni c'è per esempio il problema della produzione dell'energia, che non è soltanto un problema tecnico ed economico, ma anche un problema storico e sociale, oserei dire un problema filosofico, e che ha bisogno quindi, per intenderne tutta l'importanza, di essere inserito nel quadro generale del progresso umano.

« Sono rimasto lungo tempo in forse sulla persona, cui sottoporre queste mie osservazioni, se a un tecnico, a un economista, a uno storico, e ho fissato successivamente la mia attenzione su molti nomi illustri.

« Ma la vita di campagna mi ha reso misantropo; mi ha intimidito il pensiero di disturbare delle personalità; mi ha preoccupato persino l'idea di incorrere in qualche equivoco nell'enunciazione dei titoli loro dovuti.

« Perciò mi sono fatto coraggio piuttosto con Lei, che mi ha dimostrato di saper trattare problemi abbastanza ardui senza intimidire a sua volta i lettori, e che in particolare ha trattato serenamente alcuni degli aspetti più spinosi del problema della produzione dell'energia.

« Se concorda in massima con quanto Le ho esposto, studi appunto il problema della produzione dell'energia sotto questo aspetto più generale.

« Io attenderò di leggerla su qualche rivista, o, se si decidesse per una conferenza, farò di tutto per non mancare.

« Perdoni, se ho importunato, e gradisca i miei più rispettosi saluti.

« Suo devotissimo

(firma illeggibile) ».

Rimasi in sulle prime perplesso, pur comprendendo, che, anche senza decifrare la firma, non era una lettera da cestinare;

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA
unitamente alla fascetta vecchia.

la lasciai sullo scrittoio, il giorno dopo la rilessi; fui presto d'accordo col mio ignoto corrispondente.

E poi? poi tra un'occupazione e l'altra mi tornava in mente il problema della produzione dell'energia, ma mi mancava ancora l'*ubi consistam*.

Un giorno fui trattenuto sulla strada maestra dalla stanga abbassata di un passaggio a livello, mentre aravano un campo vicino, ed il mio sguardo si incrociò col *lento giro dei pazienti occhi*; chè davvero sembrava più intelligente il bove del bi-folco!

Un'altra volta un canino bianco e ben tenuto ebbe a precedere festosamente una signora imbellettata nello scompartimento, dove mi trovavo: il dubbio, discretamente elaborato dietro la cortina di un giornale, fu anche più atroce!

In seguito ci ripensai, finchè non mi scosse, come avrebbe detto Platone, la divina visione dell'*idea*: ciò che permane nel divenire, non dirò per cavalleria verso l'ultima maschera nell'invecchiare, di quei quattro poveri esseri, è la relazione di servitù, che indissolubilmente li lega a due a due; si appalesava cioè l'umanità degli uni in confronto all'animalità degli altri sostanzialmente nella capacità dei primi di valersi intenzionalmente dei secondi.

Senonchè anche questa capacità, lungi dall'esprimere alcun che di invariabile, cade essa stessa nel greco fiume del divenire, e si modifica e si trasforma, assumendo importanza sempre maggiore; l'uomo pressochè inconscio della più lontana preistoria lentamente tende verso la concezione geniale, anche se per noi sani e latini leggermente grottesca, del *superuomo*.

Così ebbi la sensazione, se non proprio di aver infilato il giusto sentiero, di aver trovato almeno una prima orientazione, e di poter quindi, pure esitando, accettare il cimento, che così garbatamente mi era stato offerto.

*

Certo, che all'alba dell'umanità c'è stata un'età dell'oro, non soltanto, come potrebbe pensare un maligno, perchè si tratta di una leggenda, e la menzogna deve aver piuttosto cominciato colla storia, ma anche perchè l'uomo doveva essere così misera cosa rispetto alla natura da trovare, quando questa non lo spazzava come un filo di paglia, quanto bastava ai suoi modesti bisogni senza necessità di un vero e proprio lavoro; soltanto ardimento e sforzo potevan richiedere la caccia e le necessità in genere di offesa e di difesa.

La bazza dovette anzi durare un pezzo, chè i periodi della storia si rinserrano dal più antico al più recente, del pari dei periodi geologici, che li han preceduti e accompagnati, così come si rinserrano alla vista i panorami più estesi dal giro dell'orizzonte al terreno attiguo all'osservatore.

Ma dovette pure venire il momento, in cui questa libertà sconfinata cominciò col trovare dei limiti, e in cui l'uomo si trovò sfrattato dal Paradiso Terrestre, in questo misero mondo, dove lo attendeva il lavoro, mite da principio colle cure di una primitiva pastorizia, poi più grave coll'inizio dell'agricoltura.

Pensate, se non si dette attorno per rimediarsi; e la prima bestia da lavoro fu il suo simile, poichè rappresentava l'unica disponibilità di energia, che allo stato primitivo dell'umanità potesse essergli di un qualche aiuto.

La possibilità di impiegare gli animali e le forze brute della natura richiedeva ben altri progressi, e millenni occorsero, non già perchè la schiavitù scomparisse, ma solo perchè un grande pensatore, quale Aristotile, potesse intravederne la lontana possibilità di abolizione pel sorgere di macchine adatte.

La funzione della schiavitù si può in certo modo considerare come complementare del progresso della civiltà meccanica; in una civiltà affatto primitiva, essa provvede a tutti i bisogni della società; rimane ancora una delle basi fondamentali delle più progredite civiltà mediterranee; si trasforma nella servitù della gleba, quando nelle civiltà feudali un artigiano evoluto comincia a disporre di artigiani meccanici relativamente perfezionati; si riduce alla servitù domestica, per non dire qualche volta alla servitù dei padroni, nell'odierna civiltà industriale; tende a sparire per effetto dei trionfi crescenti della meccanica e della elettricità.

Ma la schiavitù, se metteva a disposizione di pochi privilegiati forze senza le quali essi non avrebbero potuto affermare la loro potenza, senza di cui non si sarebbero ad esempio potuti costruire i monumenti dell'antico Egitto, non aumentava le forze a disposizione dell'umanità.

Una prima vittoria in questo senso fu compiuta dall'uomo coll'addomesticamento degli animali, anche se è a presumere,

che questo avvenisse dapprima per le necessità della difesa e dell'offesa, che non per le esigenze del lavoro: al pastore si accompagnò il cane a protezione del gregge; prima ebbe a sentire il cavallo il peso del cavaliere di esser chiamato a incidere coll'aratro il solco nel terreno.

Ma il primo passo decisivo sulla via di quella civiltà, che non conosce ritorni, l'uomo l'ebbe, quando, alzata la vela, imparò per la prima volta a mettere a suo profitto una forza inanimata; il governo ne era certamente malsicuro; secoli occorsero perchè egli imparasse, introdotto il timone, anche a procedere contro vento col giuoco sapiente delle bordate; ma ormai al remo si accompagnava quel pezzo di tela, che, se era ancora disadatto alla manovra serrata dell'arrembaggio meglio sferrato dalla spinta dei galeotti mordenti il sughero nello spasimo del terrore, permetteva finalmente di correre il mare pur sotto la raffica della tempesta.

Su queste basi poterono assidersi e svilupparsi i popoli sedentari delle grandi civiltà storiche, in quanto l'impiego degli schiavi, degli animali domestici, e al più del vento per navigare, rendeva sufficienti anche per popolazioni relativamente dense, e ben'inteso a vantaggio di limitatissime minoranze, i mezzi di vita.

Senonchè, battuto in breccia dal Cristianesimo uno dei piloni maestri, la schiavitù, il nostro mondo declinò nello squalore dell'alto medioevo: rarefazione di mano d'opera non equilibrata da adeguati progressi tecnici, si sarebbe detto nel gergo d'oggi.

Pure altre forze della natura avevano da tempo immemorabile attratto l'attenzione dell'uomo, prima di tutte quella evidente nelle acque correnti; senonchè troppi erano i fattori, di cui sarebbe stato necessario il concorso, per arrivare fin d'allora ad una larga utilizzazione.

Soprattutto l'impossibilità di lavorare industrialmente il ferro limitò per una lunga serie di secoli l'utilizzazione delle acque alla modesta ruota del mulino cacciato in fondo alle gole o ancorato natante in mezzo ai fiumi.

Così l'utilizzazione delle forze idrauliche, non ebbe fino a tempi recentissimi che un'influenza minima sul progresso dell'umanità.

Poichè c'è una differenza essenziale fra il modo, con cui si presenta nella storia il progresso nell'arte e nel pensiero e il modo, con cui si presenta invece nella tecnica; nei primi basta un numero ristretto di manifestazioni, che, per opera di pochi eletti, assurgano, come nella Grecia antica, ad altezze per secoli non più raggiunte, per dare l'illusione di un duraturo progresso, laddove non c'è invece che il vertice d'un'onda passeggera; nel secondo invece una rondine non fa primavera, il fatto nuovo si sviluppa non solo in profondità, ma in estensione, e acquista un reale valore soltanto, quando ha coinvolto la massa, procede per sua natura con maggior metodo, e, appunto per questo, non solo illumina l'attimo fuggente, non soltanto lascia una scia luminosa, ma prepara insieme salde basi per l'avvenire.

Così si giunge allo sviluppo tecnico moderno, preannunziato alla distanza di qualche secolo dalle opere di un Leonardo, di un Copernico, di un Keplero e di un Galilei; s'apre finalmente al progresso la strada maestra: Bacone annunzia, che *Sapere è potere*.

Non fu però la motrice idraulica ad iniziare la moderna trasformazione del mondo, appunto perchè al suo trionfo mancava ancora lo sviluppo di un ultimo fattore, quello dell'elettricità; fu invece la macchina a vapore, ben più recente, poichè non è certo il caso di rifarsi dai lievi sprazzi, che le guizzarono intorno nell'antichità.

Essa sorse, dove prima si erano formate le condizioni pel suo sviluppo, dove il carbon fossile, sporadicamente utilizzato da secoli nell'economia domestica, cominciava a entrare nelle abitudini generali, e soprattutto a render possibile quel trattamento su vasta scala dei minerali di ferro, di cui pure l'isola fortunata abbondava, e che è la base di ogni costruzione meccanica, e tutto ciò nel momento in cui il ciclo delle necessità si chiudeva coll'assillo di provvedere all'esaurimento dell'acqua nelle miniere.

Fu così l'ambiente, che credè in Inghilterra la macchina a vapore: una mente più geniale delle altre raccolse sotto l'ala del proprio nome, Watt, il frutto di una lunga serie di tentativi.

Per essa non furono accumulate invano le immense riserve di energia dei bacini carboniferi, immense, ma non illimitate; i popoli, che ne hanno la fortuna del possesso, non sono perciò, ed è giusto, perfettamente tranquilli, e l'Inghilterra, che si trova da questo lato in condizioni meno liete dell'Europa Centrale, mira da tempo a impadronirsi a qualunque costo di altre riserve.

Meravigliosamente rapido è stato lo sviluppo della macchina a vapore, giunta a normalizzare in poco tempo i suoi organi fondamentali di caldaia, cilindro, condensatore e regolatore di velocità; essa, pure assicurando transitoriamente il predominio ai popoli, che erano stati così fortunati da possedere insieme ferro e carbone, trovò la ragione principale del suo successo, in confronto alla motrice idraulica, nella possibilità di essere alloggiata dovunque ne fosse sorto il bisogno, fino a trasformare radicalmente, coll'applicazione estrema di questa sua qualità, i trasporti terrestri e marittimi.

A buon diritto il vapore dette il suo nome al secolo passato, in quanto, determinando a spese dell'artigianato, il sorgere dell'industria moderna, lasciò tracce assai più profonde degli stessi grandi avvenimenti storici, che ne avevano segnato l'inizio, e dette al mondo un'impronta affatto nuova. Moltiplicò infatti, come mai prima, le ragioni e le occasioni dei grandi agglomeramenti urbani, e, colla conseguente formazione di un innumere proletariato industriale e il consolidamento di un ceto finanziario sempre più potente, fu il fatto determinante di tutti gli eventi politici, sociali e morali successivi: poté veramente sembrare, che Dio avesse creato il mondo per gli Anglo-Sassoni, divenuti propugnatori entusiasti, e *pour cause*, del libero scambio.

Ma sempre nel campo della tecnica, altri rivolgimenti profondi si andavano maturando: non si tratta più questa volta della utilizzazione diretta di un'altra forza della natura, che, come il vento, le acque, i combustibili, possa, attraverso adatti congegni, mettere a disposizione dell'umanità nuovi quantitativi di energia; poichè, per quanto ancora di un'energia si tratti, l'elettricità, il trarla direttamente su grande scala, per esempio, come si è per un momento sperato, dal carbone, sfugge ancora al nostro sapere.

Si tratta invece più modestamente d'un espediente per mettere in maggior valore l'energia, che già si sapeva trarre dalle forze idrauliche e dai combustibili, espediente, che conduce ad allungare le braccia, in linguaggio tecnico, ad aumentare il raggio utile delle motrici preesistenti, per cui viene a cessare ogni necessità di affiancare la motrice all'operatrice col vantaggio di accentrare e di rendere perciò più economica la produzione dell'energia e di ottenere una sempre più completa libertà di scelta della località di produzione.

Con ciò i motori termici e idraulici sono stati cavallerescamente promossi a « *motori primi* » per il compito che essi hanno di trarre dalla natura l'energia richiesta dai crescenti bisogni dell'uomo, ma in realtà si sono dovuti sottomettere alle esigenze della distribuzione elettrica, assumendo direttive e sviluppi affatto diversi da quelli in precedenza seguiti.

Ne è derivato un complesso di fatti d'importanza eccezionale, e che sono anche attualmente in pieno sviluppo.

Così l'energia elettrica trovò bensì la sua prima applicazione in stretta unione colla macchina a vapore, di cui favorì l'ulteriore diffusione e più la trasformazione da macchina a stantuffo in turbina, ma determinò d'altra parte, si può ben dire, il sorgere della grande motrice idraulica e dei grandi impianti idraulici, che ne sono la sede, manifestazione inconcepibile in precedenza per la impossibilità di utilizzare, quasi sempre fra i monti e lungi dai centri urbani, tanta energia; rompe con ciò il privilegio troppo assoluto dei paesi ricchi di combustibili fossili, largendo il prezioso dono della disponibilità di grandi quantitativi di energia anche ai paesi da natura fino allora invano dotati di forze idrauliche.

Tecnicamente però la nuova conquista, lungi dal mettere in contrasto le due fonti fondamentali dell'energia, arrivò a farle collaborare armonicamente insieme, profittando delle loro diverse caratteristiche per conseguire il miglior risultato economico.

Così è in corso una trasformazione ancora più vasta e profonda di quella operata dalle macchine a vapore, che nei suoi effetti parzialmente si è sovrapposta a quelli della grande lotta, da cui siamo vittoriosamente usciti, dimostrando, anche in confronto a questo evento gigantesco, la sua estrema importanza, sia col fatto che si estende senza eccezione alcuna e con eguale tendenza a tutti i paesi civili, sia coll'altro, che, mentre gli effetti della grande guerra, come quelli di qualunque altro fenomeno per quanto grandioso di carattere transitorio, lentamente si attenuano, quelli dell'evoluzione tecnica ora accennata permangono, e si intensificano con incoercibile continuità e sicurezza.

Del resto fra le cause della guerra non furono certo ultime quelle dovute allo sviluppo stesso della tecnica, cui sempre più interessa la libertà dei mari e un'equa ripartizione fra i popoli, che collaborano al progresso, delle riserve naturali di

energia e di materie prime, questioni che la guerra non ha risolto che in parte coll'evidente pericolo di nuovi conflitti.

Ma comunque si mettano le cose in avvenire, sta in fatto, che nella civiltà sempre più meccanica del domani il maggior peso in Europa è destinato al fuso, che, partendo dal Capo Nord per arrivare al Capo Passaro, comprende le maggiori forze idrauliche e i più ricchi depositi carboniferi del continente europeo, e che al Nord si prolunga nello Spitzberg verso altre miniere di carbone e al Sud incide profondamente, colle forze idrauliche della Sila, quel Mediterraneo, che, culla delle maggiori civiltà storiche, si affaccia per gli scambi su tre continenti.

Ben'inteso, non è il caso di esaminare tutti gli altri progressi tecnici, che si sono andati verificando, e che trovano un indice riassuntivo in questa crescente disponibilità di energia; ma interessa rilevare, come le esigenze dell'ambiente abbiano determinato un progresso singolarmente armonico nei rami più diversi: allo sviluppo ferroviario si è accoppiata un'adeguata possibilità di comunicazioni telegrafiche e telefoniche; all'intensificata navigazione, e più all'aereonavigazione, si sono dovute rapidamente accoppiare le possibilità della radio; non poteva alla lunga sussistere il lento veicolo a trazione animale, quando sulle rotaie correvano i treni; nè sarebbe davvero difficile trovare altri esempi.

Nè questa armonia si arresta alle necessità materiali della vita, che investe anche i mezzi per la diffusione del pensiero e dell'arte: si pensi che nella notte dei tempi l'uomo non aveva che la parola; più tardi colla scrittura era l'amanuense, che ricopiava faticosamente un codice dall'altro; venne la stampa a sostituire a questa primitiva addizione la moltiplicazione delle copie tratte dal torchio, e dal lento ritmo della composizione a mano e del bilanciare si passò gradualmente a un moto sempre più rapido fino alle « *linotypes* » e alle rotative dei giornali, fino ad abolire la ragione di ogni ritardo permettendo colla radio e gli alto parlanti di far udire la viva voce a vaste moltitudini comunque lontane e distribuite.

Questa inenarrabile armonia del progresso moderno è arrischiata a più dei singoli fatti, che lo compongono, di un avvenire anche più radioso, anche se con ciò la vita, come ebbe a divinare Schopenhauer, va diventando sempre più ansiosa e penosa.

Una tale confessione non deve però vietare di riconoscere che ai mali, che qualche volta porta il progresso, si aggiunge spesso, e per sua opera, il rimedio; così al nascere della grande industria, che ha seguito il vapore, cominciò a delinearsi il fenomeno dell'urbanesimo col conseguente spopolamento delle campagne; non per nulla Londra era la città più popolosa del mondo.

I camini raccoglievano intorno maestranze sempre più numerose, e le famiglie operaie si affollavano in abitazioni sempre più insufficienti e soffocate, malgrado le città cominciarono a superare la cerchia delle vecchie mura.

A fatica le conquiste dell'igiene riuscivano ad attenuare i danni materiali del fenomeno, i danni morali restando appena velati, anche nei paesi più progrediti, dal velo diafano di una superficiale educazione.

Per un momento si poté sperare, che l'elettricità sarebbe venuta in buon punto a porvi riparo, rimettendo in valore sotto altra forma il vantaggio fondamentale del lavoro a domicilio proprio dell'artigianato, col consentirvi quella lavorazione in serie, che è indissolubilmente legata al concetto di industria; ma una tale speranza è ormai dileguata, poichè si è dovuto riconoscere, che l'intenso sfruttamento di una costosa attrezzatura e l'immediata contiguità delle successive lavorazioni, necessarie per fronteggiare la concorrenza, non possono essere efficacemente raggiunte che nel recinto di uno stabilimento, in cui le lavorazioni si succedano concatenate in una serie di ambienti sapientemente predisposti e coll'aiuto di una complessa organizzazione dei trascorti interni, anch'essa sempre più intimamente permeata di elettricità.

Lungi quindi dall'attenuare l'urbanesimo, l'elettricità favorendo la vita industriale anche laddove altrimenti non avrebbe potuto agevolmente allignare, va diffondendolo in tutti i paesi civili.

Ma se è impossibile portare al domicilio dell'operaio la lamiera, che gli deve per breve tempo stare dinanzi per qualche colpo di lima o una toccata di fresa o una pennellata di vernice, meno difficile è risparmiargli con mezzi meccanici il cammino da casa all'officina.

Questo compito dello sfollamento delle grandi agglomerazioni urbane è stato reso possibile, piuttosto che dall'automobile, che, a parte la spesa, ha bisogno di grandi strade e di maggiori ricoveri, dall'avvento dell'elettricità, prima coi tram

elettrici, poi colle metropolitane elevate e sotterranee, in avvenire con grandi convogliatori a nastro.

Con ciò è consentito ormai distendere intorno ai centri affollati dell'attività umana i quartieri più tranquilli e meglio areati dell'abitazione familiare, contrastando ai maggiori danni dell'urbanesimo coi mezzi stessi, che ne hanno determinato lo sviluppo.

All'urbanesimo ha fatto necessariamente riscontro una rarefazione della mano d'opera agricola, sufficiente a determinare in altri tempi un'irreparabile decadenza.

La caduta dell'Impero Romano lasciò semideserto le campagne d'Italia, e tali rimasero per secoli quelle, che per il maggiore isolamento e per la malaria non ebbero occasione di rinsanguarsi: vi si ridusse una misera coltura estensiva condotta da coltivatori costretti a raccogliersi a sera in piccoli centri alti e muniti contro le insidie della natura e dell'uomo.

A rimarginare questa piaga, attenuando nelle zone più prospere anche le conseguenze dell'urbanesimo moderno, va intervenendo la tecnica, e più interverrà in avvenire l'elettricità in utile collaborazione con mezzi più autonomi di produzione dell'energia: è la tendenza moderna dell'industrializzazione dell'agricoltura, sorretta dai grandi lavori di bonifica e di irrigazione e dall'intensificarsi delle industrie elettrochimiche: un'opera lenta per la sua stessa vastità, ma che mira a non lasciare un ritaglio di terra sottratto al dominio dell'uomo.

Superfluo sarebbe insistere sulla parte preponderante, che esercita ormai su tutto questo movimento la produzione dell'energia, e per essa l'elettricità, se non intendessi con questo di giungere a un indice, che sia in certo modo di misura al progresso.

Basta infatti pensare, che l'elettricità provvede di forza motrice la totalità delle industrie, e una parte notevole dei trasporti, che alimenta un'industria chimica d'importanza crescente, che tratta la parte più ricca e delicata della metallurgia, che si infila sempre più nell'agricoltura e nella vita domestica, che inonda di luce la più modesta camera di abitazione in una misura che un tempo sarebbe sembrata sperpero per una reggia (e Clerici non si accontenta!), che infine soccorre utilmente anche in molti campi dell'arte e del pensiero, per concludere che la produzione dell'energia elettrica inquadra ormai tutta l'attività dell'uomo moderno, poichè anche quelle attività, che ne sono fuori, come ancora gran parte delle ferrovie, e anche quelle che probabilmente vi rimarranno come la navigazione, l'aereonavigazione e l'automobilismo, non avrebbero potuto raggiungere l'odierno sviluppo e perfezione senza il continuo sussidio dell'elettricità.

Dall'uomo dell'età dell'oro, che aveva bisogno soltanto di arrampicarsi sugli alberi e di inseguire o di fuggire nelle alterne vicende di una perpetua lotta, siamo giunti all'uomo, che, se non vuole far parte di gruppi etnici condannati alla decadenza, deve disporre annualmente di qualche centinaio di kilowattore: lasciamo ad altri di coltivare il dubbio, se questo sia progresso; qui basterà osservare, che il fatto umile, che ha accompagnato l'uomo nella sua ascesa, è sostanzialmente la crescente disponibilità di energia.

L'uomo civile, nei luoghi per un complesso di circostanze più fortunati, arriva a disporre di forse mille kilowattore all'anno, in Italia il consumo arriva a circa 150 kWh, e non è poco per un paese quasi privo della risorsa di buoni combustibili fossili, e dove anche le forze idrauliche, ragguagliate all'area o alla popolazione, sono ben lontane dal raggiungere la disponibilità ad esempio della Svizzera o della Scandinavia.

Inoltre il consumo è in continuo incremento, e, nelle zone industrialmente più progredite, può stimarsi forse al doppio, e tale è forse per l'intera popolazione, se si tien conto della quantità ulteriore di energia, che impiegano, senza l'intervento dell'elettricità, specialmente i trasporti e l'agricoltura.

Mi solletica il desiderio di dare una forma più rappresentativa a questa cifra di 300 kWh all'anno per individuo, perchè anche da una semplice immagine, purchè felice, può talora aprirsi la strada a qualche deduzione interessante: assunto il peso medio di un uomo in 70 kg, questa energia sarebbe sufficiente a sollevarlo in un anno di 1500 km, cioè di più di 4000 metri al giorno, cioè quotidianamente del dislivello da Aosta alla vetta del Monte Bianco; è una fatica doppia o tripla di quella che potrebbe sopportare un uomo normale e forse quintupla di quella che potrebbe essere la prestazione media della popolazione.

Questa cifra di cinque può dipingere la misura del progresso, forse per 8-10 conseguito nell'ultimo secolo, perchè la possibilità anche soltanto ideale di poter sollevare, non il singolo, ma l'umanità intera a tanta altezza bene risponde all'aspirazione di

tutti i tempi di gareggiare col falco e coll'aquila nei domini fino a pochi anni addietro quasi inviolati dell'aria.

*

Ma perchè? era infatti inevitabile, che anch'io trovassi la strada tagliata dal dubbio sullo scopo e sul meccanismo di questo incessante progresso, dubbio reso oggi più formidabile dal suo ritmo accelerato, che ci lascia perplessi su quanto avverrà nell'immediato domani.

Provai a interrogare in proposito le pagine più celebrate dell'antica sapienza, ma ne uscii più perplesso che mai, perchè la nostra mentalità rifugge, dopo il Rinascimento, dalla metafisica e dalle dispute fra libero arbitrio e predestinazione, mentre è pure costretta a riconoscere che le spiegazioni meccaniche dell'universo rappresentano bensì vittorie grandissime del genio umano, ed hanno respinto la metafisica sempre più indietro verso campi più ardui e remoti, ma non possono dare fondate speranze di svelare sostanzialmente il mistero che ci circonda.

Fu allora che mi successe uno strano caso: ero una sera fuori di residenza, e, per aspettare l'ora di cena, mi rifugiai in un cinematografo. Ero entrato colla sala già al buio, e avevo trovato, mezzo a tastoni, un posto, mentre la pellicola si proiettava; esagererei, se affermassi, che mi divertivo: avevo persino dimenticato di guardare il programma e stentavo a interpretare l'azione. Girando gli occhi intorno vidi vicino a me un vecchietto cogli occhi così intenti allo schermo, che l'invidiai; poi caddi in una specie di dormiveglia favorita dalla nenia, che accompagnava lo spettacolo.

Così la proiezione mi si finì totalmente per confondere, mi parve di intravedere una specie di via lattea in rivoluzione, dove globi di fuoco tracciavano strane traiettorie: ma, fatto anche più curioso, gli spettatori stessi mi parvero diradare e trasfigurarsi, figure strane di vecchi sparse qua e là per la sala in penombra, alcuni drappeggiati di bianco, altri in oscuri costumi da medioevo, parecchi colla tonaca da frate, qualche prete, molti con zimarroni di secoli passati, e i più infine con abiti moderni, ma giù di moda.

Peccato che l'illuminazione insufficiente non permettesse di distinguerli bene: non mi parve però che quelli, che sembravano aver notato la mia presenza, mi considerassero troppo come un intruso, e ciò mi dette coraggio.

Anzi il mio vicino, che si era curiosamente trasformato, coi capelli a zazzera e un grande tabarro da vecchio cospiratore, e mi aspettavo mi domandasse, che ci stessi a fare, si chinò invece confidenzialmente verso di me per sussurrarmi: — Son tutti qui oggi i miei filosofi, discesi da ogni angolo dell'Empireo ad una rappresentazione per invito: dicono che dietro l'impresa ci sia Kant, Darwin, Spencer e non so chi altro... Certo Lei lo hanno lasciato passare, perchè lo credono un giornalista, e hanno imparato anche loro ormai a tenersi buona la stampa... Quanto a me non sono un filosofo; ero un bibliotecario, benvenuto dai maggiori, e rispettato dalla minutaglia, che avevo sorpreso facendo in biblioteca colle forbici in mano.

Intanto la proiezione proseguiva sull'evoluzione del nostro globo: i quadri erano separati da leggende esplicative, che erano scritte in greco, ma che il mio vicino mi andava per fortuna traducendo: — Se n'è assunto l'incarico, sembra, Democrito, e accennano ai tempi sempre più brevi delle successive epoche geologiche, da miliardi di secoli a migliaia di anni... Ecco i continenti, che cominciano ad emergere... Ecco la vegetazione... Ecco le prime manifestazioni della vita animale... Ecco l'uomo...

Veramente l'uomo ci sarebbe voluto il microscopio sulle prime a scoprirlo, tanto era più piccolo, più lento, più brutto degli altri animali in mezzo alle foreste, o alle paludi o sul margine delle caverne; ma la proiezione era fatta tecnicamente molto bene, apparivano delle zone ingrandite, come fossero dietro una lente, coi primi episodi della sua vita e della sua attività: le prime lotte, i primi ricoveri, e poi lentamente i primi armenti, i primi frutti del suo lavoro, i primi filari di viti, le prime ebbrezze.

Ma anche nei quadri successivi, ormai comparse le grandi civiltà della storia, occorreva un forte ingrandimento per rendere percettibile l'azione dell'uomo! erano monumenti faticosamente eretti da torme di schiavi, che interessavano una minima parte della superficie terrestre; su limitate zone si intravedevano lentissime carovane, spesso attese da predoni in agguato; qualche piccola imbarcazione fuggiva sui mari interni al verto e ai pirati; un primo accenno a distanza dell'azione dell'uomo cominciavano a rilevare i nastri sottili e diritti delle strade che si irradiavano da Roma!

Altri quadri ancora si dovettero succedere rapidamente sullo schermo, prima che apparisse in pieno l'azione dell'uomo: comparvero dei fiocchi bianchi, che non eran nuvole, comparvero delle reti di vere strade sempre più fitte e più estese; comparvero delle strade a larghissime curve striate di ferro, che scomparivano a volte sotto i monti, e attraversavano i fiumi, ed erano ad intervalli percorse da lunghi convogli; comparvero in mare bastimenti sempre più grandi e con rotte sempre più veloci e indifferenti ai venti e alle onde; singolari fasci di fili avvolgevano i continenti; strano appariva l'aspetto notturno di vaste regioni sempre più fittamente costellate di luci; quasi dovunque all'apparenza disordinata della natura andava sovrapponendosi l'opera geometrica dell'uomo: persino nell'atmosfera e sotto la superficie del mare cominciava a manifestarsi la sua presenza.

Tutto accennava come all'azione della natura andasse aggiungendosi, sempre più tenace e prepotente, l'azione del nuovo fattore, minuscola e slegata anche durante le maggiori civiltà storiche finchè ristretta a piccoli popoli isolati, sempre più efficace invece coll'affiatamento più stretto imposto dal progredire stesso di quella tecnica, che dalla stampa, al telegrafo ed alla radio ha moltiplicato per l'uomo i mezzi di comunicare col proprio simile, e intensificato così l'azione eccitatrice anche delle grandi opere del pensiero, altrimenti spesso condannate a scomparire o a rimanere dimenticate per secoli, e sempre soltanto a profitto di esigue minoranze.

Sarei stato curioso di vedere, come andava a finire, e avrei avuto mille schiarimenti da chiedere al mio bibliotecario; ma disgraziatamente all'improvviso la sala si riempì di luce, e tutti si alzavano in fretta per andar via, anche il mio vicino, che ormai deposto zimarra e zazzera, indossò un banalissimo soprabito, e accese, uscendo, un mezzo toscano; guardai l'orologio, l'ora della cena era felicemente raggiunta, ed infilai frettolosamente la porta.

Nella notte mi misi in treno, ma col ricordo di quanto mi era sembrato vedere, non riuscivo a prender sonno.

Due fatti essenziali mi si profilavano innanzi: il ritmo sempre più celere dell'evoluzione del mondo, preavvertito dalle didascalie in greco, realizzato, mi era parso, con una velocità di svolgimento della pellicola sempre minore, così da dare ai quadri durate eguali, e poi la parte sempre più notevole, pur se ancora modesta, assunta dall'uomo nella progressiva trasformazione della nostra terra.

Ma non è per caso un'illusione il ritmo accelerato di questo progresso? già Fechner ha ai suoi tempi messo in evidenza con un ragionamento elementare, che le nostre sensazioni sono proporzionali al logaritmo dello stimolo, nè la legge è stata sostanzialmente abbattuta dalle ricerche successive, il ragionamento elementare essendo quello che l'incremento della sensazione dipende dal rapporto dell'incremento dello stimolo all'intensità preesistente dello stimolo stesso. Qui la situazione è in certo modo reciproca; è come se, mi varrò di un paragone banale, noi fossimo chiamati ad apprezzare la velocità con cui l'acqua colma lentamente un bacino; tanto più questa velocità è lenta, e tanto più dovremo attendere, che l'acqua sia prossima al ciglio superiore per avvertire con qualche sicurezza la graduale riduzione della fascia asciutta.

Nel caso che ci interessa, la sensazione è anche più incerta; è come fossimo noi stessi al fondo di un pozzo vasto e profondo, come un cratere, che si vada lentissimamente colmando; non abbiamo la percezione esatta del ciglio, mentre siamo invano tormentati dal desiderio di superarlo per spaziare finalmente senza ostacoli intorno a noi.

Ma il paragone può forse ancora servire utilmente a rappresentarci in qualche modo la complessa evoluzione del mondo: è ovvio che tale evoluzione, anche se, come media, procede uniformemente nel tempo, non può essere però uniforme nello spazio; lo poteva forse nelle prime sue fasi; cessava certamente di esserlo col sorgere della vita vegetale e più ancora collo sviluppo del mondo animale. Tutto questo potrebbe rappresentarsi dicendo che, se i primi strati accumulati nel fondo del cratere in quelle epoche remote potevano ritenersi di spessore uniforme, sempre più accidentati, pure corrispondendo per unità di tempo ad egual volume, dovevano diventare i successivi.

Peggio dovette avvenire quando coll'uomo nacque finalmente il pensiero, capace di agire in doppio modo sul divenire del mondo, governando cioè l'azione materiale dell'uomo sulla terra, ed elaborando sè stesso nelle sfere più alte dello spirito.

E' come se si fossero continuati a sovrapporre, anche se leggermente più sottili e sempre già per sè stessi più accidentati, gli strati corrispondenti all'opera della natura bruta, ma

elevandosi su questi, dapprima isolati e appena percettibili, poi sempre più arditi, ma ancora come esili pinnacoli, i frutti dell'azione materiale dell'uomo, qua e là circonfusi come da densi vapori, i prodotti del pensiero, già i primi, e più ancora i secondi capaci di sollevarsi notevolmente sullo strato di base.

Nessuna meraviglia, che la quasi totalità di questi vapori non avesse che una vita effimera, ricondensandosi rapidamente e non contribuendo in sostanza che poco o nulla al reale sollevamento del fondo, e che anche la quasi totalità dei pinnacoli, senza una base adeguata, perchè sorti su minuscole oasi di civiltà perdute in una sconfinata barbarie, si sfaldassero col tempo contribuendo alla evoluzione del mondo più che altro coi loro detriti: non mai quindi totalmente invano.

Il modello ora illustrato può suggerire, come anche sotto il continuo alternarsi di progressi di stasi e di regressi delle civiltà passate, qualche cosa effettivamente c'è che progredisce sempre, all'infuori dell'intenzione stessa degli uomini, e come col graduale aumento dell'ingerenza dell'uomo nell'evoluzione del mondo, possa effettivamente l'umanità sopraavanzare la natura con strutture, che sempre più solidamente ed arditamente si elevino sul fondo pur esso in lentissimo sollevamento, e con opere dello spirito, che mirino ancor più verso l'alto.

L'uomo, anche se da principio inconsciamente, ha sempre contribuito a quest'opera, ed oggi è in grado di farlo con un'efficacia senza confronto più grande, per la maggiore universalità della civiltà moderna e per la forza di cui ha potuto negli ultimi decenni armare il suo braccio, volgendo a suo profitto una parte delle energie disponibili in natura.

Ma qual'è allora l'imperativo, cui obbedisce l'uomo per integrare, secondo un superiore ed ignoto disegno, l'opera della natura malgrado la sua libera volontà?

Ha mai provato qualcuno di Voi a riposare in una notte stellata sull'erba di un'altura solitaria guardando la volta del cielo? Non si è sentito, per quanto piccolo, al centro dell'universo? è un'illusione, ma che domina fatalmente l'azione dell'uomo non meno nella vita materiale che in quella spirituale.

C'è infatti uno stimolo, che forse non è stato a sufficienza considerato, mentre ha presumibilmente sempre agito sull'uomo, come conferma il fatto che esso agisce già sul bambino fin dagli albori della coscienza, se almeno è vera la legge biogenetica di Haeckel, se cioè lo sviluppo dell'individuo ripete veramente in scala ridotta lo sviluppo della specie. E' la tendenza egocentrica dell'uomo, che gli permette a torto o a ragione di crederci, se non proprio il re della natura, almeno il centro dell'universo; e non solo oggi, in cui, almeno in certi campi, può veramente cominciare ad atteggiarsi a dominatore, ma anche quando, pur non essendo in tutto che il trastullo della natura, già cullava nel mito di Prometeo, e malgrado il suo tormento, questa incoercibile volontà di dominio.

Ed è certo una manifestazione mirabile della Divinità quella di volgere l'umanità ai suoi fini, pur lasciandola in possesso del libero arbitrio, col semplice espediente di un'illusione, di cui l'uomo non può, anche se conscio, sostanzialmente liberarsi.

In virtù di questo sentimento egocentrico, che nulla ha a che fare, si badi bene, col comune egoismo, l'uomo ha cominciato coll'asservire il proprio simile, e poi gli animali, e poi negli ultimi secoli, coll'avvento del progresso moderno, le forze brute della natura; e se le vicende di questo travaglio non han servito di base alla storia dell'umanità, non è perchè esso non sarebbe stato lo specchio più fedele del progresso, ma perchè non ha potuto lasciar traccie così adatte a stabilire una cronologia, come le schegge di silice o i monumenti e le opere dell'arte e del pensiero, e forse anche perchè le prime conquiste di questo travaglio sono entrate nell'uso dell'uomo come un dono di Dio, e le successive, fino agli ultimi secoli, come il frutto di quella osservazione banale delle cose terrene, che le antiche civiltà, e anzi fino al Rinascimento, tennero quasi sempre in disdegnoso dispregio.

Su questa via l'uomo trova, specialmente oggi, la sua ragione fondamentale di vita; su questa base si deve fondare l'etica del presente e soprattutto preparare quella dell'avvenire.

Quando l'uomo riduce i minerali per trarne i metalli per le sue costruzioni e le sue macchine; quando brucia i combustibili fossili, o capta le acque per trarne energia; quando re-dime, regolando il regime delle acque, le campagne, e le coltiva e fissa l'azoto dell'aria per provvedere al suo sostentamento; quando sfrutta le foreste per trarne nella carta il mezzo fondamentale alla diffusione del suo pensiero; quando comunque lavora, egli sottrae alla natura forze che avrebbero agito altrimenti, modifica più o meno la struttura del mondo, adempie a una precisa funzione cosmica.

E' naturale allora che l'importanza delle razze e delle

nazioni tenda ad essere valutata dall'entità dell'energia meccanica, che ciascuna sa procurarsi ed impiegare; a questa luce le razze di colore hanno limitate probabilità di sommergere la razza bianca; il passato non invano ha preparato alcuni popoli di questa per l'avvenire, e fra essi certamente noi, che possiamo vantare la civiltà più antica accoppiata alla tenace vitalità necessaria per risorgere sempre di nuovo.

A condizione però che presso questi popoli privilegiati si continui a sentire l'imperativo del dominio, non tanto verso gli altri se non per ragioni di difesa, in quanto questo è un dominio, come quello che sboccò ai suoi tempi nella schiavitù, che nulla aggiunge alla forza complessiva dell'umanità, quanto nei riguardi della natura, che ci circonda.

Occorre perciò, quanto più rapidamente è possibile, progredire nella tecnica ed estendere il nostro dominio su sempre nuove fonti dell'energia, perchè soltanto le nazioni presso cui questo scopo sarà meglio e più prontamente raggiunto, avranno ragione di vita nell'avvenire, e meglio delle altre potranno eccellere in quelle manifestazioni più alte del pensiero, che, pur senza esserne mai state la base, chè la base è la forza, furono però, sono e saranno l'indice più luminoso della civiltà di un popolo.

Questa in sostanza, allo stadio odierno del progresso, la funzione storica della produzione dell'energia e in generale della tecnica.

Il compito degli ingegneri è perciò eticamente assai più alto di quello che molte volte essi stessi non pensino: il grosso pubblico se li dipinge spesso come preoccupati soltanto del lucro, e non è detto che la natura non si valga qualche volta anche di questo stimolo per raggiungere le sue finalità; ma il sentimento egocentrico di cui ho accennato, e che diventa tanto più efficace, quanto più l'uomo è conscio delle sue possibilità, non ha bisogno di uno stimolo così volgare, e che potrebbe del resto fallire a uno scopo sì alto.

Esso sente invece di tramutarsi in un sentimento ben altrimenti sicuro ed elevato di dovere, di quel dovere, che Kant ha esaltato nella sua celebre invettiva: ricordate! — *Pflicht! Du erhabener, grosser Name...* Dovere! Tu nome grande e sublime, che nulla in te racchiudi, che importi lusinga, pur esigendo obbedienza, e che, senza stimolare la volontà colla minaccia di ciò che provoca avversione e timore, trovi con un semplice cenno aperta la via del cuore.

*

Io non so, o Signori, se il mittente della lettera, che lessi in principio, sia presente, e potrei anche temere che preferisse conservare l'incognito per non essere chiamato da Voi responsabile del cattivo impiego della Vostra serata; questa sua prudenza potrebbe costituire al momento per Voi una piccola fortuna, perchè chissà altrimenti quante obiezioni potrebbe farmi, e fino a che ora ci terrebbe a discutere!

Non già che io tema queste obiezioni, perchè sarebbe assurdo che io coltivassi la pretesa di aver convinto lui o Voi; allo stato delle nostre conoscenze il problema non appartiene ancora interamente alla scienza, e da questa soltanto si potrebbe esigere una vera dimostrazione.

Nell'attesa io potrei dichiararmi soddisfatto, se fossi riuscito a richiamare la Vostra attenzione sull'importanza e sul fascino dell'arduo problema, in modo da farvi pensare anche domani, anche fuori di qui all'argomento; importa meno se per darmi ragione o per darmi torto.

Vorrebbe dire infatti, che, offrendovi l'occasione di rivolgere il pensiero ad argomenti non consueti e non vili, avrei ottenuto, ciò cui certamente non pensavo, quando ricevetti la lettera del mio ignoto corrispondente, di gettare la traccia di un'opera d'arte!

Roma, 27 marzo, 1926.

« Les Annales des Postes, Télégraphes et Téléphones »

Questa pubblicazione, che esce sotto il controllo di una Commissione nominata dal Ministro delle Poste e Telegrafi Francese, annovera fra i suoi soci collaboratori, i tecnici e gli scienziati più eminenti.

Essa presenta ai suoi lettori, in materia telegrafica e telefonica, una documentazione completa che li tiene quotidianamente al corrente dei progressi raggiunti, dei lavori ed esperienze che si stanno eseguendo in tutto il mondo.

Les Annales sono editi dalla « Librairie de l'Enseignement technique » rue Thénard, à Paris V. - Prezzo dell'abbonamento annuo: 27 frs.

□ CALCOLO DELLE FORZE DI ATTRAZIONE MAGNETICA NELLE MACCHINE ELETTRICHE □ □ □ □ □ □

CESARE DELLA SALDA

Lo scrivente ha illustrato su queste colonne ⁽¹⁾ i vantaggi che, a suo giudizio, per l'applicazione alle macchine, presenta un enunciato della legge delle forze meccaniche di origine elettromagnetica alquanto diverso da quelli più usuali. Tali forze in un sistema di correnti e campi magnetici possono venire espresse dalla formula generale:

$$F = \frac{d\Phi}{dl} N I \quad (1)$$

dove $d\Phi$ significa la variazione del flusso magnetico concatenato con N spire percorse da una corrente I , variazione manifestantesi in seguito ad uno spostamento virtuale infinitesimo dl impresso ad una data parte del sistema ed F significa la forza di origine elettromagnetica agente su quella data parte del sistema nella direzione dello spostamento o nella direzione contraria (a seconda che il risultato del calcolo è positivo o negativo).

La F risulta espressa in dine se tutte le grandezze nella (1) sono in unità c. g. s.

L'applicabilità della (1) è stata messa in rilievo, nel precedente lavoro, per le forze tra correnti e campi magnetici e per quelle tra correnti e correnti. Nella presente nota si mostrerà che la formula (1) può servire anche, con qualche leggera restrizione, al calcolo delle forze di attrazione magnetica tra ferro e ferro quando il campo magnetico da cui dipendono è prodotto mediante correnti; ad es. le forze manifestantesi tra il ferro dei poli ed il ferro dell'indotto nelle macchine elettriche, sia in relazione col flusso induttore (indipendentemente dalla corrente d'indotto), sia in relazione col flusso d'indotto (indipendentemente dalla corrente dell'induttore).

Qui si considereranno solo le forze dipendenti dal flusso induttore come le più importanti. Per le altre si potrebbero svolgere considerazioni analoghe.

1. - Formula teorica delle forze di attrazione magnetica.

Siano un indotto A ed un induttore B , concentrici (fig. 1), ed un flusso Φ venga eccitato da N spire percorse da una cor-

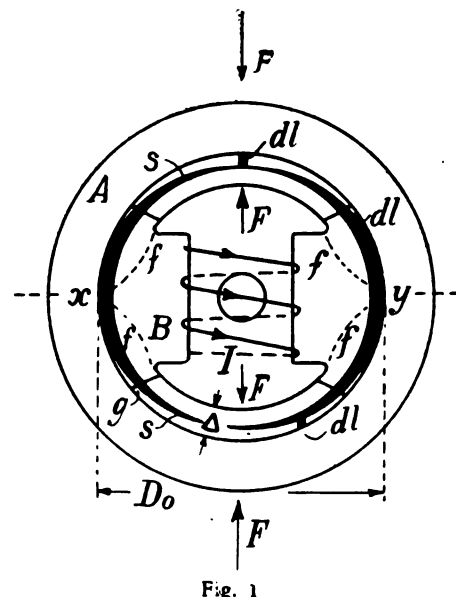


Fig. 1

rente I mentre l'indotto sia privo di corrente. Si chiami A il traferro radiale minimo, sotto e sopra le espansioni polari ed xy il piano di simmetria della macchina in figura.

Si immagini d'imprimere alla metà di A superiore al detto

⁽¹⁾ v. L'Elettrotecnica, 1921, n. 20.

piano xy uno spostamento parallelo alla direzione della freccia superiore ed eguale a $d\mathbf{l}$ per tutti i punti della superficie interna di $\mathbf{A}$, ed altrettanto si faccia per la metà inferiore di $\mathbf{A}$ spostandola di $d\mathbf{l}$ nella direzione della freccia inferiore, fermo tenuto il piano xy .

Le curve $\bullet$ indicano la nuova posizione assunta dalle mezze superfici interne di $\mathbf{A}$. Solo per i punti di tali superfici che distano di meno di $d\mathbf{l}$ dal piano xy non sarà lecito considerare uno spostamento eguale a $d\mathbf{l}$, chè i loro spostamenti possibili saranno compresi tra i limiti $d\mathbf{l}$ e zero. Ma siccome in tali punti le induzioni magnetiche sono minime e minime sono le forze parziali di attrazione magnetica tra i detti punti ed i poli, trascurabile sarà l'errore che si commette tollerando tale anomalia per applicare la legge (1).

La riluttanza totale R_0 opposta, prima degli spostamenti, dai due traferri al flusso Φ calerà evidentemente, in seguito agli spostamenti $d\mathbf{l}$, di una quantità dR_0 ed il flusso concatenato colle N spire crescerà di una quantità $d\Phi$. Perciò le due metà di $\mathbf{A}$ si devono ritenere soggette a forze dirette verso i poli nel senso delle frecce esterne all'indotto in fig. 1, forze che saranno eguali per ragioni di simmetria.

Lo spostamento globale della parte $\mathbf{A}$ del sistema è $2d\mathbf{l}$, mentre è $d\mathbf{l}$ lo spostamento per ogni mezzo indotto, la forza globale in giuoco sulla parte $\mathbf{A}$ si potrà chiamarla $2F$, mentre F sarà quella agente su ogni mezzo indotto, come indicato nella fig. 1.

Esprimendo tutte le grandezze in unità c. g. s. ed applicando la formula (1) si avrà:

$$2F = \frac{d\Phi}{2d\mathbf{l}} \cdot N\mathbf{I} \quad (\text{dine}) \quad (2)$$

Ora è:

$$\Phi = \frac{4\pi N\mathbf{I}}{R_0 + R_f} \quad (\text{Maxwell}) \quad (3)$$

se si astrae dal magnetismo residuo, e si chiama R_f la riluttanza opposta a Φ nel ferro del circuito magnetico, in unità c. g. s. come la R_0 . Astruendo anche da variazioni della saturazione m , la riluttanza $R_0 + R_f$ varierà solo in quanto varia il traferro 2Δ dietro gli spostamenti virtuali $2d\mathbf{l}$ sopraindicati. Quindi sarà lecito scrivere:

$$\frac{d\Phi}{2d\mathbf{l}} = \frac{d\Phi}{dR_0} \cdot \frac{dR_0}{2d\mathbf{l}} \quad (4)$$

Dalla (3) si ha:

$$\frac{d\Phi}{dR_0} = - \frac{4\pi N\mathbf{I}}{(R_0 + R_f)^2} \quad (5)$$

$$N\mathbf{I} = \frac{(R_0 + R_f)\Phi}{4\pi} \quad (6)$$

Si sostituisca la (5) nella (4) e s'introduca il risultato, nonchè la (6), nella formula (2). Semplificando si ricava subito:

$$F = - \frac{\Phi^2}{8\pi} \frac{dR_0}{2d\mathbf{l}} \quad (\text{dine}) \quad (7)$$

La variazione di riluttanza dR_0 corrispondente ai due spostamenti $d\mathbf{l}$ è negativa, perciò le forze F saranno positive, cioè esse avranno le direzioni degli spostamenti immaginati, come per altra via si ricaverebbe considerando le azioni tra le masse magnetiche libere e di segno opposto sulle opposte superfici di $\mathbf{A}$ e di $\mathbf{B}$.

Ad eguale risultato si giunge se, anzichè considerare spostamenti virtuali sulla parte $\mathbf{A}$ della macchina, si imprime due spostamenti $d\mathbf{l}$ alle espansioni polari di $\mathbf{B}$ ed in direzione delle superfici interne vicine di $\mathbf{A}$ (*). Perciò in fig. 1 si sono indicate sulle espansioni polari due forze F eguali e contrarie a quelle agenti su $\mathbf{A}$.

2. - Formula pratica delle forze di attrazione magnetica.

Nella formula (7) la grandezza difficile da determinare è il rapporto $\frac{dR_0}{2d\mathbf{l}}$. Esso risulta poco diverso da quello più agevole a ricavarci col calcolo e coll'espressione, intercedente tra la variazione dR_0 di riluttanza dei due traferri che conseguireb-

be ad una diminuzione uniforme $2d\Delta = 2d\mathbf{l}$ impressa idealmente al diametro D_0 interno dell'indotto e la diminuzione stessa $2d\Delta$. Alla diminuzione del diametro dell'indotto corrispondono, parallelamente alle frecce, degli spostamenti $d\mathbf{l}$ i quali progressivamente crescono man mano che dal mezzo di un polo si va verso il piano xy . A questo riguardo in fig. 1 si è segnato in nero la zona compresa tra la superficie interna S di cui in precedenza e la superficie d'indotto a diametro D_0 diminuito di $2d\Delta = 2d\mathbf{l}$. Rispetto alla variazione dR_0 , nelle variazioni dR_0 è interessata in meno l'area segnata in nero.

Per confrontare le grandezze dR_0 e dR_0^* , si osservi che, come il flusso Φ per polo può venire scomposto in un numero grande a piacere di tubi di flusso, a valore costante, scomposizione analoga si può fare per la riluttanza R_0 . Le riluttanze parziali di tali tubi saranno eguali tra di loro. La somma delle riluttanze relative ai tubi situati nella zona delimitata tra i corni polari, o poco prima, ed il piano xy (cioè compresi tra le linee g ed f) starà alla riluttanza dei rimanenti tubi, uscenti dalla zona centrale delle espansioni polari, nel rapporto inverso fra i flussi corrispondenti.

Ora nelle macchine pratiche quest'ultimo rapporto è circa eguale a $1/3 \div 1/4$, cioè il flusso dei tubi laterali è circa il $20 \div 30\%$ del flusso totale emesso da un polo. Se pertanto assumessimo quale valore della variazione dR_0 la stessa dR_0^* , si conterebbe circa al doppio del vero la variazione di riluttanza dei tubi laterali e commetteremmo un errore sulla variazione di riluttanza da introdurre nella formula (1) il quale al massimo risulta del $10 \div 15\%$. Basterà, per esattezza, moltiplicando la variazione $\frac{dR_0^*}{2d\mathbf{l}}$ per un coefficiente $K = 0,85 \div 0,9$, scrivere:

$$\frac{dR_0}{2d\mathbf{l}} = K \frac{dR_0^*}{2d\mathbf{l}} \quad (8)$$

Per determinare il rapporto $\frac{dR_0^*}{2d\mathbf{l}}$ si può procedere come segue:

Servendosi dei metodi più precisi di calcolo offerti dai trattati di elettrotecnica, si traccino le curve di saturazione magnetica della macchina dando valori diversi al traferro, $\Delta_1, \Delta_2, \dots$. Siano, ad es., AS_1 ed AS_2 , le amperespire AS per paio di poli richieste dai traferri Δ_1 e Δ_2 per un dato flusso Φ . Dovrà risultare $\frac{AS_2}{AS_1} < \frac{\Delta_2}{\Delta_1}$, poichè, come è noto, col crescere del traferro, le amperespire assorbite dal medesimo crescono meno rapidamente del traferro, a parità delle altre condizioni. Si disegni

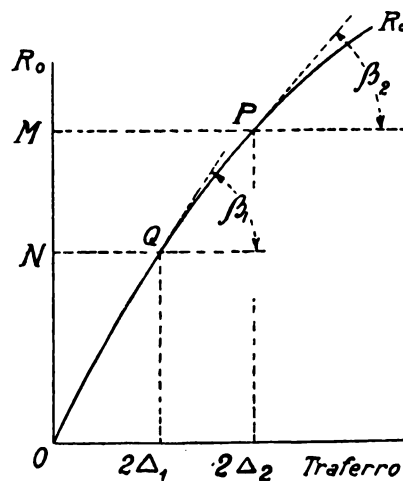


Fig. 2.

(fig. 2) la curva della riluttanza R_0 portando come ascisse il doppio del traferro radiale minimo e per ordinate le riluttanze R_0 .

$$R_0 = \frac{4\pi \cdot AS}{10 \cdot \Phi} \quad (\text{c. g. s.})$$

Se, ad esempio, OM significa la riluttanza corrispondente al traferro totale $2\Delta_2$, quella corrispondente al traferro $2\Delta_1$, sarà: $ON = OM \times \frac{AS_1}{AS_2}$.

Posto che nella scala adottata per la fig. 2 un cm rappresenti y unità c. g. s. di riluttanza, ed un cm. rappresenti x cm

(*) Formule sostanzialmente simili alla (7) sono già note. Vedasi ad es.: Th. Lehmann. The Calculation of Magnetic Attraction by the Aid of Magnetic Figures - J. of the A. I. of E. E., febbraio, 1926.

di traferro globale, il rapporto $\frac{dR_0^*}{2dl}$ in corrispondenza di un traferro globale qualsiasi 2Δ sarà:

$$\frac{dR_0^*}{2dl} = \frac{y}{x} \tan \beta$$

chiamando β l'angolo determinato dalla tangente alla curva R_0 nel punto di ascissa 2Δ colla parallela all'asse delle ascisse. Quindi risulta per la forza F in kg la formula pratica:

$$F = \frac{\Phi^2}{8\pi} \cdot k \cdot \frac{y}{x} \cdot \tan \beta \frac{10^{-9}}{9,81} \text{ (kg)} \quad (8)$$

dove Φ è espresso in Maxwell.

Mediante questa relazione, la difficoltà di determinare con precisione le forze F rientra in quelle che si incontrano per stabilire le curve caratteristiche a vuoto delle macchine elettriche.

3. - Forze di attrazione magnetica con induttori scenterati.

Siano Δ_1 e Δ_2 i due traferri radiali differenti (fig. 3). Se, come di regola in pratica, Δ_1 e Δ_2 non sono molto diversi, si può

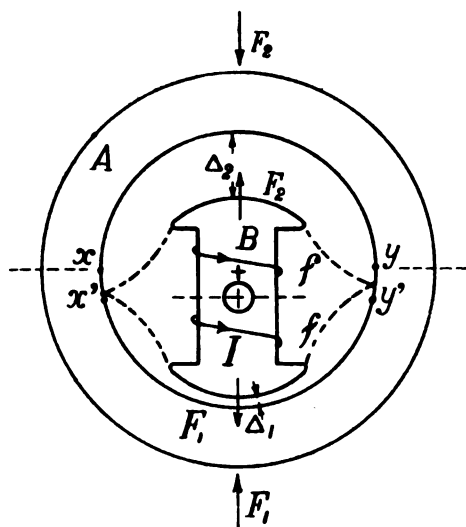


Fig. 3.

procedere nel modo seguente. Si calcoli la forza F_2 che, con un flusso eguale a Φ , agirebbe sulla metà superiore di B qualora il traferro fosse supposto uniforme ed eguale a Δ_2 anche al disotto del piano xy ; indi si trovi la forza F_1 che si avrebbe sulla metà inferiore di B qualora il traferro fosse tutto uniforme ed eguale a Δ_1 . La F_2 risulterà valutata in leggero difetto, mentre la F_1 sarà in eccesso rispetto alle forze reali con induttore scenterato. Una forza F solleciterà l'induttore B contro i supporti della macchina ed avrà per espressione:

$$F = k' F_1 - k'' F_2 \quad (9)$$

In questa formula k' e k'' sono coefficienti, il primo ≤ 1 , il secondo > 1 , che richiederebbero il sussidio di uno studio sperimentale sull'argomento. Essi possono venire anche omessi se ci si accontenta di valutare con larghezza la forza F in eccesso. Poiché la forza F è ottenuta per differenza di due grandezze, l'errore che si commetterà nella sua determinazione sarà naturalmente più forte degli eventuali errori nel calcolo delle forze di attrazione magnetica presenti sulla macchina con induttore centrato.

Milano - marzo 1926.

SULLA MISURA DELLE PICCOLE VELOCITÀ DEI GAS

U. BORDONI

1. — Nel recente n. 4 di questo periodico è stato pubblicato un pregevole articolo del Sig. Ing. G. Maione sopra la « Misura delle piccole velocità dei gas ». Debbo anzitutto ringraziare l'A. per aver voluto ricordare che il primo lavoro sull'argomento è quello che il sottoscritto ebbe occasione di pubblicare nel « Nuovo Cimento » nel 1912 (e di richiamare un altro articolo, pubblicato in questo Giornale, nel 1914), giungendo appunto alla conclusione che il metodo più adatto è quello fondato sulla influenza che la velocità d'una corrente gassosa esercita sopra la temperatura di regime d'un corpo filiforme all'interno del quale venga fornito del calore in modo costante e continuo, indicando ed sperimentando il metodo delle variazioni di resistenza d'un conduttore filiforme, inserito in un ponte di Wheatstone e riscaldato da una corrente adatta, e discutendo largamente i risultati ed il campo d'impiego del metodo.

Per altro, nel discutere la questione viene rilevato che il procedimento principale da me suggerito ed sperimentato presenterebbe due inconvenienti e cioè (pag. 70 di questo Giornale):

- a) l'influenza sul filo esploratore della temperatura ambiente;
- b) l'influenza smorzatrice della resistenza dei fili che collegano il dispositivo di misura al filo esploratore.

Ora, nessuno può nemmeno pensare a negare che, una volta ideato un procedimento, si possano da altri studiare e trovare utili perfezionamenti; nè che possano talora avere sensibile importanza pratica certe modificazioni di dettaglio, anche se di valore concettuale limitato; per quanto l'apprezzamento dei vantaggi e degli inconvenienti sia sempre strettamente legato ai particolari impieghi che intende di fare di un metodo e non manchi di soggettività. Sono dunque lontano dal negare il notevole interesse del complesso di lavori (il signor Ing. Maione ne cita soltanto alcuni) che, dopo il 1912, è stato fatto sull'argomento, essenzialmente per discutere certe possibilità di impiego e per adattare il procedimento a particolari usi; pur non approvando quanto si è cercato di fare da taluni (il Morris, ad es.), adoperare cioè questo procedimento proprio nei casi in cui è meno applicabile, cioè per la misura delle forti velocità.

Ma quanto ai rilievi di cui sopra, mi pare così facile il dimostrare che uno di essi è insussistente e l'altro non ha nessuna importanza, che dubito che la loro segnalazione possa essere frutto addirittura di qualche equivoco.

Nei riguardi del 1° rilievo, difatti, il procedimento di misura da me proposto richiede, nelle condizioni più sfavorevoli, le operazioni seguenti (v. § 5 della citata nota sul N. C.):

- 1) Collocare il filo esploratore in seno alla corrente gassosa e fare la lettura (l_0) all'apparecchio indicatore, senza inviare nel filo la corrente riscaldante; 2) ripetere la lettura (l) inviando nel filo la corrente riscaldante; 3) ripetere ancora la lettura (l_1) nelle condizioni di cui in 2), tenendo per altro il filo in una regione in cui il fluido sia in calma ⁽¹⁾. La velocità cercata si deduce senz'altro dal rapporto $\frac{l - l_0}{l_1 - l_0}$.

La prima operazione è fatta appunto per eliminare la influenza della temperatura del fluido, in quanto conduce a trovare quello che si potrebbe chiamare il « falso zero » da assumere (« falso zero » che, generalmente, conviene fare coincidere con lo zero dello strumento, ritoccando la resistenza di uno dei lati del ponte); la 2ª è la operazione di misura vera e propria; la 3ª fornisce un punto di riferimento che evita ogni controllo sulla entità della corrente riscaldante. Dunque, la temperatura della corrente gassosa non ha alcuna influenza sopra i risultati della misura, perchè di essa si tiene completamente conto.

Ed è utile ricordare che ove si adoperino correnti riscaldanti aventi sempre la stessa intensità (ciò che richiede la aggiunta soltanto d'un amperometro e d'un reostato), i valori

⁽¹⁾ Non mi pare necessario entrare in particolari ovvi sul modo di realizzare artificialmente, ove occorra, e con mezzi semplicissimi, una regione di questo genere.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

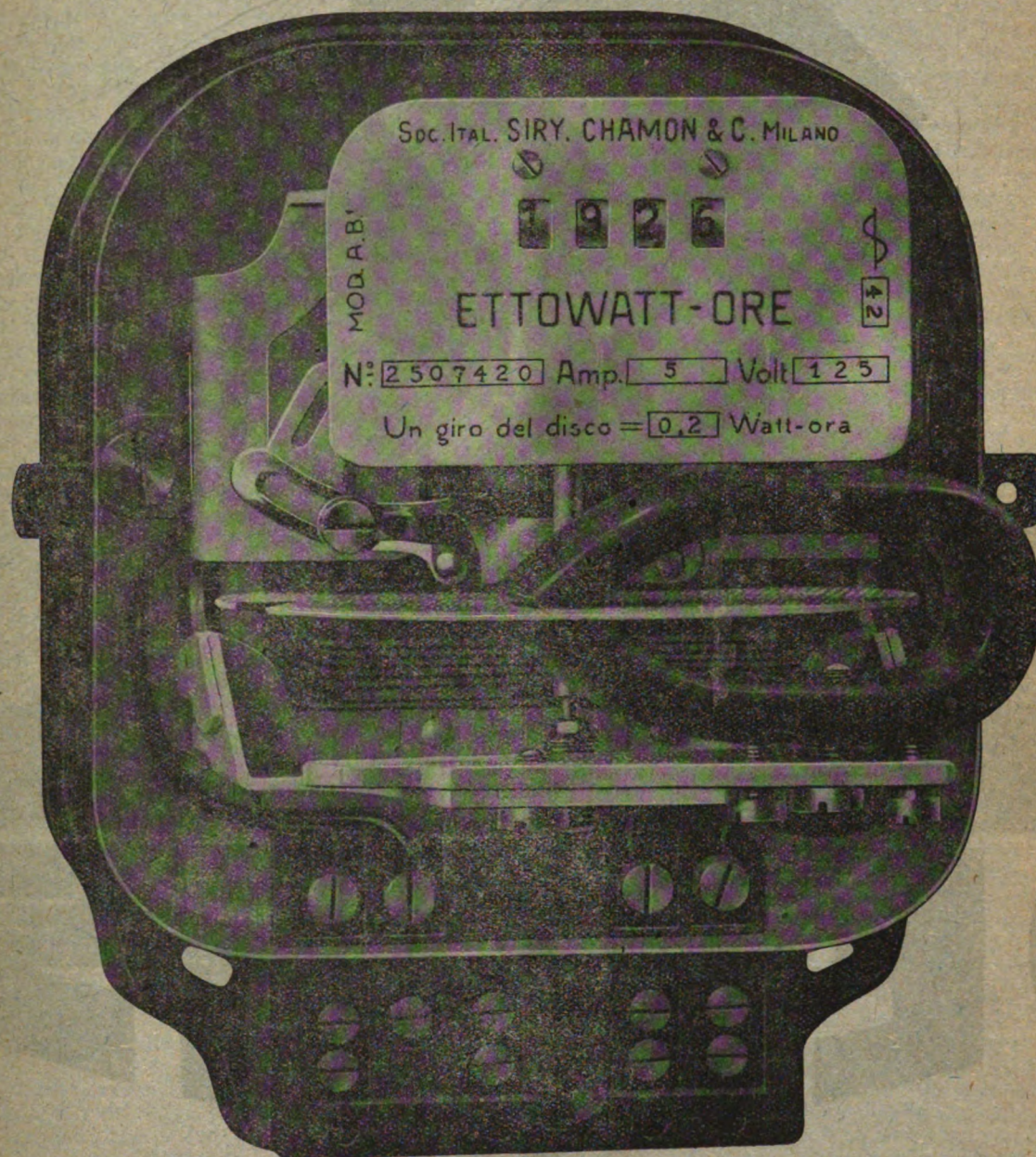
Stabilimenti Siry Chamon - Milano

SOCIETÀ ANONIMA — CAPITALE L. 9.000.000

MILANO (36) - Via Savona, 97

Telefoni: 30151 — 30156

Casella Postale 968



(116)

CONTATORI ELETTRICI di ogni sistema
e per ogni tipo di corrente

SYGORRIONE



DEROSSI

LA PIU' GRANDE FABBRICA D'EUROPA PER INSEGNE LUMINOSE

COSTRUTTORI DEI TUBI AL NEON ROSSI ED AZZURRI

COMMUTATORI ED INTERRUTTORI AUTOMATICI

**OGNI TIPO DI RÉCLAME LUMINOSA PER TETTI, FACCIAE E VETRINE
IN GRANDI SERIE**

SOC. DEROSSI E C.

**VIA A. SAFFI 22
TORINO**

delle differenze $I_1 - I_0$ possono essere determinati una volta per sempre; cioè, si può omettere la 3ª operazione.

Ma si può omettere anche la 1ª operazione, mediante accorgimenti semplici. Ove si conoscesse la temperatura della corrente gassosa (sono molto frequenti i casi in cui le misure di velocità debbono essere unite a misure di temperatura), si potrebbe ritoccare senz'altro uno dei lati del ponte in relazione a questa temperatura (essendo noto, o determinabile sperimentalmente una volta per sempre, l'andamento con la temperatura, della resistenza del filo esploratore); sarà, per altro, generalmente più conveniente ricorrere all'artificio (suggerito verso la fine del § 3 della citata nota del N. C.) di costruire con lo stesso materiale le coppie di lati adiacenti del ponte, esponendo poi alla corrente gassosa non solo il lato esploratore ma anche il lato adiacente, fatto con lo stesso materiale: in questo modo il ponte, una volta equilibrato, si mantiene tale a qualunque temperatura, senza che occorranò né particolari manovre, né la conoscenza di altri elementi della corrente gassosa.

In conclusione, il primo rilievo è del tutto insussistente; chè la temperatura ambiente non ha nessuna influenza sul risultato della misura, neanche in quelle varianti del procedimento principale nelle quali la misura è ridotta ad una sola operazione, la 2ª di quelle poc'anzi indicate.

Quanto al 2º rilievo, l'articolo sopra citato contiene anzitutto un errore numerico, probabilmente di stampa. Nel fare, a guisa d'esempio, il caso d'un filo esploratore di rame, da due decimi di mm, lungo venti cm, collegato all'apparecchio da quattro metri di filo del diametro (equivalente) di otto decimi di mm, si afferma che la resistenza del primo è di soli 0,01 ohm (un centesimo di ohm), mentre quella del filo è di circa un quarto di ohm (0,26 ohm). Se fosse così, è certo che le variazioni di resistenza del filo esploratore ben poca influenza avrebbero sulla resistenza dell'insieme dei conduttori. In realtà, la resistenza d'un filo esploratore del genere, alla temperatura di 20°, è circa undici volte maggiore (ohm 0,11) di quella sopra indicata. Ma, del resto, io non ho mai detto che il rame fosse il materiale più adatto per i fili esploratori; anzi, i materiali più adatti sono evidentemente quelli che ad una certa resistenza meccanica e ad una sufficiente inalterabilità uniscono una elevata resistenza specifica ed un elevato coefficiente di variazione di resistenza. Fra questi materiali sono da segnalare in prima linea il nichel, il ferro, il tungsteno, il molibdeno, ecc., ove non si voglia ricorrere al platino.

Un filo di nichel, ad es., (il nichel è il materiale che impiegai più frequentemente nelle ricerche del 1912) avente le dimensioni sopra indicate, avrebbe una resistenza di circa tre quarti di ohm ed un coefficiente di variazione ancora più elevato che per il rame; sicchè, lo stesso insieme « filo esploratore - fili di connessione » sopra indicato, con la semplice sostituzione del nichel al rame, avrebbe un coefficiente apparente di variazione con la temperatura precisamente dello stesso ordine di quello del rame, da solo, (circa 4 per mille e per grado); come se non esistessero (a fare da « zavorra ») i fili di connessione. Non v'è dunque la più piccola difficoltà, e lo dimostra lo stesso esempio fatto dal Sig. Ing. Maione, a contenere l'effetto « smorzante » dei fili di connessione entro limiti tali da non dare la menoma preoccupazione; senza dire che nulla obbliga, in generale, a limitare a soli 20 cm. la lunghezza del filo esploratore (che può essere convenientemente ripiegato), nè, soprattutto, ad usare fili di connessione del diametro di soli otto decimi di mm: basterebbe adoperare le comuni, sottili treccie (conduttori per illuminazione) della sezione di $2 \times 1,5 \text{ mm}^2$ perchè, sempre nel caso dell'esempio già fatto, la loro resistenza si riducesse a 0,08 ohm, cioè alla decima parte, circa, di quella del filo esploratore.

Nemmeno debbono aversi, in generale, preoccupazioni circa eventuali effetti termoelettrici dovuti ai giunti filo esploratore-fili di connessione; chè i due giunti, necessariamente identici, e nelle stesse condizioni rispetto la corrente riscaldante e la corrente gassosa, sono in opposizione fra di loro. Nelle numerose esperienze che in passato ho avuto occasione di fare sull'argomento, non ho mai osservato effetti termoelettrici residui apprezzabili.

2. — La variante sperimentale del metodo precedente, adottata dal Sig. Ing. Maione (pag. 71 di questo giornale) e da lui attribuita al Morris, consiste essenzialmente nell'adoperare la stessa corrente di alimentazione del ponte come corrente riscaldante, sopprimendo così il bisogno d'una corrente riscaldante ausiliaria. Ora, mi si consentirà di ricordare che nella nota del 1912 sul N. C., già citata, sono indicate e discusse, nel § 4, tre possibili varianti del metodo generale di misura di cui mi occupavo; e l'ultima è precisamente quella adoperata dal Morris,

e ora nelle ricerche di cui è questione. A questa variante è dedicata l'ultima pagina del § 4; nella quale, anzi, si accenna che l'idea embrionale di questa variante fu suggerita allo scrivente dal Prof. M. Ascoli, durante una conversazione nella quale lo scrivente lo aveva messo al corrente delle ricerche intraprese. Per eliminare ogni dubbio circa questa affermazione, basterà riportare qui il solo periodo seguente della nota:

« Se si guarda la fig. 1, I sarà facile persuadersi che per riscaldare il filo B C non è necessario ricorrere ad una corrente ausiliaria (quella portata dai fili M B, N A C); basta aumentare convenientemente la stessa corrente prodotta dalla pila P, che percorre il ponte, una parte della quale attraversa il lato B C ».

Questa variante viene poi discussa, nella stessa nota, e sono anche esposte le ragioni per le quali, dopo le esperienze fatte con varie disposizioni sperimentali, lo scrivente la giudicò meno soddisfacente, in generale, della seconda (che è quella alla quale più specialmente si allude nell'articolo del Sig. Ing. Maione. Fra queste ragioni, la prima è la seguente: « Si trova praticamente (si veggia il § 5, in fine) che se si vogliono ottenere facilmente risultati attendibili, occorre che la corrente che traversa il filo B C non sia troppo grande (pochissimi decimi di ampere al massimo); e questo può ridurre la sensibilità del metodo ».

Il perchè della limitazione della corrente (i valori sopra accennati si riferiscono ai diametri che sembrano più adatti) è evidente: altrimenti il filo esploratore (ed il resto del ponte, se del caso) finisce col trasformarsi in una vera piccola stufa elettrica, la quale, fornendo quantità di calore apprezzabili al fluido, dà luogo a due gravi cause di incertezza: 1) varia sensibilmente la temperatura del fluido, nella porzione circostante all'apparecchio; 2) questa variazione di temperatura dà luogo, a sua volta, a moti convettivi, naturalmente irregolari, che possono raggiungere velocità persino superiori a quella che si tratta di misurare. Si noti, che queste due cause assumono importanza diversa alle diverse velocità; e, più precisamente, importanza maggiore proprio per quelle basse velocità alle quali il metodo è specialmente adatto, ed alle quali, se il calore sviluppato nel filo è notevole, si finisce col non sapere più che cosa si misura.

E' evidentemente inutile preoccuparsi che il filo esploratore (od il resto del ponte, se anch'esso viene esposto alla corrente gassosa) non turbi con le sue dimensioni, l'andamento della corrente gassosa (ciò che è notoriamente uno dei difetti dell'anemometro ad alette) allorchè poi esso provoca perturbazioni termiche che possono essere ancora più gravi!

Guidato appunto da questo criterio, frutto anche delle molte esperienze fatte in varie condizioni, lo scrivente ebbe sempre ad adoperare correnti riscaldanti molto deboli (uno o due decimi di ampere); in un solo caso (§ 8, esperienza n. 39) allorchè si voleva sperimentare con velocità sino a due metri per secondo (per esaminare il comportamento del metodo a velocità medie) e si adoperava come esploratore un filo di nichel del diametro di mm 1,3, si è giunti sino alla corrente di 1,4 ampere; ma l'elevato diametro del filo garantiva che la sopraelevazione di temperatura rimaneva assai modesta, sì da non dar luogo ad incertezze sensibili nella misura.

Invece, nelle esperienze di cui nell'articolo pubblicato nel n. 4 di questo giornale, non si è esitato ad adoperare correnti anche superiori ai 7 ampere con fili relativamente sottili; ed è facile dimostrare che in queste esperienze l'accennata causa di incertezza nel significato delle misure ha raggiunto certamente una entità inammissibile.

Si consideri, ad es., il caso del ponte n. 2 (pag. 73 di questo giornale, di quest'anno), formato da due fili di costantana da mm. 0,95, lunghi 6 cm, e da due fili di argento da mm 0,25, lunghi cm 7, ponte alimentato da una corrente di 7,5 ampere. Calcoli assai semplici mostrano che la potenza consumata nel ponte e convertita in calore era di circa 1,8 watt; cioè, che la quantità di calore prodotta dal ponte era poco maggiore di 0,4 piccole calorie per secondo. Ora, la superficie apparente dei quattro lati è di circa 0,15 cm², sicchè il volume generato, in ogni secondo, dal movimento dei quattro fili (per ovvie ragioni, anzichè tener fermo il dispositivo di misura e far muovere l'aria, si faceva l'inverso, come quasi sempre conviene) ad una velocità media fra quelle alle quali si sia sperimentato, ad es., di cm 30 per secondo, era di cm³ 4,5. Naturalmente, il volume d'aria interessato direttamente allo scambio di calore con i quattro fili era notevolmente maggiore di questo volume, a causa degli stessi moti convettivi che agitavano l'aria; ed è assai difficile poter fare in proposito ipotesi fondate. Ma poichè qui non si tratta che di fare dei calcoli di scandaglio, si supponga che

l'aria più direttamente riscaldata avesse un volume anche dieci volte maggiore di quello generato dai fili durante il moto; il riscaldamento medio risulta dell'ordine d'una trentina di gradi!

Pur non attribuendo alle cifre precedenti, ben inteso, altro valore che quello di grossolano orientamento, esse sono sufficienti per l'affermazione che alla velocità di 30 cm. per secondo, nelle immediate vicinanze dei fili e per uno spessore di qualche millimetro, l'aria si riscaldava di varie decine di gradi; ciò che dava sicuramente luogo a velocità di convezione almeno dello stesso ordine di quella che si voleva misurare; a velocità inferiori, la situazione era peggiore.

Dunque, nelle esperienze in questione la perturbazione termica prodotta dal dispositivo di misura era tale, che la velocità della corrente gassosa non era più che una delle cause che determinavano le condizioni di equilibrio termico dei fili del ponte: anzi, alle piccole velocità era certamente una delle cause minori. I risultati delle esperienze appaiono perciò legati troppo (oltreché alla velocità da misurare) alle speciali condizioni e modalità di uso degli apparecchi provati; esse non possono certamente essere considerate come esperienze di taratura dei singoli ponti; nè si vede come questa taratura possa essere seriamente fatta in funzione della sola velocità da misurare, finché si adoperano riscaldamenti così forti, i quali danno origine a fenomeni perturbatori e ad incertezze che non è nemmeno lontanamente possibile di trascurare.

3. — In conclusione, ritengo ancora oggi che, ovunque sia possibile disporre facilmente d'una sorgente ausiliaria di corrente alternata (e sarà certo il maggior numero dei casi), la seconda delle varianti da me a suo tempo indicate sia quella generalmente più adatta, soprattutto per la maggior libertà ch'essa lascia nel fissare, a seconda delle circostanze, le costanti delle varie parti dell'apparecchio (filo esploratore, altri lati del ponte, apparecchio indicatore, ecc.), e la conseguente maggior facilità di ottenere la sensibilità e la precisione che interessano e di semplificare al massimo il dispositivo esploratore propriamente detto.

Questo non toglie che la terza variante possa anche essere adoperata in una cerchia di casi più larga di quella che corrisponde alla mancanza di corrente alternata riscaldata: la maggiore autonomia dell'apparecchio può giustificare la preferenza in molti casi, indipendentemente da altre ragioni, di carattere più soggettivo. Ma affinché possano essere eseguite misure serie e di non dubbia interpretazione fisica, è necessario che anche questa terza variante venga adoperata con modalità che garantiscano, oltreché una sensibilità adatta allo scopo, una sufficiente biunivocità fra le velocità da misurare e le indicazioni dell'apparecchio: e prima condizione (già indicata fin dal 1912) è quella di contenere entro limiti assai ristretti il calore sviluppato in seno alla corrente gassosa dall'apparecchio esploratore.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Illuminazione razionale degli stabilimenti industriali.

Riceviamo:

In questi ultimi tempi è stato trattato diffusamente l'argomento di grande importanza sotto il punto di vista della produzione, dell'igiene e dell'incolumità dell'operaio.

Tutte le buone cose dette credo lasceranno il tempo che trovano nella pratica dell'illuminazione degli stabilimenti industriali se non avviene preventivamente che gli stabilimenti diano la loro importanza agli impianti elettrici — troppo spesso lasciati in mano di empirici, nel falso preconcetto che un ingegnere specializzato sia un lusso.

Se ogni grande stabilimento industriale potesse fare l'analisi di ciò che vien fatto in esso in merito ad impianti elettrici e di ciò che dovrebbe venir fatto, il preconcetto svanirebbe. Purtroppo tale analisi è difficile e quasi sempre il produttore non ha il tempo di occuparsene.

L'illuminazione costa poi cara: per lo più è fatta pagare ad un prezzo superiore a quello applicato alla forza motrice, è gravata di 30 centesimi al kWh per tassa governativa e per altri 20 ÷ 30 centesimi al kWh per tasse comunali.

E queste tasse sono contrarie alla buona campagna di un'illuminazione fatta a dovere.

Sono esse razionali? sono, cioè, utili alla Nazione?

Credo di no: credo che sarebbe interesse generale ottenerne l'abolizione.

Cornigliano Ligure, 8 aprile 1926.

V. SERRATO.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

A. M. HOBART e W. SPRARAGEN — **La saldatura ad arco nelle costruzioni metalliche o meccaniche.** — (Gen. El. Rev., dicembre 1925, pag. 830).

Durante la guerra si è cominciato ad estendere l'uso della saldatura ad arco nelle officine, ed ora in molti casi essa sostituisce le chiodature; però il costruttore non deve semplicemente sostituire l'un processo all'altro, ma deve fare nel progetto della costruzione quelle modifiche, che consentano vantaggiosamente la sostituzione dell'uno all'altro sistema di collegamento. Naturalmente bisogna tener conto anche della qualità del materiale, di cui sono costituite le parti da saldare, tenendo presente che sinora la saldatura ad arco si è ottenuta con migliori risultati sui getti di acciaio comune, senza escludere per altro che essa possa essere eseguita anche su parti di ghisa o di acciaio duro o di altre leghe metalliche. Circa le sollecitazioni che possono sopportare le parti saldate, bisogna tener conto anche qui di parecchie circostanze, che possono influire sulla diversa resistenza della saldatura stessa: per acciaio comune si può ritenere che il carico di rottura alla trazione sia di 28 kg per mm² di sezione saldata; perciò nella parte saldata basterà che la sezione utile resistente sia dal 10 al 20 % superiore a quella normale. Tenendo un coefficiente di sicurezza di 4 si può far lavorare la sezione saldata a circa 7 kg per mm² per sollecitazioni di trazione e a poco meno per quelle di taglio. Per la buona riuscita della saldatura bisogna badare alla buona qualità del filo usato come materiale saldante: la perizia dell'operatore non influisce che in minima parte sulla buona riuscita della saldatura, però non si deve trascurare ciò che è dovuto all'iniziativa dell'operatore stesso per seguire un sistema piuttosto che un altro di saldatura, a seconda delle forme e delle posizioni dei pezzi da saldare. Grande importanza si deve dare invece ad un accurato controllo del lavoro eseguito e gli AA. enumerano i vari controlli da eseguire.

Circa ai dati di costo della saldatura ad arco rispetto alla chiodatura sono stati raccolti notevoli elementi specialmente nel campo delle costruzioni navali: il risparmio in questo genere di costruzioni è stato valutato dal 15 al 25 % rispetto alle chiodature. Riguardo alla velocità di saldatura, questa varia a seconda dello spessore da saldare e a seconda che si faccia uso di macchine automatiche o che si faccia la saldatura a mano. E' interessante notare che il materiale depositato durante la saldatura è di circa 300 g. per kWh con una caduta di tensione nell'arco di 20 volt. Essendo un kWh equivalente a 860 calorie ed occorrendo 300 calorie per fondere un kg di acciaio, con un kWh si dovrebbero fondere circa 3 kg di acciaio; invece a cagione delle perdite inevitabili se ne fonde solo la decima parte circa. Gli AA. raccomandano di esprimere la velocità di saldatura in peso di metallo depositato all'ora, piuttosto che in metri di saldatura eseguita e danno valori da 1/2 a 1 kg all'ora con correnti variabili da 100 a 200 A.

Una rassegna molto particolareggiata delle svariate applicazioni della saldatura ad arco nelle costruzioni meccaniche, nella giunzione delle rotaie, nella posa dei binari, nella costruzione di serbatoi e di caldaie, nelle costruzioni navali, nelle costruzioni metalliche in genere, chiude l'interessante articolo. Notevole è anche una descrizione delle applicazioni fatte dalla G. E. Co. nelle sue officine di questo sistema di collegamento per le sue costruzioni elettromeccaniche.

C. G. E. (1)

CONDUTTURE.

J. V. GONGWER e A. F. DARLAND — **La lunga campata attraverso il Narrows presso Tacoma.** (J. A. I. E. E., dicembre 1925, pag. 1296).

La costruzione di una nuova linea a 110.000 V per la città di Tacoma (Washington S. U.) ha dato luogo ad una campata di 2070 m per l'attraversamento del braccio di mare conosciuto col nome di Narrows nella Baia di Henderson.

Non si presentava opportuna la posa di un cavo sommerso perché in quella località le correnti di marea sono fortissime, ciò che avrebbe reso molto difficili i danneggiamenti ai cavi, data la natura rocciosa del fondo.

Essendo il Narrows navigabile, l'altezza minima dei conduttori sulle acque venne prescritta in 60 m. sopra il livello dell'alta marea; le Norme in vigore prescrivevano inoltre che si dovesse considerare una pressione di vento di 39 kg per m² sulla protezione del conduttore avente una camicia di ghiaccio di 12 mm, alla temperatura di 18° sotto zero, tenendo un coefficiente di sicurezza almeno eguale a 2 rispetto

(1) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Compagnia Generale di Elettricità.

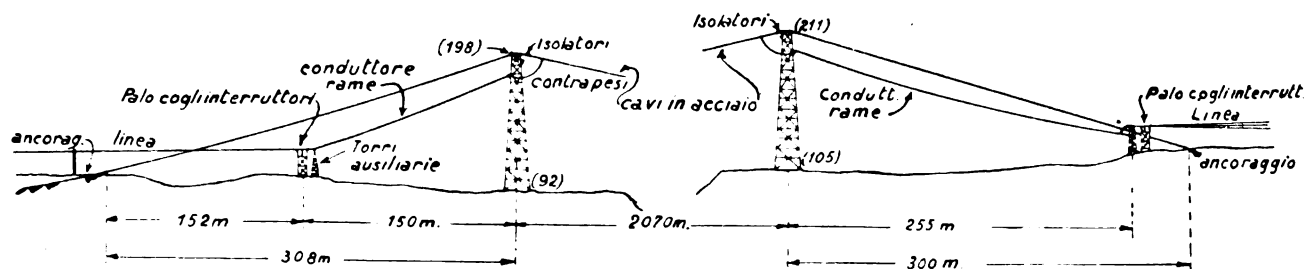
al carico di rottura. Si dovevano installare due terne a 110.000 V. per 300 A ciascuna in condizioni normali, ma capaci di sopportare eventualmente anche 600 A.

Vennero adottati come conduttori dei cavi in acciaio. Ai conduttori di acciaio si muove in generale l'appunto delle forti perdite elettriche e conseguenti elevati riscaldamenti che possano comprometterne la resistenza meccanica.

Le perdite possono però essere ridotte, riducendo le dimensioni dei fili elementari da cui il cavo è composto e invertendo il senso

Gli ancoraggi dei cavi sono costituiti da blocchi di calcestruzzo, di m. $8 \times 1,70 \times 1,70$ circa annegati in una ghiaia compatta, colle fondazioni a gradinata; i cavi attraversano tutto il blocco e si attaccano ad una piastra metallica all'estremità opposta del blocco.

Per il montaggio delle torri, si fece uso di un palo a traliccio leggero, mobile, alto 30 metri e mantenuto sospeso con funi metalliche alla parte di struttura già costruita; il palo veniva innalzato di 15 m ogni volta che si era completato il montaggio di un elemento della torre.



di avvolgimento dei successivi strati. Il cavo prescelto risulta di 37 fili d'acciaio galvanizzato con carico di rottura di 136 kg/mm^2 , e ha un diametro di 32 mm. Questo diametro fu adottato in base a prove che dimostrarono essere esso il minimo valore necessario perché, con 600 A, la temperatura del cavo non superasse quella, giudicata pericolosa di 200° . Prove eseguite dimostrarono anche che con un cavo nel quale il senso di avvolgimento dei fili si invertiva negli strati successivi, le perdite elettriche risultarono eguali soltanto al 60 per cento di quelle di un cavo ad avvolgimento uniforme.

Il carico massimo calcolato per il carico di ghiaccio è tale da lasciare un margine di sicurezza eguale a tre. La freccia è di circa 100 metri.

I sei conduttori sono disposti in uno stesso piano orizzontale, con una distanza di dieci metri fra cavo e cavo e di 40 m fra le due terne. Le torri principali sono alte 105 metri. Ogni cavo mette capo a un gruppo di 12 catene di isolatori di tensione di grande resistenza meccanica, di 11 elementi ciascuna, sulle quali lo sforzo viene uniformemente distribuito per mezzo di molle. Il gruppo di isolatori è connesso all'altro estremo a due cavi di sostegno i quali passando in pulegge montate sulla sommità delle torri vanno a metter capo a solidi ancoraggi interrati a circa 300 metri di distanza.

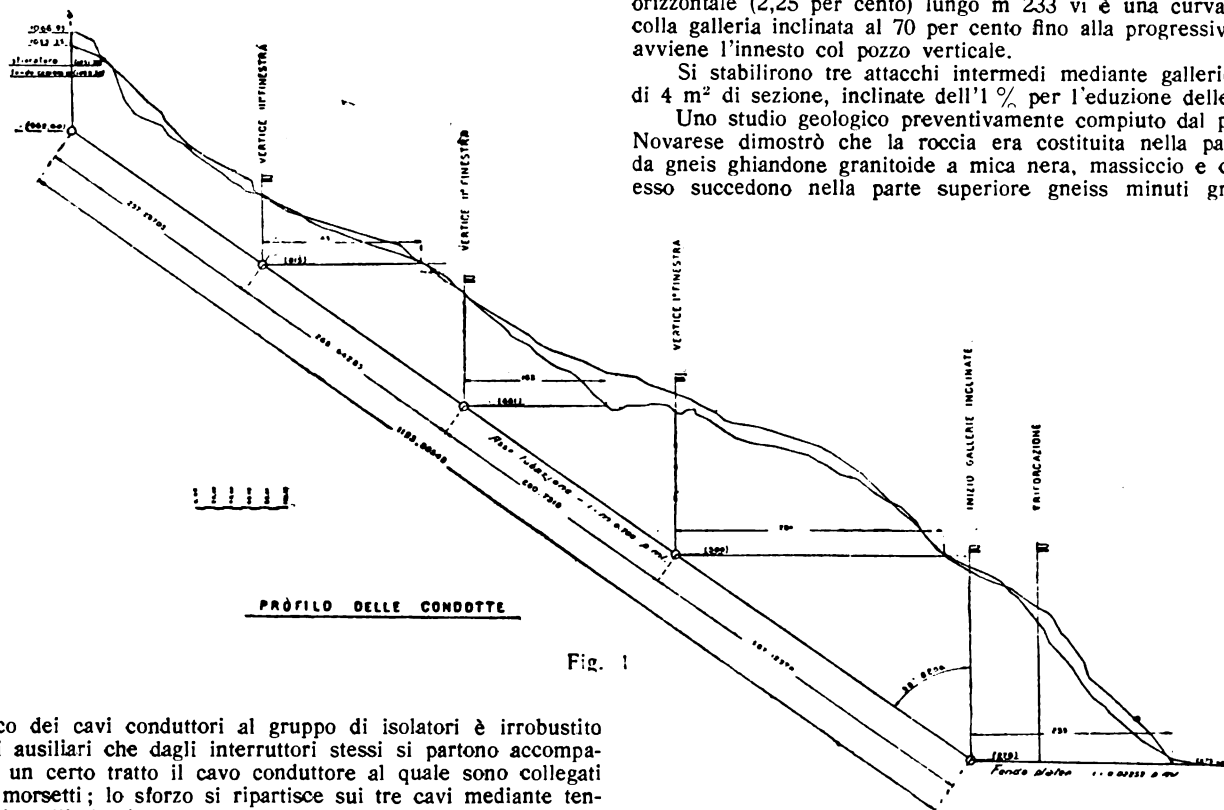


Fig. 1

L'attacco dei cavi conduttori al gruppo di isolatori è irrobustito da due cavi ausiliari che dagli interruttori stessi si partono accompagnando per un certo tratto il cavo conduttore al quale sono collegati da appositi morsetti; lo sforzo si ripartisce sui tre cavi mediante tenditori. I cavi ausiliari e i pesanti morsetti servono anche a smorzare le oscillazioni.

Il collegamento elettrico è stabilito mediante cavi di rame che, partendo da quelli in acciaio, e passando lateralmente alle torri principali, mettono capo alle torri minori di sezionamento, stabilite in vicinanza degli ancoraggi e sulle quali sono installati gli interruttori per le manovre necessarie.

Le torri, a base quadrata di 13,50 m di lato, sono tutte e quattro identiche. La loro struttura è caratterizzata dall'assenza di ogni traliccio interno di collegamento fra i montanti opposti. Il peso di ogni torre è di circa 130 tonnellate.

Il costo delle fondazioni e dei blocchi d'ammarraggio fu di 33.000 dollari; quello delle costruzioni delle torri e della tesatura dei cavi fu di 149.000 dollari; la fornitura dei cavi, isolatori, ecc., costò 37.600 dollari. L'attraversamento venne così a costare complessivamente 219.600 dollari.

R. S. N.

IMPIANTI.

A. SEVESO — Moderne costruzioni di gallerie a forti inclinazioni. (L'Energia Elettrica, novembre 1925, pag. 1099).

L'A. rende conto dei metodi di lavoro seguiti nella costruzione delle due gallerie inclinate per le condotte forzate della centrale di Mese presso Chiavenna (¹) della Interregionale Cisalpina. I lavori furono eseguiti dalla Società Anon. Lombarda di Costruzioni E. Peduzzi, la quale aveva costruito già le gallerie per le condotte forzate degli impianti di Pallanzeno e dell'Ovesca.

La fig. 1 rappresenta il profilo delle gallerie. Dopo un tratto quasi orizzontale (2,25 per cento) lungo m 233 vi è una curva di raccordo colla galleria inclinata al 70 per cento fino alla progressiva 1426 dove avviene l'innesto col pozzo verticale.

Si stabilirono tre attacchi intermedi mediante gallerie di accesso di 4 m^2 di sezione, inclinate dell'1% per l'eduzione delle acque.

Uno studio geologico preventivamente compiuto dal prof. Vittorio Novarese dimostrò che la roccia era costituita nella parte inferiore da gneiss ghiandone granitoidi a mica nera, massiccio e compatto; ad esso succedono nella parte superiore gneiss minuti granulari, tal-

volta tabulari o passanti a micascisti. Durante lo scavo si incontrarono attraversamenti di quarzite e scisti anfibolici, sottili lenti di mica nera e piccole polle d'acqua.

L'attacco avvenne dal basso avanzando in un primo tempo su tutta la fronte ($6,35 \text{ m}^2$) tenuta normale all'asse della galleria. Si riconobbe però che in questo modo si aveva difficoltà a mantenere la sagoma circolare e che si richiedeva un consumo rilevante di esplo-

(¹) V. L'Elettrotecnica, Vol. XII, N. 35 del 15 dicembre 1925, pag. 871.

sivo. Si riconobbe più opportuno procedere mantenendo la fronte sempre verticale piazzando i colpi di mina superiori in forte discarica; con questo accorgimento l'avanzamento medio passò da m 1,20 a m 2,30 per giorno.

Lo smaltimento del materiale di scavo fu eseguito mediante un argano elettrico da 35 a 40 quintali, con velocità di m 0,75 per secondo, piazzato al piede di ogni rimonta e capace di comandare un vagonetto di 0,75 m³. Per il movimento del personale si pose in opera una scala di legno lungo la galleria dal lato della tubazione d'aria compressa utilizzata come corrimano.

Alla ventilazione si provvide installando fuori degli imbocchi dei ventilatori da 30 cm con tubazioni pure da 30 cm. Ma la funzione principale fu riservata a due impianti di compressione d'aria. Il primo installato a Mese composto di quattro compressori assorbenti 210 kW e l'altro alla terza finestra con tre compressori assorbenti 105 kW. Con questi impianti e con una tubazione da 75 mm non si ebbe mai deficienza d'aria. Il consumo di energia fu di 48 kWh per m³ di roccia scavata.

Si fece uso esclusivamente di dinamite G. A. al 92 per cento di nitroglicerina e all'8 per cento di nitrocellulosa, consumandone in media kg 2.700 per metro cubo scavato.

L'impiego della mano d'opera fu assai forte, avendosi fatto uso di tre sciolte di 8 ore, composte di 18 operai ciascuna.

Un gravame rilevante fu quello del materiale inerente al tipo di galleria, come legnami pel calaggio del binario e scale di accesso, corde di canapa per ripari, e specialmente le corde metalliche degli argani che si dovettero cambiare più volte per rotture prodotte da massi cadenti.

Il costo totale risultò, a lavoro ultimato, così ripartito: mano d'opera 45 %, esplosivi 30 %, energia elettrica 5 %, manutenzione macchinario e materiali minuti 20 %.

R. S. N.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

K. B. Mc EACHRON and E. J. WADE — **Studio sullo spinterometro ad aghi.** (J. A. I. E. E., gennaio 1926, pag. 46).

Gli AA. hanno fatto uso nelle loro ricerche dell'oscillografo Dufour basato sul tubo di Braun, il quale è particolarmente adatto allo studio dei fenomeni transeunti rapidissimi.

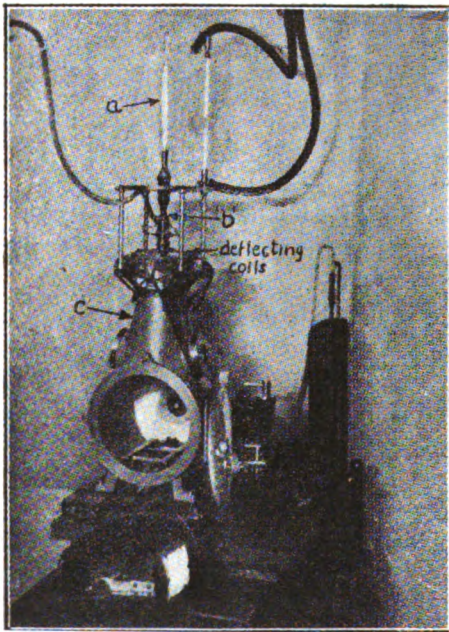


Fig. 1.

L'apparecchio (fig. 1) consiste di due tubi di vetro *a* e *b* comunicanti con una camera di bronzo *c*; il tubo superiore *a* porta l'anodo e il catodo; il tubo *b* contiene due lastre metalliche che servono a generare un campo elettrostatico che devia la corrente di elettroni. Due paia di bobine 1-1 e 2-2 servono per produrre invece il campo magnetico deviante; le due paia sono disposte perpendicolarmente l'una all'altra e collocate esternamente al tubo poco sotto alle due lastre; esse possono ruotare intorno al tubo e in tal modo si può variare l'angolo fra i campi devianti.

L'apparecchio è provvisto di un dispositivo per il ricambio rapido delle pellicole sensibili ed anche di una pellicola fluorescente per l'osservazione diretta. La pellicola sensibile dovrebbe però essere mossa a velocità così elevate da non rendere applicabili i soliti metodi di comando: ad esempio per registrare un milione di periodi al secondo con una ampiezza di 2 mm per ciclo, occorre una velocità di pellicola di 2000 metri per secondo.

Per superare tale difficoltà, Dufour è ricorso ad un artificio, sot-

toponendo il fascio di elettroni ad un campo ausiliario di frequenza moderata ottenuto mediante le due coppie di bobine suddette connesse con un oscillatore a tubo a vuoto. La pellicola può così essere mossa a velocità moderata, e il fenomeno transitorio viene registrato come deformazione dell'onda fondamentale dovuta all'oscillatore, come è indicato schematicamente in figura 2. La traccia dell'onda dell'oscillatore (per esempio a 50.000 periodi) riesce la linea di zero per fenomeno transeunte.

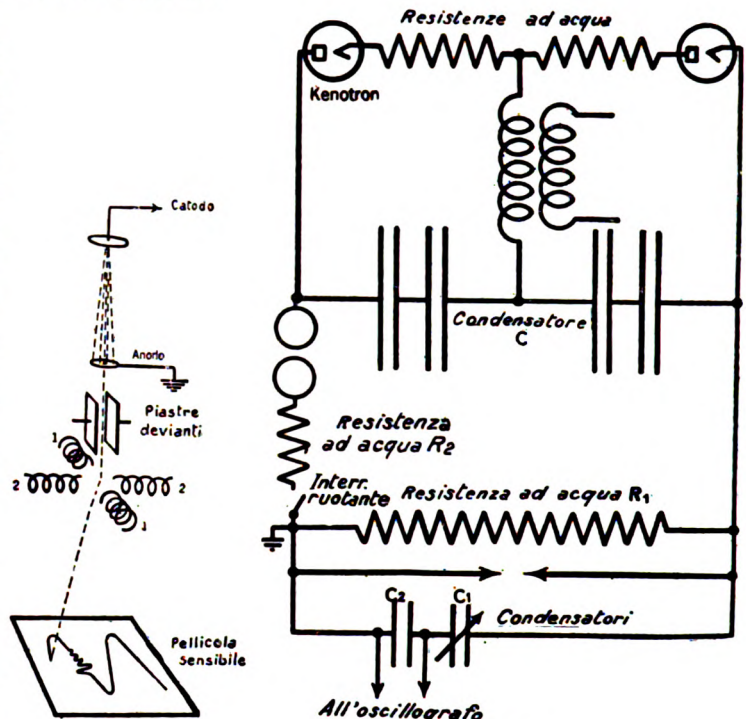


Fig. 2.

Per fenomeni rapidissimi, si può usare, per l'alimentazione del catodo una sorgente di tensione alternata a frequenza normale della quale viene utilizzata una piccola porzione della cresta di un'onda. Data l'enorme velocità (fino a 80 km per secondo) colla quale l'estremo del fascio di elettroni percorre la pellicola, è necessario, per non avere pellicole troppo lunghe limitare la registrazione soltanto all'istante in cui si verifica il fenomeno interessante. A tale scopo serve un interruttore ruotante speciale, che applica la tensione al catodo e mette in movimento la pellicola.

Gli AA. hanno studiato, mediante il dispositivo descritto il ritardo nell'innesco di uno spinterometro a punte soggetto a onde a fronte ripido. Tale ritardo dipende dalla ripidità della fronte d'onda e dal valore massimo di essa.

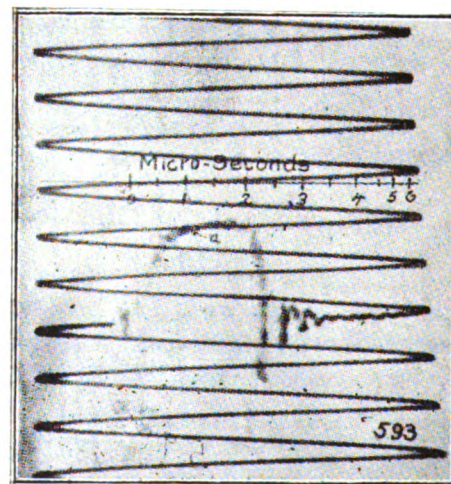


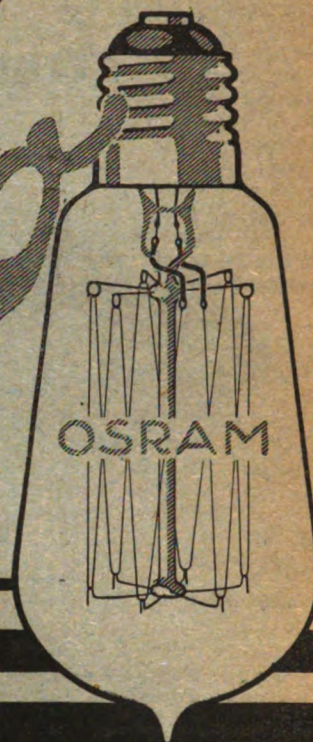
Fig. 4. — Oscillatore a 60 000 periodi; tensione 75 000 V; distanza fra le punte 65 mm.

Le esperienze degli AA. furono dirette a determinare gli effetti di successivi incrementi della tensione sul ritardo dello spinterometro.

Per evitare le complicazioni derivanti all'influenza della forma d'onda si fece uso di onde praticamente rettangolari. La figura 3 rappresenta lo schema del dispositivo usato. Lo spinterometro a sfere serve a determinare la tensione alla quale avviene la scarica; i condensatori *C*₁ e *C*₂, servono a ridurre la tensione al valore opportuno per le lamine devianti dell'oscillografo. La resistenza *R*₂ a colonna d'acqua serve a regolare l'inclinazione della fronte dell'onda.

La figura 4 rappresenta un esempio delle registrazioni ottenute

*Fiera di
Milano*



OSRAM

GRUPPO XIX - N. 3951

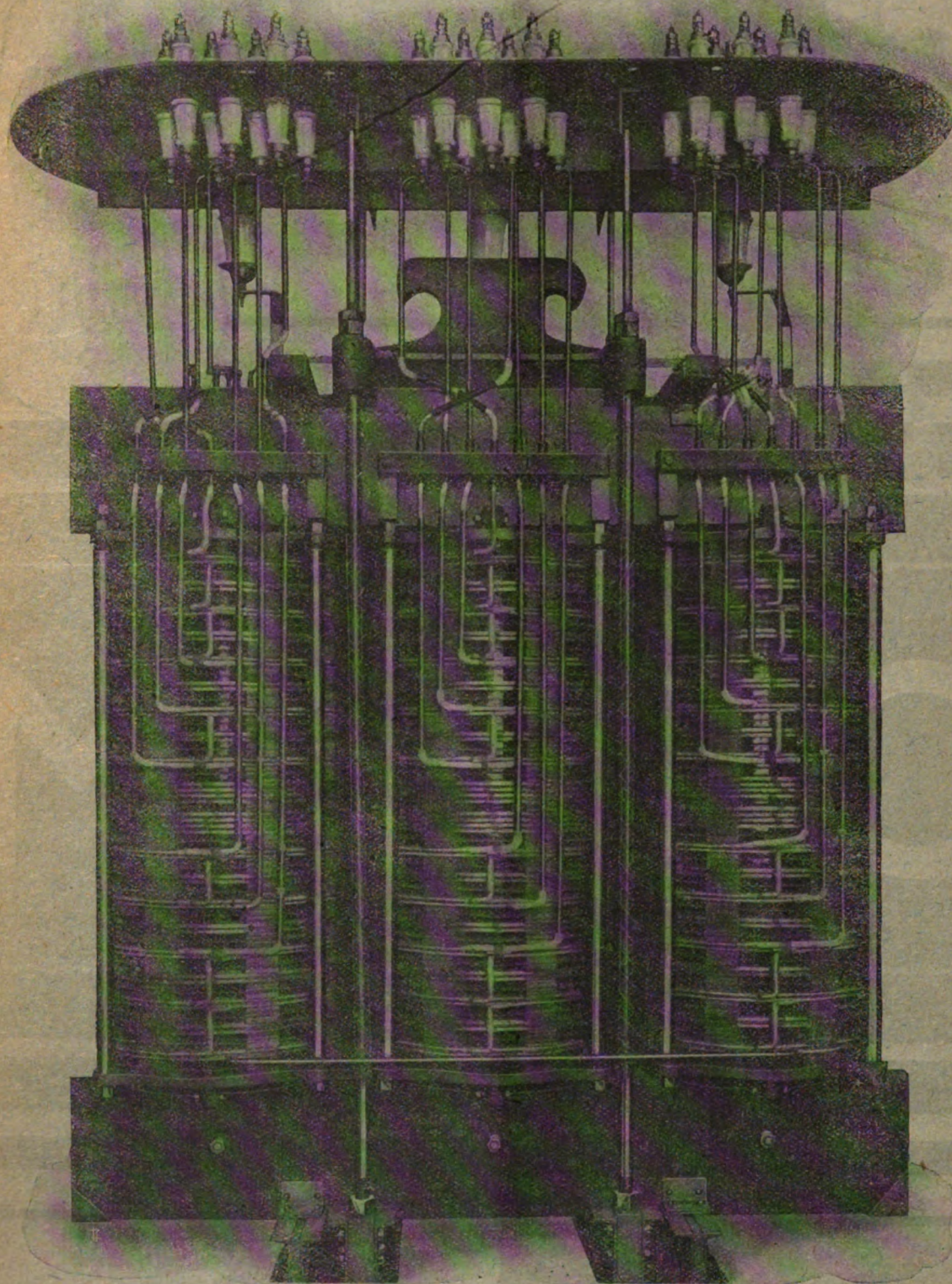
SOCIETÀ' ANONIMA

Officine Trasformatori Elettrici

Via A. da Rosciate, 11
Casella Postale N. 135**BERGAMO**

Telefono: 13-93

Telegrammi: TRIFASE

**Trasformatori di qualsiasi tipo,
tensione e potenza****TRASFORMATORE TRIFASE A RAFFREDDAMENTO NATURALE IN OLIO**

Tipo T. O. R. K.V.A. 4000 Periodi 50

Volt {	Primari — 45725 — 40000 — 38000 — 13200
	Secondari — 13580 — 3395

Digitized by Google

col metodo descritto, facendo uso di un oscillatore a 50.000 periodi e con onda ottenuta facendo $R_s = 700$ ohm. La tensione del fenomeno transeunte impiega circa 1 microsecondo per raggiungere il massimo valore (segnato *a* in figura) e la scintilla fra le punte scocca 0,80 microsecondi dopo il raggiungimento della tensione massima.

Nella maggior parte delle esperienze eseguite i tempi risultarono di circa due microsecondi e ciò permise di semplificare il metodo.

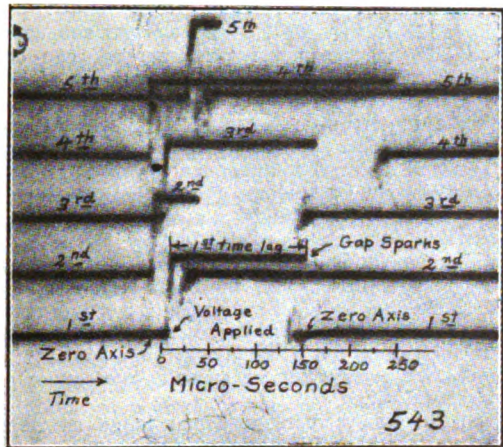


Fig. 5a.

Le figure 5a e 5b riproducono alcuni dei risultati ottenuti. Gli oscillogrammi vanno letti nel modo seguente. Ad esempio nella figura 5a la curva 1st rappresenta la prima esperienza fatta: la traccia del fascio catodico giunge sulla pellicola dalla sinistra alla velocità di circa 4,5 microsecondi per mm; dopo 190 microsecondi l'interruttore rotante chiude il circuito e applica la tensione; il fascio catodico è deviato verso l'alto e descrive un nuovo tratto di retta orizzontale finché dopo 140 microsecondi scocca l'arco fra le punte e la traccia catodica ricade sullo zero e continua fino a uscire dalla pellicola.

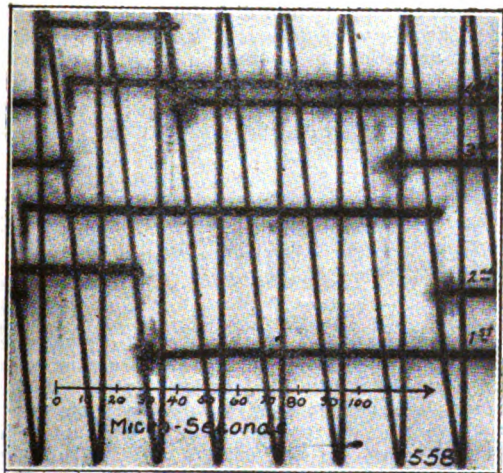


Fig. 5b.

Analogamente vanno interpretati gli oscillogrammi di figura 5b dove è anche tracciata un'onda a 50.000 periodi per segnare i tempi; la tensione applicata era di 58.000 V e la distanza delle punte di 60 mm. Gli oscillogrammi di figura 5a furono invece presi con 22.000 V e 15 mm.

Fissata la tensione di formazione d'arco per 60 periodi l'aumento di tensione necessario per ottenere ritardi non superiori a 1 microsecondo diminuivano aumentando la distanza; con distanze di 10, 40, 65 mm tali aumenti di tensione erano rispettivamente del 75 %, 40 %, 29 %.

Si riconobbe che gli aghi a punta smussata danno ritardi più brevi che non aghi acuti.

Esperienze con spinterometro punta contro piano, colla punta negativa, diedero per la stessa distanza ritardi dello stesso ordine di grandezza; però il ritardo massimo è assai più grande che non con punta contro punta.

Facendo la punta positiva il ritardo si dimostrò inferiore a 2 microsecondi, mentre colla punta negativa, nelle stesse condizioni di distanza e tensione, si ebbero ritardi di oltre 60 microsecondi. Ciò mette in rilievo la grande importanza della polarità della punta nel caso dello spinterometro a punta contro piano.

Gli AA. si ripromettono di applicare l'oscillografo Dufour allo studio di altri fenomeni transeunti nei quali esso si è dimostrato particolarmente adatto.

R. S. N.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

M. H. BATES — **Paralelo fra reti per mezzo di un trasformatore con variazione di rapporto sotto carico.** (Gen. El. Rev., dicembre 1925, pag. 823).

La necessità, che spesso si presenta nella pratica, della interconnessione tra grandi stazioni generatrici, ha imposto il problema della regolazione della tensione con mezzi diversi da quello offerto dal comune regolatore a induzione.

Tre schemi possono essere usati allo scopo e cioè: 1) «Shuntare» la parte dell'avvolgimento del trasformatore, in cui si trovano le comuni diramazioni o prese, per mezzo di un'opportuna reattanza, mentre avviene la variazione di rapporto; 2) Costruire il trasformatore con due circuiti in parallelo, cosicchè uno di essi possa portare l'intero carico, mentre avviene il cambio di connessione sull'altro. Ad operazione finita i due circuiti sono di nuovo riuniti in parallelo; 3) Disporre la porzione dell'avvolgimento che contiene le prese, fatta di due parti uguali in parallelo, invece che sul trasformatore stesso, su di un altro trasformatore o autotrasformatore ausiliario, eseguendo il cambio delle connessioni come nel secondo schema.

Naturalmente i vari e difficili problemi di interconnessione che si presentano in pratica possono consigliare qualche modifica dei suddetti schemi.

L'A. descrive un caso molto importante nel quale si è ricorso ad una combinazione degli schemi 2°) e 3°). Si tratta di un autotrasformatore da 36.000 kVA, 60 periodi, il quale è stato recentemente installato presso Pittsburgh negli Stati Uniti d'America. Esso serve a connettere il sistema a 66.000 volt, collegandolo a stella, della Duquesne Light Company con quello della West Penn Power Company. L'autotrasformatore, che è alimentato a 66.000 volt, può dare una tensione secondaria compresa fra 59.400 e 72.600 volt, sempre con collegamento a stella. Questo intervallo è diviso in 19 parti uguali e la notevole variazione di tensione, che è così consentita, offre il mezzo di una buonissima regolazione della corrente swattata che altrimenti fluirebbe tra i due sistemi.

Tutte le variazioni di rapporto avvengono senza interrompere il carico.

L'apparecchio per il cambio delle connessioni sotto carico fa parte del trasformatore, e il complesso si presenta come una sola unità. Esso consta di due interruttori in olio per montaggio all'aperto da 600 A., 15.000 volt azionati da eccentrici, di un meccanismo adatto, che permette l'azionamento degli interruttori ad uno stabilito intervallo di tempo, di una scatola a tenuta stagna, di rotismi intermittenti e di due gruppi di commutatori a cinque posizioni. Il tempo massimo totale richiesto per passare da 59.400 a 72.600 volt è di 36 secondi.

Il funzionamento elettrico del complesso è nuovo e molto interessante. Per esempio: si è ritenuto opportuno adattare i commutatori e gli avvolgimenti regolatori ad un circuito di moderata tensione invece che a quello a 66.000 volt, che deve essere regolato; per ottenere ciò è stato necessario adottare due nuclei, il che permette una doppia trasformazione di energia. Il cambio delle connessioni è fatto contemporaneamente sulle tre colonne per ognuno dei due gruppi di commutatori.

E' interessante notare che sono già in servizio 26 trasformatori per una capacità complessiva di 345.000 kVA disposti per variazione di rapporto sotto carico.

Gli ottimi risultati ottenuti confermano la bontà del metodo usato per la regolazione della tensione di grandi quantità di energia elettrica.

C. G. E.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

G. B. SANTI — **Prove di trazione trifase a frequenza industriale sulla linea del Cenisio.** (Rivista Tecnica delle Ferrovie Italiane, 15 novembre 1925, pag. 191).

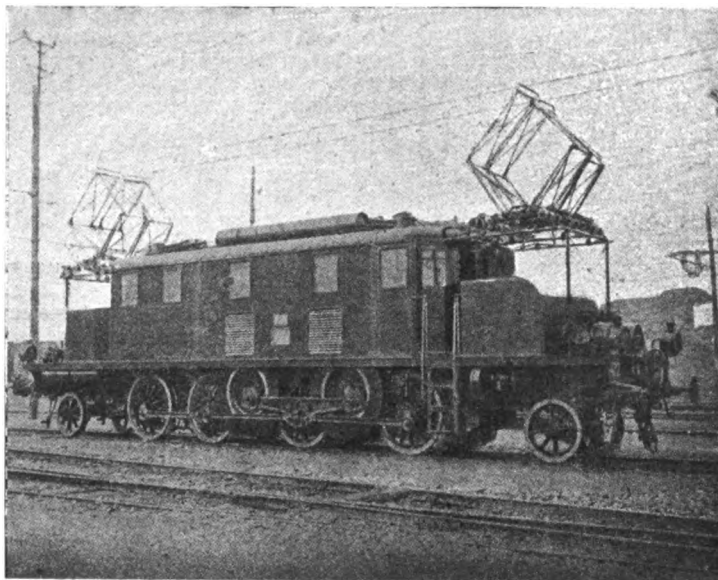
La scelta della bassa frequenza nelle prime elettrificazioni italiane fu determinata da un doppio ordine di considerazioni: le prime, di indole meccanica, tendevano ad eliminare gli ingranaggi nella trasmissione del movimento dai motori alle ruote perchè non davano sufficiente affidamento dal punto di vista del materiale e della costruzione; le seconde, di indole elettrica, tendevano a ridurre le cadute di tensione nella linea di contatto, che per la dissimmetria nella disposizione delle tre fasi e, soprattutto, per la distanza delle due fasi aeree dalle rotaie, presenta una notevole reattanza.

I progressi raggiunti successivamente nella costruzione degli ingranaggi e nell'isolamento delle linee, consentirono di affrontare con fiducia le due innovazioni così che fin dal 1919 le Ferrovie dello Stato inclusero nel loro programma di elettrificazione un esperimento di trazione a frequenza industriale sulla linea Roma-Avezzano-Sulmona.

Furono predisposti all'uopo esperimenti sulla linea del Cenisio, la quale potendo essere alimentata a 16,7 ed a 50 periodi si prestava molto bene allo scopo. Risultò alle prove che l'impedenza composta della linea di contatto trifase con sezioni di rame di 200 mm² per ciascuna fase aerea e con rotaie da 46,3 kg per m. l. aumenta all'incirca nel rapporto da 1 a 2,1 passando dai 16,7 ai 50 periodi. Questo valore è un po' minore di quello calcolato teoricamente e la diffe-

renza è giustificata dal fatto che in corrispondenza alla frequenza più elevata è maggiore la percentuale di corrente che passa nel terreno rispetto a quella che segue le rotaie così che aumenta l'influenza della resistenza puramente ohmica del terreno sul valore totale dell'impedenza.

Il locomotore di prova, fornito dalla Ditta Breda, è costruito per le tensioni di 10.000 e $10.000/1,73 = 5800$ volt a 45 periodi e per la tensione di 3600 volt a 16,7 periodi. Ha tre velocità di regime: 37,5 - 50 - 75 km-ora le quali si riducono in proporzione della frequenza quando l'alimentazione sia fatta a 16,7 periodi. E' del tipo 1-D-1 ed è equipaggiato con due motori trifasi asincroni a poli commutabili, alimentati, attraverso un trasformatore in olio, alla tensione di 1850 e 1600 volt. I motori possono dare uno sforzo di trazione orario alle ruote di 12.000 kg alle velocità di 37,5 e 50 km-ora e di 8500 kg a 75 km-ora. Il peso complessivo del locomotore supera di poco le 90 tonnellate.



Le prove vennero effettuate sul tronco Bardonecchia-Salbertrand, della lunghezza di circa 17 km con pendenze che raggiungono il 26 per mille, alimentato a sbalzo da Bardonecchia alla tensione di 5800 volt a 45 periodi e di 6400 volt a 50 periodi e consistono:

a) in una corsa di prova a 50 km-ora e con 250 tonn. rimorchiata, Bardonecchia-Oulx (circa 11 km) e viceversa.

b) in una serie di dieci avviamenti a 50 km-ora su pendenze dal 10 per mille al 26 per mille seguite da una corsa di andata e ritorno a 50 km-ora con 309 tonn. rimorchiata;

c) in quattro coppie di treni a 50 km-ora e con 250 tonn. rimorchiata, fra Bardonecchia e Salbertrand intercalate da un avviamento a 75 km-ora con 309 tonn. rimorchiata.

Nel fascicolo sono riportati i diagrammi delle varie prove.

Il valore della caduta di tensione in corrispondenza agli avviamenti, venne riscontrato, in media di 0,38 volt per amp-km per correnti di linea dell'ordine dei 250 amp. e frequenza di 45 periodi.

Il valore corrispondente colla frequenza di 16,7 periodi è di 0,21 volt per amp-km.

Il valore del fattore di potenza alla centrale di Bardonecchia risultò variabile da 0,6 a $1/4$ di carico a 0,8 a pieno carico; valori dello stesso ordine di quelli riscontrati nell'esercizio a 16,7 periodi.

Notevole la rapidità degli avviamenti, essendosi raggiunta la velocità di 50 km-ora in un tempo di circa 110 secondi.

g. a. r.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. - II^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente

20, —

più per postali

2, —

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia

20, —

più per postali

3, —

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - sue avventure (broch.)

2,50

più per postali

0,80

CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia

1, —

più per postali

0,50

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici

3, —

più per postali

1, —

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche

4, —

più per postali

1, —

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI VARIE.

Stazioni automatiche di pompatura (Revue B. B. C. - dicembre 1925, n. 12, vol. XII, pag. 251). — Le stazioni automatiche di pompatura hanno fatto modernamente tali progressi, che ormai si prestano ai più svariati servizi, non esclusa l'alimentazione di intere città.

Il tipo più semplice è quello in cui il motore è un asincrono in corto circuito, e l'interruttore è comandato da un galleggiante posto nel serbatoio servito dalla pompa. Quando la potenza sorpassa i tre HP o si dispone di corrente continua, un dispositivo automatico avvia il motore con disinserzione graduale di resistenza, la quale è effettuata sia mediante apparecchi centrifughi, sia mediante un tamburo comandato dall'azione di un gioco di relais. Inoltre, invece di un solo galleggiante nel serbatoio di carico, se ne può disporre uno anche in quello da dove la pompa aspira, in modo che il motore si arresti quando quest'ultimo è vuoto. I galleggianti possono comandare l'interruttore del motore non direttamente, ma attraverso contatti ausiliari che chiudono o aprono il circuito di un relais. L'azione dei galleggianti può essere esclusa con un apposito interruttore e la manovra viene allora fatta a mano.

I serbatoi ad aria compressa danno luogo ad impianti simili, solo che si deve fare uso di interruttori manometrici. Come è noto in questi gruppi la pompa deve entrare in azione allorché, vuotandosi il serbatoio, non si ha più una pressione sufficiente per spingere l'acqua all'altezza desiderata.

Parecchi impianti dei vari tipi ora accennati sono stati eseguiti, specialmente in Svizzera, dalla Brown Boveri.

G. Pa.

CONCORSI.

Concorso a due posti di Ispettore di prima classe delle FF. SS. — E' aperto un concorso per titoli a due posti di Ispettore di prima classe in prova (gruppo A) nell'Istituto Sperimentale delle Ferrovie dello Stato.

Stipendio annuo iniziale lordo L. 13.700 oltre il supplemento di L. 3500 e le altre competenze spettanti al personale delle FF. SS.

Potranno concorrere al posto di Ispettore di prima classe in prova (tecnico specialista - metallurgista) i laureati in ingegneria che abbiano compiuto un periodo di assistentato in un laboratorio chimico-metallurgico in una R. Scuola di Ingegneria od Università del Regno, per un periodo di tempo non inferiore a due anni, o che abbiano conseguita la libera docenza in materia metallurgica, oppure che abbiano compiuto un corso superiore speciale in tale materia.

La domanda di ammissione dovrà pervenire non più tardi del 10 maggio 1926 alla Direzione Generale delle Ferrovie dello Stato, Servizio Personale ed Affari Generali - Roma, Piazza della Croce Rossa e dovrà essere corredata dai documenti di rito, elencati nel Boll. Uff. delle Ferrovie dello Stato, n. 13 - 1° aprile 1926.

IMPIANTI.

L'uso dei motori ausiliari nei servizi e nel comando degli interruttori nelle centrali generatrici di energia elettrica e nelle cabine di trasformazione è molto diffuso in America. Recenti statistiche asseriscono che complessivamente sono installati per tale uso 91.377 motori che rappresentano una potenza totale di circa un milione di kW; il 19 per cento di essi ha una potenza unitaria superiore ai 4 kW mentre gli altri sono di potenza inferiore. Solo poche industrie, e precisamente quelle metallurgiche e tessili assorbono una potenza complessiva maggiore di quella rappresentata dai motori installati nelle centrali. Anche come numero di motori, vengono prima soltanto le industrie metallurgiche, alimentari, tessili e quelle della carta e della stampa.

INSEGNAMENTO, ISTITUTI, SCUOLE, LABORATORI.

Nuovo Laboratorio per raggi X. — Lo studio della struttura dei corpi cristallini coi raggi X va acquistando sempre maggiore importanza. Il Politecnico di Milano ha da poco tempo installato nel laboratorio di chimica generale un impianto completo per tale genere di studi. La prima installazione constava principalmente di un trasformatore e di un raddrizzatore con motore sincrono: tensione massima 140.000 V. Successivamente venne installato un secondo gruppo che permette di arrivare fino a tensioni di oltre 200.000 V con un regime di 10 milliamperere continui, che corrisponde alla potenzialità dei maggiori tubi posti in commercio. Il laboratorio dispone anche di uno spettrografo a vuoto di Siegbahn e verrà fra poco acquistato anche uno spettrografo di Seemann per l'esame di lunghezze d'onda da 1 a 0,03 Angstrom.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Un incidente ad un turboalternatore da 40.000 kW si è avuto recentemente nella centrale termoelettrica di Barking (Inghilterra). All'atto dell'avviamento del gruppo il coperchio della valvola del regolatore fu lanciato via insieme ad altri piccoli pezzi metallici i quali danneggiarono ulteriormente il gruppo. Tre uomini furono feriti, uno dei quali gravemente. Una inchiesta subito eseguita non è riuscita a chiarire le cause del singolare incidente.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Su un generatore di oscillazioni a frequenza costante. — Nella moderna tecnica degli apparati trasmettenti a triodi ha incontrato un certo favore l'uso del cosiddetto «master oscillator» consistente in una valvola oscillatrice relativamente piccola, che dà il «passo» ad un gruppo di triodi principali i quali funzionano semplicemente come amplificatori di potenza e ciò allo scopo di ottenere una maggiore stabilità della frequenza. Tale risultato non è tuttavia raggiunto in modo perfetto, perchè anche il generatore primario o di eccitazione (master oscillator) subisce in misura più o meno ampia lievi variazioni di frequenza al variare della corrente di accensione o della tensione anodica. Ad ovviare simile inconveniente, nella stazione di Northolt del Post Office britannico, si utilizza un dispositivo il cui funzionamento è descritto da A. G. Lee nel n. 2450 del «The Electrician» (vol. XCIV, 1925, pag. 510). Vi si utilizza un diapason che, mantenuto elettricamente in vibrazione a mezzo di un triodo (¹), fornisce oscillazioni la cui frequenza è rigorosamente costante. Tali oscillazioni non sono però perfettamente sinoidali, anzi, volutamente esse vengono ulteriormente distorte applicando alla griglia del triodo che dà il «passo» agli amplificatori di potenza, una opportuna resistenza. L'elettrodiapason di Northolt fornisce oscillazioni alla frequenza fondamentale di 1963,6 periodi. Dopo che la distorsione è avvenuta, esse sono amplificate e successivamente vanno ad agire all'entrata di un filtro che permette il passaggio della sola 22^a armonica ($f = 43200$ periodi).

E' questa l'oscillazione che dopo essere passata attraverso vari stadi di amplificatori di potenza, giunge al circuito d'antenna.

Secondo l'A. i risultati ottenuti con il metodo descritto, sarebbero veramente soddisfacenti.

V. Go.

*

Gli impianti elettrici spagnuoli alla fine del 1925 rappresentavano circa 750.000 kW installati, mentre per altri 2.250.000 KW circa sono in corso o sono già state accordate le concessioni. Complessivamente le potenze enunciate si giudica che non rappresentino la metà della potenza disponibile nella Spagna. Nello scorso anno si ultimarono i seguenti impianti: Villalba per 11.000 kW alimentante una linea a 60.000 V; ampliamento della centrale di Somiedo fino a 10.500 kW; Tambre di potenza variabile fra 5600 e 12.000 kW con linea a 70.000 volt. Sono stati fatti progredire gli studi per l'utilizzazione delle acque del Duero e dei suoi affluenti dai quali si giudica di poter ricavare una potenza di circa 600.000 kW in estate e di oltre 750.000 kW nei mesi invernali.

STATISTICA.

Interessanti esperimenti di conversazione telefonica fra navi in pieno oceano e la terra vennero eseguite in Inghilterra mediante un nuovo dispositivo. Parole pronunciate in un ordinario apparecchio telefonico a terra, erano distintamente udite su una nave entro il raggio di oltre 100 chilometri, mentre l'operatore radiotelegrafico a bordo poteva spedire dei radiogrammi senza produrre interferenze colla comunicazione radiofonica. L'apparecchio usato è portatile e non richiede l'uso di antenna; esso è molto selettivo e può funzionare anche con onde molto corte. La potenza necessaria è piccola, negli esperimenti fatti era solo di 5 a 7 W. L'interessante si è che connettendo l'apparecchio alle ordinarie linee telefoniche esse possono direttamente essere usate per la trasmissione radiofonica cosicchè un qualunque abbonato può ottenere la comunicazione diretta con un piroscafo in viaggio.

TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

E' stata ultimata la posa del cavo telefonico fra New York e Chicago, che si dice essere il più lungo del mondo avendo circa 1400 chilometri di lunghezza. Esso ha costato 25 milioni di dollari. Il cavo permette di trasmettere contemporaneamente 500 comunicazioni telegrafiche e 250 comunicazioni telefoniche.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

Il più grande convertitore di frequenza che sia mai stato costruito si dice sia quello attualmente in montaggio nelle Officine di East Pittsburg (S. U.) della Westinghouse. Esso ha una potenza di 40.000 kVA e compie 300 giri al minuto. Per la regolazione dello sfasamento e quindi del carico, il lato a 60 periodi della macchina porta un dispositivo speciale mediante il quale lo statore può essere fatto ruotare di un certo angolo mediante un ingranaggio a vite elicoidale comandato da un motore apposito. La macchina è raffreddata mediante circolazione d'aria in ciclo chiuso.

*

Fra i più grossi trasformatori monofasi fino ad ora costruiti sono quelli che la General Elec. Co. ha recentemente fornito alla Pennsylvania Power and Light Co. Il peso complessivo di una unità completa è di oltre 100 tonnellate, delle quali circa 40 di olio. Le dimensioni massime sono di circa 7,50 m. di altezza, per 4 m di lunghezza e 3 m di larghezza. Un gruppo di tre simili elementi monofasi ha una capacità di 28.866 kVA: sono alimentati con corrente a 60 periodi, 66.000/11.000 V stella-stella. Il raffreddamento è a circolazione d'acqua.

RIVISTA DELLE INVENZIONI
INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani. (*)

- N. 229143 — SARACENI O.: Radio-televisore a valvola fotoelettrica. — 19-3-1924.
 N. 228951 — SCANZI G. V.: Interruttori e commutatori con valvole per impianti elettrici. — 15-3-1924.
 N. 226784 — SHANNON DEREK SCATON BUTLER: Perfezionamenti in apparecchi ricevitori per telegrafia e telefonia senza fili. — 29-12-1923.
 N. 204004 — SIEMENS & HALSKE A. G.: Sistema di connessione per meccanismi di collegamento funzionanti passo a passo in particolare negli impianti telefonici. — 19-10-1921.
 N. 226642 — La stessa: Nucleo di magnete, costituito di materiale magnetico finalmente suddiviso, specie per i rocchetti di carico sulle linee telefoniche. — 22-12-1923.
 N. 227035 — La stessa: Apparecchio alto-parlante elettrodinamico. — 12-1-24.
 N. 229151 — La stessa: Tubo a valvola ad alto vuoto. — 29-3-1924.
 N. 199754 — SIEMENS SCHUCKERT WERKE GESELLSCHAFT MIT BESCHRAENKTER HAFTUNG: Interruttore automatico di massimo munito di magnete per il suo disimpegno e coi contatti di interruzione collegati alle estremità di una resistenza. — 11-6-1921.
 N. 204459 — La stessa: Disposizioni per l'avviamento di motori trifasi. — 20-10-1921.
 N. 227883 — La stessa: Disposizione applicabile ai motori per veicoli elettrici che nella corsa in discesa o durante le frenate debbano mandare corrente nella linea. — 2-2-1924.
 N. 204052 — SKINDERVIKEN: Perfezionamenti nei microfoni per telefonia, radiotelegrafia e per usi clinici. — 26-10-1921.
 N. 229279 — SMITH WILLOUGHBY STATHAM: Conduttori elettrici caricati di induttanza. — 26-3-1924.
 N. 223124 — SPIGAI V. F.: Regolatore per la regolazione automatica dei dispositivi intesi a migliorare il fattore di potenza. — 30-7-1923.
 N. 204483 — TADOAKI YAMAMOTO & MASATARO HAWARADA: Motori ad avviamento per induzione autoeccitanti autosincronizzanti. — 25-10-1921.
 N. 204629 — TZEL G.: Dispositivo utilizzante corrente continua e producendo corrente pulsata alternata a tensione costante. — 29-11-1921.
 N. 226706 — THEDINGA E.: Contatto elettrico. — 20-12-1923.
 N. 203875 — TONISSI R. V.: Motore elettrico. — 17-10-1921.
 N. 204472 — TORTAROLO O.: Dispositivo di contatto elettrico per bollitore ad immersione. — 22-10-1921.
 N. 204314 — USIGLI B.: Dispositivo indicatore di sincronismo. — 26-10-21.
 N. 229072 — VALSECCHI C.: Commutatori elettrici per l'automatizzazione del moto-pompa di riempimento dei cassoni o serbatoi pel servizio d'acqua nelle case. — 22-3-1924.
 N. 204291 — VIACAVA G.: Raccordo di riduzione applicabile alle valvole elettriche Edison per basse tensioni per limitarne la portata. — 24-10-24.
 N. 204012 — WESTERN ELECTRIC ITALIANA: Perfectionnements dans les systèmes de signalisation électrique par courants porteurs. — 20-10-21.
 N. 228983 — La stessa: Perfezionamenti nei relais elettromagnetici. — 24-3-24.
 N. 229124 — La stessa: Perfezionamenti nei sistemi telefonici per uffici centrali. — 28-3-1924.
 N. 228994 — WOOTTON G. A. H.: Perfezionamenti nei quadri di carico degli accumulatori. — 25-3-1924.
 N. 229024 — AMERICAIN CHAIN Cy Juc.: Processo ed apparecchio perfezionato per la prova elettrica di metalli — 17-3-1924.
 N. 229250 — BOSISIO L.: Contatore elettrico per riduzione a zero. — 24-3-24.
 N. 228468 — FERRANTI Ltd.: Perfezionamenti riguardanti i contatori elettrici a corrente alternata. — 7-3-1924.
 Y. 227044 — SCHIASSELLONI A.: Sveglia elettrica automatica. — 3-1-1922.
 N. 204477 — SOC. AN. ACLASTITE: Anello isolante per apparecchi elettrici. — 25-10-1921.
 N. 198616 — CARLO' CARDUCCI C. e SIBAUD R.: Lampade elettriche ad incandescenza inasportabili con relativi portalampade. — 19-5-1921.
 N. 188004 — COMP. FRANCAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDES THOMSON HOUSTON: Perfezionamenti nelle e relativi alle lampade elettriche. — 30-6-1920.
 N. 208280 — FALBO C. S.: Lampada « Falbo ». — 2-3-1922.
 N. 204371 — FLARMER J. J.: Perfectionnements aux dispositifs de lampes à arc. — 3-10-1921.
 N. 204491 — THE GENERAL ELECTRIC Cy Ltd. e GOUCHER F.: Perfezionamenti nei filamenti formati con filo trafilato. — 26-10-1921.
 N. 204240 — HERMET G. C. & IZOARD L. A.: Porte-lampe électrique amortisseur. — 18-10-1921.
 N. 199938 — HOFFMAN W. M.: Becco per idro-carburi. — 30-5-1921.
 N. 199804 — KHIESTALLER R. e BORDONI P.: Armatura porta-lampade per illuminazione stradale con lampadine elettriche. — 18-6-1921.
 N. 204467 — LEGNANI A.: Disposizione per proteggere le lampade elettriche ad incandescenza da variazioni di intensità. — 1-10-1921.
 N. 228335 — MARSAT A. J. B.: Lampada elettrica ad incandescenza regolabile in posizione per rispetto al suo attacco. — 21-2-1924.

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20% di sconto sulle tariffe normali, sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali).

(¹) L'Elettrotecnica, 1919, vol. VI, pag. 743, e Boll. R. T., vol. I, n. 7, pag. 156.

- N. 228937 — MUELLER J. C.: Macchina per fiammiferi provvista di organi di serraggio fissati ad una catena senza fine per ricevere le strisce di gambi di fiammiferi. — 22-3-1924.
- N. 228876 — WERNER O.: Guarnizioni di tenuta nei punti di entrata in recipienti a vuoto. — 13-3-1924.
- N. 228963 — RENI P. e BUONOMO V. M.: Perfezionamenti nei dispositivi di illusione per rappresentazioni. — 4-3-1924.
- N. 187425 — ROBINOT D. M. G. DE LA PICHARDAIS: Système d'appareillage électrique à fixation automatique de fils de connexion. — 23-6-20.
- N. 229258 — SCHULZ H.: Processo per impregnare fiammiferi di legno. — 24-3-1924.
- N. 204167 — ZENI P.: Innovazioni nelle costruzioni di apparecchi per proiezioni luminose. — 7-10-1921.
- N. 155131 — ARNO' R.: Sistema di trasformazione, utilizzazione e accumulazione dell'energia elettrica sotto forma di calore, specialmente adatto per scopi di riscaldamento. — 6-7-1916.
- N. 204609 — CHIARELLA A.: Perfezionamenti nei torrefattori elettrici. — 21-11-1911.
- N. 204673 — MARANI L.: Riscaldatore elettrico. — 12-11-1921.
- N. 229254 — MAYER F.: Apparecchio elettrico di cottura e bollitura. — 24-3-1924.
- N. 229294 — MÜLLER C. F. O.: Evaporatore elettrico per profumi e disinfettanti liquidi e sostanze analoghe. — 27-3-1924.
- N. 228233 — ODDERA M. F.: Apparecchio elettrico per il riscaldamento di liquidi. — 26-2-1924.
- N. 229054 — PRINETTI I., MANDOLFI A.: Fornello ad accumulazione di calore. — 20-3-1924.
- N. 228281 — REES J.: Elettrodo di carbone e processo per la sua fabbricazione. — 22-2-1924.
- N. 229105 — SCHROEDER E.: Dispositivo per il riscaldamento elettrico a distanza. — 20-3-1924.
- N. 204672 — TUA G. e CIOCE P.: Processo elettrico di riscaldamento di liquidi conduttori della corrente, e dispositivi per la sua attuazione. — 11-11-1921.
- N. 204455 — ZANOLI F.: Apparecchio per riscaldare o vaporizzare liquidi mediante l'elettricità. — 29-10-1921.
- N. 204394 — SIEMENS SCHUCKERT WERKE GESELLSCHAFT mit BESCHRAENKTER HAFTUNG: Impianto elettrico di precipitazione per ricavare materiale secco. — 6-10-1921.
- N. 227544 — STACEY F.: Perfezionamenti relativi ad apparecchi elettrici per la preparazione di perossido d'azoto. — 25-1-1924.
- N. 204207 — GERMANI C.: Commutatore per iscrizioni elettriche e luminose. — 14-10-1921.
- N. 204439 — GIOLITTO e TINELLI (Ditta): Sistema di apparecchio a riflessione per proiezioni luminose in piena luce, particolarmente adatto per réclame luminosa nelle vetrine e simili. — 15-10-1921.
- N. 205643 — ADORNI U.: Manovella di sicurezza per avviamento di motore a scoppio. — 30-12-1921.
- N. 226649 — AKTIEBOLAGET LJUNGSTROMS ANGTURBIN: Perfezionamenti nei dispositivi di tenuta stagna, per apparecchi di riscaldamento a rigenerazione. — 22-12-1923.
- N. 229733 — BAGNULO A.: Combustore perfezionato per combustibili liquidi. — 9-4-1924.
- N. 229321 — BENAZZI A.: Economizzatore per motori a scoppio. — 19-3-24.
- N. 229505 — BOLINDERS J. e C. G. MEKANISKA VERKSTADS AKTIEBOLAGET: Perfezionamenti nelle candele o tappi d'accensione per motori a combustione interna. — 5-4-1924.
- N. 206448 — BORGO E. M.: Albero a gomito equilibrato in un sol pezzo. — 19-1-1922.
- N. 229512 — BOSIO G.: Sistema e dispositivo di comando per la lubrificazione dei motori a scoppio. — 8-4-1924.
- N. 229407 — BRIGHENTI P.: Accumulatore di vapore a produzione rapida e intensa. — 1-4-1924.
- N. 229546 — BRUZZONE I.: Vaporizzatore di combustibile liquido per motori a scoppio. — 24-2-1924.
- N. 205587 — CANALI R.: Motore a vapore d'acqua o simile funzionante per depressione. — 24-12-1921.
- N. 205588 — Lo stesso: Produttore di vuoto a condensazione di vapori. — 24-12-1921.
- N. 205314 — CARDINI L.: Macchina a sistemi di stantuffi disposti radialmente intorno ad un asse, atto a funzionare o da motore o da compressore di fluidi. — 3-12-1921.
- N. 204861 — CARDWELL E. H.: Perfectionnements aux appareils d'allumage électrique pour moteurs à explosion ou à combustion interne. — 12-11-1921.
- N. 205751 — CAVALLONE L., ERCOLI A.: Motore a quattro tempi con due cilindri disposti a V ad assi spostati onde ottenere un più perfetto raffreddamento. — 8-12-1921.
- N. 205531 — CHARLES L. A.: Procédé et dispositif d'injection de combustible dans les moteurs à combustion interne. — 21-12-1921.
- N. 204738 — CHAUDANO S.: Motore ad olio pesante. — 24-11-1921.
- N. 192839 — CLARK A. H.: Perfectionnements aux embrayages et aux démarreurs des moteurs. — 24-11-1920.
- N. 206442 — CORSI L.: Sistema di riscaldamento della miscela per combustibili pesanti e poco volatili nei motori a scoppio. — 18-1-1922.
- N. 205520 — COX A.: Perfectionnements aux chambres à niveau constant de carburateur. — 21-12-1921.
- N. 205810 — DALTON H. S.: Dispositif de réservoir carburateur. — 31-12-21.
- N. 205434 — DE MICHELI G. e C. (Ditta): Lavaggio locomotiva. — 15-12-21.
- N. 160299 — DE THIERRY H. H.: Dispositivo per il raffreddamento del catodo nelle candele per l'accensione dei motori a scoppio. — 1-6-1917.
- N. 205455 — DE WURSTEMBERGER F.: Un procédé destiné à éviter les corrosions sélectives sur des parties métalliques en cuivre ou en alliages contenant du cuivre et pour un dispositif servant à la mise en pratique de ce procédé. — 13-12-1921.
- N. 205798 — DONADON I.: Candela D. I. C. a scintilla multipla. — 16-12-21.
- N. 205338 — DUREIGNE L. R.: Moteur à deux temps. — 6-12-1921.
- N. 173067 — DUQUENNE C.: Chaudière. — 1-4-1919.
- N. 229386 — ECLIPSE MACHINE COMPANY: Meccanismo di messa in marcia per motori. — 8-4-1921.
- N. 204072 — ELIZALDE ROUVIER A.: Système d'ajoutage pour les unions des culasses avec le bloc des cylindres dans les moteurs à explosion. — 29-10-1921.
- N. 204851 — ERSTE BRUENNER MASCHINEN FABRIKS GESELLSCHAFT: Dispositivo per turbine combinate ad azione ed a reazione. — 10-11-1921.
- N. 204853 — La stessa: Joint à labyrinthe pour arbres, en particulier, ceux de turbines à vapeur ou à gaz. — 10-11-1921.
- N. 229642 — La stessa: Turbina a vapore o a gas ad alta pressione. — 15-4-24.
- N. 229468 — La stessa: Installazioni in impianti motori a vapore, specialmente in impianti di turbine. — 11-4-1924.
- N. 229469 — La stessa: Impianto di turbine a vapore. — 11-4-1924.
- N. 229643 — La stessa: Impianto motore a vapore con generatori di vapore a diverse pressioni. — 15-4-1924.
- N. 229683 — La stessa: Palettatura per turbine assiali a vapore o a gaz. — 17-4-1924.
- N. 229685 — La stessa: Turbina assiale a vapore o a gaz. — 17-4-1921.
- N. 229763 — FEROLDI E.: Disposizione per regolare l'alimentazione automaticamente col combustibile nei motori a combustione interna. — 12-4-1924.
- N. 205322 — FISCHER STUNLEY: Perfectionnements apportés ou relatifs aux appareils destinés à indiquer les défauts d'allumage dans les moteurs à combustion interne. — 5-12-1921.
- N. 229635 — FRANCHETTI A.: Perfezionamenti negli spruzzatori per motori ad olio pesante. — 10-4-1924.
- N. 229636 — Lo stesso: Perfezionamenti nelle testate dei cilindri dei motori a combustione interna. — 10-4-1924.
- N. 191831 — NEUMEYER F. A. G.: Dispositivo di avviamento per motori a combustione interna. — 13-10-1920.
- N. 206467 — GAMBERINI D.: Sistema di alimentazione per motori a scoppio. — 24-1-1922.
- N. 229604 — GAZDA A.: Motore a combustione. — 11-4-1924.
- N. 229679 — GEHR. BAUMANN MASCHINEN und MOTORENFABRIK G. m. H. e Cie COMMANDITGESELLSCHAFT: Motore a combustione ad iniezione di combustibile. — 17-4-1924.
- N. 229515 — GIORELLI A. e TINELLI G.: Riscaldatore per motori a scoppio alimentati con combustibili liquidi pesanti. — 8-4-1924.
- N. 228538 — GOFFI R.: Turbomotore azionato con olii leggeri e pesanti. — 10-3-1924.
- N. 204952 — GONZALES M.: Sistemazione delle caldaie a tubi di acqua per l'impiego di combustibili liquidi e solidi polverizzati. — 24-11-1921.
- N. 228950 — HEWITT H. S.: Perfezionamenti in meccanismi a punteria. — 5-3-1924.
- N. 205020 — HUGUENIN A.: Une installation à turbines ayant au moins un groupe composé de deux turbines. — 3-11-1921.
- N. 229697 — INTERNATIONAL COMBUSTION ENGINEERING CORP.: Perfezionamenti nella generazione di vapore. — 18-4-1924.
- N. 204819 — JUNKERS H.: Machine motrice à combustion avec pompe de balayage à piston. — 8-11-1921.
- N. 229555 — KOHLHAUSER F.: Inversione di marcia per motori a combustione. — 5-4-1924.
- N. 205088 — FRIED. KRUPP A. G. GERMANIAWERFT: Piston pour moteurs à combustion. — 12-11-1921.
- N. 205606 — La stessa: Culasse de cylindre pour moteurs à combustion. — 28-12-1921.
- N. 225757 — HUNTZ J. E.: Perfezionamenti nell'alimentazione dei motori a scoppio. — 12-10-1923.
- N. 205435 — LAFLEUR E.: Apparecchio per mantenere tiepida l'acqua di raffreddamento dei radiatori per motori a scoppio. — 15-12-1921.
- N. 229153 — LANZ H.: Processo per mantenere in funzione motori a combustione a due tempi destinati a servire come motori per veicoli a motori. — 29-3-1924.
- N. 206569 — LEROY J.: Dispositif de boîte étanche pour arbres tournants. — 10-1-1922.
- N. 205813 — LEVI U.: Dispositivo di produzione di gas ossidrico per motori a scoppio. — 23-12-1921.
- N. 205050 — LONGO A., DI SERIO E.: Volatizzatore a riscaldamento che serve per motori a scoppio a surrogare la benzina col petrolio. — 8-11-21.
- N. 227933 — LORUSSO G.: Sistema Lorusso per trasformare una macchina a vapore in una macchina automatica ad aria compressa. — 11-2-1924.
- N. 229487 — MAGNETTI V.: Perfezionamenti nei motori ad esplosione destinati a bruciare combustibili densi. — 2-4-1924.
- N. 205299 — MAROGER S.: Dispositif d'allumage pour moteurs à explosion. — 2-12-1921.
- N. 229674 — MARZULLO V.: Turbina idraulica. — 16-4-1924.
- N. 205452 — METZGER C., LUETSCHEN E.: Condensatore. — 13-12-1921.
- N. 229775 — MONETTI L. M.: Motore a scoppio a quattro tempi, a valve automatiche. — 2-12-1921.
- N. 205294 — MORELLINI P.: Carburateur pour moteurs à combustion interne. — 2-12-1921.
- N. 204841 — MORISON D. B.: Perfezionamenti riguardanti il sistema e gli apparecchi per la deareazione dell'acqua d'alimentazione delle caldaie a vapore. — 9-11-1921.
- N. 229583 — MUCHKA J.: Processo per accrescere il rendimento di riscaldamento a gas di combustione per l'alimentazione delle caldaie di macchine a vapore. — 9-4-1924.
- N. 228580 — MUZZI A. e PASSALACQUA G.: Apparecchio elettro-meccanico per picchettaggio delle caldaie e lamiera in genere. — 21-2-1924.
- N. 205748 — NEDELANDSCHE FABRIEK VAN WERKTUIGEN SPOORWEGMATERIEEL GANAAND « Werkspoor »: Moteur à combustion interne et à double effet. — 3-12-1921.
- N. 204964 — O' NEILL L. W.: Perfezionamenti riguardanti netta aria o depuratori. — 25-11-1921.
- N. 205271 — PASCOTTO G.: Apparecchio per la trasformazione della forza centrifuga in movimento normale ad essa e sua applicazione alla regolazione automatica della tensione delle piccole dinamo a velocità variabile. — 30-11-1924.

- N. 229530 — PAOLONE A.: Economizzatore di benzina sistema Paolone. — 14-4-1924.
 N. 229736 — PESCATORE M.: Carburatore a triplo riscaldamento per combustibili poco volatili. — 9-4-1924.
 N. 199033 — POIRMEUR L. I.: Perfectionnements aux carburateurs. — 13-5-1921.
 N. 206002 — POULAIN DE MARCEVAL M.: Perfectionnements apportés aux procédés et appareils pour l'alimentation des moteurs à explosion ou machines thermiques analogues. — 21-12-1921.
 N. 206003 — Lo stesso: Procédé et appareils pour l'alimentation des moteurs à explosion ou machines thermiques analogues. — 21-12-1921.
 N. 205320 — REBOSIO e C. (Ditta): Perfezionamenti alle candele di accensione per motori a scoppio. — 5-12-1921.
 N. 229539 — ROLLS ROYCE Ltd.: Perfezionamenti ai motori a combustione interna. — 5-12-1921.
 N. 204987 — REMBOLD V.: Processo per il riscaldamento dell'aria compressa nei motori a combustione in cui la messa in moto e l'inversione di marcia avvengono per mezzo dell'aria compressa. — 30-11-1921.
 N. 206441 — ROMEYN J.: Couverture de cylindres pour moteurs à combustion interne. — 18-1-1922.
 N. 204584 — SCHLOTTER G. A.: Turbine come apparato di aspirazione e di arresto nelle correnti turbolenti. — 11-11-1921.
 N. 204693 — SIEMENS SCHUCKERT WERKE GESELLSCHAFT mit BESCHRAENKTER: Sistema per il ricupero dell'energia sviluppata durante la prova di motori. — 15-11-1921.
 N. 229541 — SOC. ELECTR. TECHN. TRADING Co. Ltd.: Focolare di caldaia. — 24-3-1924.
 N. 204564 — STANGE G.: Nuovo motore ad olio pesante senza valvole. — 12-11-1921.
 N. 170929 — THE STIRLING BOILER Cy Ltd.: Perfezionamenti ai generatori di vapore. — 20-11-1918.
 N. 205357 — STOREK I.: Mozzo per ruota mobile con pale spostabili per turbine idrauliche. — 9-12-1921.
 N. 202358 — La stessa: Mozzo per ruota mobile con pale girevoli per turbine idrauliche. — 9-12-1921.
 N. 205359 — La stessa: Mozzo per ruota mobile con pale spostabili per turbine idrauliche. — 9-12-1921.
 N. 205360 — La stessa: Mozzo per ruota mobile con pale spostabili per turbine idrauliche. — 9-12-1921.
 N. 205397 — TARTRAIS E. H.: Dispositif d'allumage initial pour moteurs à combustion interne à allumage de régime automatique. — 12-12-1921.
 N. 205398 — Lo stesso: Chambre à combustion pour moteur à combustion interne à culasse chaude. — 12-12-1921.
 N. 205399 — Lo stesso: Perfectionnements dans les moteurs à explosion. — 12-12-1921.
 N. 205010 — TAYLOR H. B.: Turbine à impulsion. — 2-11-1921.
 N. 229408 — TOSI F. (Soc. An.): Dispositivo di circolazione d'acqua refrigerante lo stantuffo nei motori a combustione interna. — 1-4-1924.
 N. 229511 — VENON J.: Apparecchio d'avviamento a gas carbonico liquefatto per motori ad esplosione. — 7-4-1924.

XXX RIUNIONE DELL'A. E. I. NAPOLI - 7-13 Ottobre 1925

Verbale della 5ª seduta

11 ottobre 1925 - ore 9

Presidente: Apro la seduta e, in assenza dell'Ing. Mortara, prego il Prof. Revessi riferire sulla memoria presentata.

Reversi: La mia memoria è stata già pubblicata nel giornale parecchio tempo; quindi è stata a disposizione di tutti coloro che si sono interessati dell'argomento. Ciò aumenta la ragione per cui non è il caso di riassumere neppure brevemente la memoria stessa. Infatti le ragioni che ho detto ieri quando ho comunicato riguardo alla relazione Lampis, riguardano anche la mia memoria, cioè che sono memorie quasi aggiunte rispetto all'argomento capitale trattato alla nostra riunione. Perciò io esporrò invece le ragioni che mi ha indotto a portare questo argomento in seno alla riunione: ragioni che possono essere più precise che non la memoria stessa la quale vuole più che altro segnalare e dimostrare una tendenza di mutare indirizzo che ormai si è notata in pratica.

Perciò se tutte le ragioni non sono oggettive, oggettivo potrebbe essere il senso di disagio io stesso provo quando mi trovo obbligato a perdere, o occupare in un modo meno utile, tutto il tempo prezioso che potrebbe invece essere utilizzato in esperienze proficue nell'espletare i computi numerici, i quali non hanno niente di elevato.

Ci sono ancora delle ragioni oggettive per esempio il fatto che da più parti si manifesta la tendenza di proporre rimedio a questo male: per esempio è relativamente recente, anno 1923, la proposta di studio accompagnata da proposte di usare i modelli di circuiti ha qualche cosa di più utile e di più concreto dello studio di semplici reti.

In un numero di quest'anno il giornale dell'Associazione Americana vi è pubblicato un articolo il quale ha proposto degli apparecchi molto ingegnosi che si potrebbero chiamare regoli se avessero una unica applicazione. Il loro funzionamento sarebbe destinato per le operazioni sui numeri complessi invece che sui numeri ordinari e ciò sarebbe l'unico mezzo per risvegliare i numeri complessi e muoverli dal letargo cui dormono o vivono da decenni.

Presidente: Ringrazio il Prof. Revessi per il riassunto della memoria e prego il Prof. Fachini di riassumere la sua memoria.

Fachini: Dato che si tratta di memoria a carattere strettamente chimico, ritengo di fare cosa pratica e certamente accetta ai signori Congressisti dandone un breve riassunto.

Nella comunicazione che qui presentiamo abbiamo cercato di dimostrare in base ad esperienze fatte nel Laboratorio Olii Minerali di Milano, che ho l'onore di dirigere, su numerosi campioni di olii per trasformatori, che, fra i metodi di controllo per i detti olii, quello prescritto dall'A. E. I. bene risponde ai risultati pratici.

E' stato fatto oggetto di speciale studio la *prova di riscaldamento* e si è dimostrato che le modalità seguite dal metodo italiano sono a nostro avviso da preferirsi al metodo Brown Boveri e più ancora a quello svizzero, i quali a differenza del metodo dell'A. E. I., che limita a 40 grammi la quantità d'olio da usarsi per la prova, ne prescrivono 1000 grammi, il che porta ad inevitabili errori causati dalla possibilità di irregolare riscaldamento e soprattutto dall'esagerata superficie libera dell'olio.

Per quanto si riferisce al catalizzatore, numerose prove pratiche hanno dimostrato che l'uso della reticella di rame, se viene rinnovata per ogni prova, dà risultati molto più attendibili della prova fatta secondo quanto ha proposto il Dott. Stager col recipiente di rame e usando lo stesso recipiente per prove diverse.

Infatti i risultati che si ottengono col metodo italiano, a differenza di quelli ottenuti con altri metodi, sono assai costanti, come lo dimostrano i dati:

Campione	Dopo le 300 di riscaldamento	
	Deposito ‰	Acidità in acido celico ‰
Olio russo	0,25	0,22
lo stesso	0,22	0,19
lo stesso	0,21	0,22
Olio americano	0,98	0,28
lo stesso	1,17	0,28
Olio russo	0,26	0,25
lo stesso	0,25	0,25
lo stesso	0,27	0,22

In merito alla *valutazione dei depositi dopo la prova*, i nostri studi ad esperienze comparative hanno portato alla conclusione che al *metodo volumetrico*, è di gran lunga preferibile il *metodo ponderale*. Il metodo volumetrico è difettoso per il fatto che i depositi sono di natura assai diversa, talora floccosi e soffici, come generalmente per gli olii russi, talora invece compatti ed asfalsosi, come specialmente per gli olii americani.

Tali cause di errore si possono eliminare invece colla determinazione ponderale dei depositi, precisando bene naturalmente la qualità del solvente e la temperatura di filtrazione.

Quanto all'*acidità dopo la prova*, si è fatto rilevare che il metodo



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Consiglio Generale.

Numerosissima riuscì la riunione del Consiglio Generale tenuta a Milano nel pomeriggio del 17 corrente sotto la presidenza del Prof. Sartori. Si è trattato della riunione annuale di Brescia, che rimane definitivamente fissata per la prima settimana di settembre con un programma assai attraente — della Celebrazione Voltiana dell'anno venturo — della visita agli impianti francesi di cui parliamo in altra parte del giornale — della necessità di sistemare la sede sociale e le faccende di ordinaria amministrazione.

Buon numero di convenuti si recarono poi in comitiva a visitare la Fiera Campionaria.

Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Secondo le sommarie notizie pervenute, i lavori della Commissione E. I., adunatisi a New York sotto la presidenza dell'Ing. Guido Semenza, si svolsero con pieno successo. Le Delegazioni Europee giunsero felicemente in America il 12 corrente. Mentre scriviamo, chiusi i lavori, i delegati devono essere in viaggio, condotti a visitare impianti ed opifici in una vasta escursione organizzata con grande larghezza dal Comitato elettrotecnico Nord-Americano.

*

Al momento di andare in macchina, riceviamo il seguente telegramma:

New York il 22 aprile 1926.

Associazione Elettrotecnica Italiana — Milano.

Chiusi felicemente lavori. Semenza rieletto. Prossima riunione Como.

firmato: LOMBARDI.

italiano è stato il primo a riconoscere la grande importanza dell'acidità nell'alterazione degli olii, e fu il primo a prescrivere la sua determinazione diretta.

La pratica ha spesso mostrato che nell'esercizio è ben più temibile la presenza nell'olio di composti acidi che deteriorano sia le parti metalliche, come gli isolanti, che non la presenza dei depositi, i quali in molti casi si raccolgono sul fondo del cassone e restano così quasi eliminati.

Alcuni metodi prescrivono la separazione dei depositi dall'olio, non a caldo come il metodo italiano, ma dopo raffreddamento della prova stessa, per cui una parte delle sostanze resinose acide precipita e viene determinata come deposito.

Ora ciò non risponde ad esattezza, perchè il giudizio delle prove, se si vogliono adottare metodi di esami che riproducono più o meno esattamente le condizioni del trasformatore, deve dare un orientamento sull'esercizio del trasformatore, ossia sull'olio in quelle condizioni di temperatura, in cui dette sostanze resinose sono disciolte nell'olio ed agiscono quindi come acidi e non come depositi.

Nel metodo dell'A. E. I. noi abbiamo riscontrato invece non sufficientemente pratica la scelta della *fenolfaleina*, come indicatore per la determinazione dell'acidità.

Questo indicatore che presenta una grandissima sensibilità per determinazioni in sostanze incolore o debolmente colorate, si dimostra insufficiente nel caso degli olii, che dopo la prova del riscaldamento assumono un colore rossiccio che copre completamente il viraggio della fenolfaleina.

Un indicatore invece che ha dato ottimi risultati e che è già stato adottato dalle norme svizzere, e presentato dall'Holdre per le determinazioni dell'acidità negli olii minerali è l'Alcali Blau 6 B.

Quanto alla tendenza ad alterare il colore, si osserva che tale prova viene quasi sempre tralasciata dagli interessati, che richiedono le analisi del nostro laboratorio, e ciò deve attribuirsi al fatto che il metodo italiano prescrive un limite di acidità che include anche quelle sostanze resinose acide, insolubili a freddi, e che pertanto sfuggono alle determinazioni secondo altri metodi.

E' da ritenersi perciò che al disotto del limite massimo tollerato dal metodo italiano, acidità espressa in acido oleico non superiore al 0,25 per cento per gli olii dopo la prova delle 300 ore di riscaldamento, anche l'azione di questi acidi sul cotone sia poco rilevante.

Concludendo: Dalle numerose prove fatte risulta che il metodo italiano dà risultati d'analisi assai costanti e raggiunge perciò lo scopo di offrire un mezzo per poter paragonare e valutare gli olii per trasformatori; non solo, ma vale ad escludere dal mercato tutti quegli olii che per l'inesperienza dei fabbricanti, non davano garanzia di resistenza.

Presidente: Ringrazio l'egregio Collega del riassunto della sua comunicazione. Io ho detto che noi non avremmo messo in discussione le memorie della sezione delle varie; ma questo mi sembra un argomento molto importante e perciò mi permetto di dare la parola al Prof. Lombardi.

Lombardi: Io ringrazio il conferenziere a nome del Comitato Elettrotecnico. Il Comitato fa assegnamento che questi lavori proseguano con la dovuta circospezione. Non si può entrare in discussione di carattere tecnico in questa sede; ripeto quindi la preghiera del Prof. Fachini di darci il tempo per studiare questo argomento importante. Le nostre norme sono già pubblicate, ma interessano anche il lavoro internazionale, e perciò è il caso di discuterne più minutamente prima di addivenire a conclusioni definitive.

Presidente: Ringrazio il Prof. Lombardi e aggiungo anche il mio ringraziamento per la collaborazione che il Prof. Fachini vorrà dare.

Palestrino: Raccomando che nello stabilire le norme siano anche portate in considerazione le analisi particolarissime del comportamento degli olii sotto azioni di gradienti molto elevati, come avviene in certi punti di trasformatori ad elevatissima tensione.

Presidente: E' meglio che lei rivolga una lettera al Comitato per ulteriori delucidazioni.

Mi dispiace non ci sia l'Ing. Schipani per riferire sulla sua memoria. Io credo che allora possiamo chiudere le discussioni con una esposizione riassuntiva delle memorie e le relative discussioni e mi accingo molto brevemente a riassumere le risultanze dei lavori che abbiamo fatto nelle tornate di giovedì, venerdì e sabato.

Ringrazio tutti i relatori che hanno inquadrato le varie questioni ed hanno permesso di condurre la discussione molto elevatamente e molto ordinatamente.

Il primo giorno abbiamo trattato della conversione di frequenza, e abbiamo avuto le comunicazioni degli Ingg. Sarli, Pellizzari, e Soleri sulle questioni relative alla conversione di frequenza.

Soleri ha poi parlato della conversione che riguarda in generale la elettrificazione delle Ferrovie. Devo essere molto grato agli amici Ingegneri delle FF. SS. che ci hanno portato degli elementi preziosi ricavati dall'esercizio delle reti italiane e ci hanno fatto avere un criterio molto esatto dello stato attuale della questione. Esprimo il voto che l'elettrificazione diventi presto un fatto compiuto, perchè noi ne abbiamo assolutamente bisogno, anche per dare una adeguata utilizzazione ai nostri impianti idroelettrici.

La seconda parte riguarda le conversioni industriali di corrente alternata in continua. Abbiamo avuto le relazioni degli Ingegneri Guido e Marco Semenza, poi quella dell'Ing. Napoli, a proposito delle grandi commutatrici e dell'Ing. Cohen con dati tanto preziosi a proposito del convertitore a mercurio, che ormai serve come apparecchio industriale. E' stata tenuta in seguito la bellissima comunicazione

del Prof. Lombardi sul «Trasverter». Egli ha portato qui i risultati di suoi studi particolari e ci ha dato informazioni che rappresentano un vero premio per la nostra Associazione, perchè esse non sono ancora note in nessuna Associazione tecnica, quindi noi gli dobbiamo uno speciale ringraziamento anche perchè egli ha portato qui un apparecchio funzionante.

Sulla parte terza «conversione a scopo speciale» vi sono state comunicazioni importanti dei colleghi Ingegneri Pugno-Vanoni, Paris e Schipani. Essi hanno presentato le loro memorie con nitida esposizione, e soddisfacentissima poi è stata la relazione del collega Vallauri che ci ha intrattenuti con brillante parola per circa un'ora di una lezione magnifica.

Della seconda sezione, abbiamo nella parte prima una interessantissima comunicazione del collega Cenzato, Direttore generale della Società Meridionale di Eletticità, che è stata straordinariamente apprezzata da tutti i tecnici degli impianti e degli esercizi perchè contiene i risultati della sua esperienza e delle sue doti di tecnico non solo, ma di tutte le persone a cui questo servizio egli ha affidato. Il servizio egli lo ha affidato a valentissimi ingegneri giovani, i quali, come già si è visto dalle presentate comunicazioni, promettono molto: ci auguriamo che in una prossima riunione essi presentino ancora i risultati dei loro studi e noi possiamo così di nuovo ringraziarli e lodarli.

Nella parte seconda della seconda sezione «apparecchi e dispositivi contro le sovracorrenti», abbiamo avuto una comunicazione importantissima del Prof. Barbagelata, il quale si occupa da molto tempo di questi impianti, perchè egli intravede che questi apparecchi possono essere i soli dai quali si può sperare in futuro un funzionamento più regolare nei riguardi degli impianti elettrici.

La pubblicazione di questa memoria è stata fatta poco tempo prima del giorno del Congresso e quindi i colleghi non hanno avuto il tempo di studiarla e di interessarsi, diversamente essi avrebbero un cumulo di osservazioni da fare, ciò che dimostra che le memorie per l'avvenire debbono essere pubblicate almeno due o tre mesi prima del Congresso, affinché tutti i partecipanti possano con loro comodo interessarsi e studiarne i particolari.

Alla sua comunicazione il Prof. Barbagelata ha aggiunto qualche cosa riguardo al selettore Modigliani. Purtroppo essendo assente il Modigliani come pure il Lampis, le loro memorie non hanno avuto discussioni soddisfacenti, e quindi sarebbe il caso che queste discussioni fossero riprese nel prossimo anno. Bisogna però predisporre le cose in modo diverso per avere un'animaia discussione. A questo riguardo, noi procureremo che tutte le memorie siano pubblicate tre o quattro mesi prima per dare la possibilità a tutti coloro che possono portare un contributo efficace, di farlo e di portare i risultati d'esercizio.

La parte terza «Sovratensioni» ha avuto una comunicazione che è stata qualche cosa di più di una semplice comunicazione. L'Ing. Rebori con la «La osservazione dei fenomeni che minacciano gli impianti-lettrici», ci ha mostrato come deve essere studiato il fenomeno degli inconvenienti che si succedono sugli impianti delle sottostazioni elettriche.

Io do rilievo all'importantissimo lavoro che egli ha prodotto al nostro convegno; perchè esso certamente avrà lunga eco, perchè indubbiamente costituirà una base a un lungo lavoro di tutti i tecnici.

Dalle discussioni fatte a questo riguardo è risultato qualche controversia sugli scaricatori: chi vuole un apparecchio, chi ne vuole un altro; alcuni dicono che questi apparecchi vanno bene, altri dicono vanno male, quindi non c'è una cosa precisa, e allora la nostra Associazione deve interessarsi di questo argomento per ottenerne dei risultati più precisi e incontrovertibili, affinché tutti i nostri impianti siano chiariti nei loro più piccoli dettagli e in particolare ciò che concerne l'isolamento. E' il caso quindi di riprendere la discussione il prossimo anno (approvazione).

La comunicazione relativa alla continuità di servizio fatta dall'Ing. Cenzato si riconnette con la comunicazione sulla messa in parallelo ad alta tensione che avremo occasione di esaminare nella visita offerta dalla Meridionale.

Ecco così riassunto il risultato dei nostri lavori, molto superficialmente, ed io credo che la nostra Associazione possa esserne contenta. Chiudo questa parte del Congresso e passo all'Assemblea generale ringraziando nuovamente tutti coloro i quali hanno contribuito al risultato del Congresso stesso ed in particolare tutti i Relatori.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI FIRENZE

Si porta a conoscenza che il Consiglio di questa Sezione nella seduta del 9 marzo u. s.:

considerato che la nostra Sezione ha raggiunto il numero di 200 soci;

considerato che lo Statuto generale all'art. 13 prescrive che le Sezioni debbono eleggere un Consigliere rappresentante la Sezione al Consiglio Generale ogni 50 soci;

considerato inoltre che attualmente la nostra Sezione ha eletto soltanto 3 Consiglieri per il Consiglio Generale e che si deve procedere sempre a norma dell'art. 13) alla rinnovazione di metà di questi;

delibera di procedere per l'anno in corso al sorteggio di un solo Consigliere ed alla elezione di due.

Procedutosi alla estrazione, la sorte ha designato come Consigliere uscente l'Ing. Pio Venturini che pertanto resta decaduto dalla carica.

L'assemblea dei soci riunitasi la sera del 30 marzo ha eletto a Consiglieri rappresentanti la Sezione al Consiglio Generale i soci: *Elena Ing. Sebastiano — Mondolfi Ing. Alberto* ai quali pertanto devono essere inviati gli inviti di convocazione relativi alla loro carica.

*

SEZIONE DI GENOVA

Visita alla Stazione radiotelegrafica della Soc. Italo Radio al Castellaccio.

Domenica mattina 14 marzo ebbe luogo la visita alla Stazione Radiotelegrafica costiera del Castellaccio della Società Italo Radio la quale con squisita gentilezza ha soddisfatto il desiderio dei nostri Soci.

Per questo sentiamo il gradito dovere di porgere all'Italo Radio ed in special modo al Marchese Ing. Pallavicino, Direttore del Centro di Genova ed al Conte Comm. Alberti i nostri sentiti ringraziamenti: essi vollero che l'Italo Radio ospitasse i nostri soci in maniera veramente gentile e ad onor del vero raggiunsero lo scopo.

La stazione del Castellaccio è collegata telegraficamente all'Ufficio Telegrafico di Genova per l'inoltro dei radiotelegrammi ricevuti dalle navi e per la trasmissione di quelli alle navi stesse destinati.

Essa disimpegna il servizio con onde di 600 e 2400 metri di lunghezza con una portata variabile dalle 500 alle 1000 miglia.

L'aereo sostenuto da due antenne alte 40 metri è costituito da due aerei quadrifilari che a seconda della lunghezza d'onda usata vengono collegati in serie od in parallelo.

Data l'importanza di questa stazione destinata ad avere una sempre maggiore importanza nel servizio delle comunicazioni rapide (anche economiche); rapidità di comunicazioni che col crescendo continuo della vita industriale di Genova se ne sente viepiù il bisogno, l'Italo Radio l'ha equipaggiata in modo da poter sempre assolvere il suo compito senza interruzioni e ben lo sanno coloro che si diletano in radio audizioni quanti radiotelegrammi trasmette!!!

Infatti è munita di tre stazioni trasmettenti Marconi: due a scintilla rispettivamente da 1,5 e 5 kW ed una a valvole ad onde continue da 1,5 kW. Per la ricezione invece: due ricevitori Marconi uno a tre valvole R 105 per ricezioni con onde da 600 a 20.000 metri e l'altro a due valvole per onde sino a 5000 metri di lunghezza.

L'energia elettrica necessaria per le trasmissioni viene fornita dalla rete industriale trifase convertita in corrente continua a 120 volt mediante convertitore da 4 kW oppure, e come riserva: o da una batteria di accumulatori della capacità di 1200 Ah a 120 volt la carica della quale viene effettuata mediante un gruppo formato da una dinamo da 25 kW azionata da un motore Diesel da 40 HP, o da una dinamo a 120 volt comandata da motore Langen Wolf da 6 HP.

L'Italo Radio si è preoccupata di assicurare un servizio continuo specialmente nei riguardi delle radiocomunicazioni con i paesi del mondo intero ed il servizio è organizzato in modo da permettere, in circa mezz'ora, il recapito dei radiotelegrammi; perciò i radiotelegrammi diretti ad altre stazioni vengono trasmessi a quella di Coltano per la grande trasmissione.

Inutile dire che tutte le delucidazioni vennero fornite molto gentilmente dall'Ing. Pallavicino con chiara parlata. Egli con alate parole diede il benvenuto ai gitanti dicendosi onorato della visita dei soci dell'A. E. I e fu meritevolmente applauditissimo. Pure applaudito parlò il Consigliere Gatto che porse il ringraziamento della nostra Sezione.

Le ore 12 costrinsero i visitatori a ritornare ai domestici lari spiacenti di non poter rimanere ancora lassù per chiedere molte cose ancora ed ammirare la bella Genova contornata da un cielo splendidamente azzurro.

Poesia a mezzogiorno?

L'Italo Radio aveva provveduto egregiamente per smorzare lo stimolo dell'aria fine offrendo a profusione e molto signorilmente panini imbottiti e vermouth.

*

SEZIONE DI PALERMO

Adunanza del 6 marzo 1926.

Ordine del Giorno di convocazione:

- 1) Discussione e approvazione del Bilancio consuntivo 1925 e del Bilancio preventivo 1926;
- 2) Variazioni soci;
- 3) Nomina di due Consiglieri delegati alla Sede Centrale e di due Consiglieri della Sezione;
- 4) Comunicazioni varie della Presidenza.

Sono presenti i soci: Ing. Comm. Lo Presti, Prof. Arena, Prof. Dina, Ing. Amoretti, Prof. Allara, Ing. Cecconi, Ing. Todaro, Ing. Vac-

caro Giacomo, Ing. Bernasconi, Ing. Enghel, Ing. Urso, Ing. Dolce, Ing. Marino, Sig. Fardello, Bar. Tomasini, Ing. Raverta, Ing. Folco, Ing. Giammona, Ing. Casella, Ing. Mancuso, Ing. Bergmann.

Il Presidente, Ing. Lo Presti, dichiarata aperta la seduta, sottopone alla assemblea il bilancio consuntivo dell'anno 1925.

L'assemblea dopo breve discussione lo approva.

Viene posto quindi in discussione l'aumento delle quote sociali in conformità degli aumenti stabiliti dalla Sede Centrale ai contributi delle Sezioni.

Le quote vengono così fissate: soci non residenti L. 55; soci residenti L. 60; soci collettivi L. 175.

Dopo di che, messo ai voti il bilancio preventivo 1926, resta approvato all'unanimità.

Il Presidente commemora quindi con sincero cordoglio il consocio Ing. Luigi Saso strappato all'affetto dei suoi famigliari e alla considerazione dei suoi colleghi da morte prematura.

Si passa quindi alla elezione di due Consiglieri delegati al Consiglio Generale, in sostituzione degli scaduti Prof. La Rosa e Prof. Buttafarri.

Vengono eletti il Prof. Allara Ing. Giacomo e l'Ing. Edoardo Senn.

Avendo poi la Sezione diritto per il numero dei suoi soci, a sei Consiglieri si procede alla elezione di due Consiglieri. Vengono eletti l'Ing. Vaccaro Giacomo e il Cav. Uff. Ignazio Dolce.

Il Presidente si compiace della scelta fatta dall'assemblea e quindi dà la parola al Prof. Dina il quale riassume una dotta comunicazione che viene vivamente applaudita.

Il Presidente dopo avere espresse le più vive congratulazioni al Chiarissimo Prof. Dina si dice lieto di poter annunziare altre prossime comunicazioni da parte di altri soci della Sezione.

Dopo di che dichiara chiusa la seduta.

CONTO CONSUNTIVO ESERCIZIO 1925

Attivo:

Resto in Cassa del 1924	L. 3.564,44
Quota N. 121 soci residenti a	L. 50 » 6.050,—
» » 20 » non residenti a	» 45 » 900,—
» » 13 » collettivi a	» 100 » 1.300,—
» » 1 » collettivi 1924 a	» 100 » 100,—
» » 2 » residenti 1924 a	» 110 » 110,—
Interessi attivi su depositi	» 153,10

Totale L. 12.177,54

Passivo:

Sede Centrale a saldo di L. 6985 del 1925	L. 5.975,—
Diritti esazione, bolli, posta di cassa	» 226,—
Stampa, inviti, e posta di Segreteria	» 218,15
Spese porto assegnato annuari 1925	» 126,05
Spese porto assegnato annuari 1926	» 72,95
Affitto Sede Sociale	» 2.000,—
Contributo impianti Sede Sociale	» 302,95

Totale L. 8.921,10

Resto di Cassa che si porta all'esercizio 1926 L. 3.256,44

L. 12.177,54

BILANCIO PREVENTIVO 1926

Attivo:

Resto attivo al 31 dicembre 1925	L. 3.256,44
N. 114 soci individuali residenti a L. 60	» 6.840,—
» 24 » individuali non residenti a » 55	» 1.320,—
» 12 » collettivi a » 175	» 2.100,—
Presunto aumento soci residenti 2 a » 60	» 120,—
» » » non residenti 2 a » 55	» 110,—
Interessi attivi su depositi	» 140,—

Totale L. 13.886,44

Passivo:

Sede Centrale 142 soci individuali a L. 45	L. 6.398,—
» » 12 soci collettivi a » 120	» 1.440,—
Diritti esazioni, bolli, quietanze	» 300,—
Segreteria, posta, stampa, inviti	» 300,—
Contributo fitto locali Sede Sociale	» 1.600,—
Pulizia e custodia locali Sede	» 365,—
Imprevisti e diversi	» 183,44

Totale L. 10.586,44

Presunto saldo attivo L. 3.300,—

L. 13.886,44

PROGRAMMA DELLA VISITA AGLI IMPIANTI ELETTRICI IN FRANCIA

per gentile invito della *Société Française des Elctriciens*

7-20 Giugno 1926

Lunedì 7 giugno

Ore 9,40. — Arrivo a Modane con il diretto da Torino.
Partenza in treno per Saint Jean de Maurienne.
Visita al forno elettrotermico a 100.000 A. di Montricher.
Colazione offerta dal Gruppo del Sud-Est.
Partenza in treno per Chambéry.
Visita agli impianti d'elettificazione della Compagnia P. L. M.
Partenza in treno per Aix les Bains.
Pranzo ad Aix les Bains offerto dal Gruppo del Sud-Est.
Pernottamento ad Aix.

Martedì 8 giugno

Partenza in automobile (offerto dal Gruppo Sud-Est) per Génissiat.
Visita alla Centrale de Pougny-chancy.
Colazione offerta dal Gruppo del Sud-Est.
Visita alla cabina del Fier.
Pranzo offerto dal Gruppo del Sud-Est.
Arrivo a Culoz.
Partenza in treno per Lione.
Pernottamento a Lione.

Mercoledì 9 giugno

Visita a Lione e dintorni.
Pranzo }
Trasporto } offerti dal Gruppo Sud-Est della S. F. E.
Colazione }
Pernottamento a Lione.

Giovedì 10 giugno

Ore 11. — Partenza da Lione - Perrache.
Colazione in vagone ristorante.
Ore 19. — Arrivo a Parigi.
Pranzo a Parigi.
Pernottamento a Parigi.

Venerdì 11 giugno

Visita alla Centrale di Gennevilliers (trasporto offerto).
Colazione offerta dall'« Union d'Electricité ».
Visita alla Centrale di Saint Ouen (trasporto offerto dalla « Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité »).
Ritorno a Parigi (trasporto offerto).
Ore 16,30. — Seduta alla S. F. E. Conferenza con proiezioni sugli impianti della « Compagnie des Chemins de fer de Paris » o Orléans e della « Compagnie du Midi », che saranno visitati nell'ultimo periodo del viaggio.
Pranzo offerto dalla S. F. E.
Pernottamento a Parigi.

Sabato 12 giugno

Visita alle sottostazioni della « Compagnie Parisienne de distribution d'Electricité ».
Colazione offerta dalla « Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité (C.P.D.E.) ».
Visita alla Centrale di Vitry.
Visita agli impianti della Ferrovia Metropolitana.
Visita all'Hotel de Ville.
Visita all'Hotel de Ville.
Pranzo a Parigi.
Pernottamento a Parigi.

Domenica 13 giugno

Partenza in automobile (offerto dalla « Compagnie d'Orleans »).
Visita alla cabina di Chevilly.
Visita alle sottostazioni del « Quai de la Gare » di Parigi.
Colazione offerta dalla « Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orleans ».
Ore 14,30. — Partenza per Aubrais (trasporto offerto).
Ore 15,30. — Visita della cabina ad altissima tensione di Chaingy ed alle linee ad alta tensione della Valle della Loira.
Pranzo ad Orleans.
Pernottamento ad Orleans.

Lunedì 14 giugno

Ore 6,15. — Partenza da Orleans con treno speciale per Eguzon.
Visita della cabina ad altissima tensione d'Eguzon.
Escursione in automobile nella Valle della Creuse (offerto dalla « Compagnie des Chemins de fer de Paris à Orleans »).
Colazione a Crozan offerta dalla « Compagnie Hydro-Electrique ».
Partenza in treno speciale per Bordeaux.
Pranzo in vagone ristorante.
Pernottamento a Bordeaux.

Martedì 15 giugno

Escursione in automobile ai vigneti di Santemais (trasporto offerto dal Gruppo Sud-Ovest della S. F. E.).
Colazione offerta dal Gruppo Sud-Ovest della S. F. E.
Pranzo } a Bordeaux.
Pernottamento }

Mercoledì 16 giugno

Visita a Bordeaux.
Colazione a Bordeaux.
Ore 13,17. — Partenza da Bordeaux (trasporto offerto dalla « Compagnie du Chemin de fer du Midi »).
Ore 15,44. — Arrivo a Dax.
Visita alla cabina a 150.000 V.
Ore 18. — Partenza con treno speciale.
Ore 19,30. — Arrivo a Pau.
Pranzo } a Pau.
Pernottamento }

Giovedì 17 giugno --

Ore 8. — Partenza da Pau (trasporto in automobile offerto dalla Compagnie du Midi).
Visita alla Officina di Haraut ed ai lavori della Val d'Ossau.
Visita alle Officine della Val d'Arpe.
Colazione.
Ritorno a Pau.
Pranzo } a Pau.
Pernottamento }

Venerdì 18 giugno

Ore 7,30. — Visita alla sottostazione elettrica di Pau.
Ore 8. — Partenza con treno speciale da Pau (trasporto offerto dalla « Compagnie du Midi »).
Visita alla sottostazione elettrica di Coarraz.
Arrivo a Pierrefitte.
Visita alla stazione a 60.000 V di Gavarnie.
Colazione a Pierrefitte o a Saint Sauveur (offerta dalla Società di Gavarnie).
Arrivo a Lourdes.
Pranzo } a Lourdes.
Pernottamento }

Sabato 19 giugno

Ore 8,25. — Partenza da Lourdes (trasporto offerto dalla « Compagnie du Midi »).
Ore 8,45. — Arrivo a Tarbes.
Visita alle Officine di « Constructions Electriques de France ».
Colazione a Tarbes.
Ore 14,30. — Partenza da Tarbes (trasporto offerto dalla « Compagnie du Midi »).
Ore 15,50. — Arrivo ad Arreau.
Visita in automobile alla Val d'Aure, Eget et Saint Lary (trasporto offerto dalla « Compagnie du Midi »).
Col de Peyresourde.
Arrivo a Luchon.
Pranzo } a Luchon.
Pernottamento }

Domenica 20 giugno

Ore 10. — Partenza da Luchon (trasporto offerto dalla « Compagnie du Midi »).
Colazione a Superbagnères (offerta dalla « Compagnie du Midi »).
Ore 16,30. — Partenza da Superbagnères.
Ore 20,40. — Arrivo a Tolosa.
Partenza per Modane.

*

Prezzo del viaggio da Modane a Modane per almeno 50 iscritti, comprendente: posti di prima classe, alloggio, pasti non indicati espressamente come offerti, Franchi 1700, da versare entro il 30 corrente aprile alla Sede Centrale, al cambio del giorno.

E' particolarmente desiderato l'intervento delle Signore dei partecipanti al viaggio.

NB. importante

Le schede di adesione vanno subito mandate alla Sede Centrale. Perchè sia valida l'adesione, la scheda deve essere accompagnata dal versamento di L. 200 — quota d'iscrizione impegnativa e non restituibile in caso di mancata partecipazione al viaggio. Essa verrà computata a deduzione della quota totale di Fr. 1700 (valuta al cambio del giorno) da completare entro il 30 corrente.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Geometria ed elettrotecnica.

Si può essere scettici sull'utilità pratica di molti dei cosiddetti diagrammi circolari introdotti nello studio delle macchine elettriche; si può anzi essere convinti che, per molte valutazioni quantitative, essi non possono assolutamente competere con gli ordinari, più semplici e più intuitivi procedimenti analitici; ma nessuno vorrà disconoscerne la grande importanza per lo studio, dal punto di vista qualitativo, del comportamento delle macchine stesse, e loro indiscutibile utilità per la soluzione di taluni determinati problemi. Nessun altro procedimento *pratico* è stato per es. finora inventato per calcolare l'andamento del fattore di potenza dei motori ad induzione. E' innegabile, d'altronde, che l'uso di tali diagrammi è assai diffuso. Ma è pure certo che, nonostante questa diffusione, ben pochi si rendono conto del meccanismo intimo dei procedimenti grafici, applicati il più delle volte del tutto materialmente e considerati spesso come ingegnosi artifici inventati per casi del tutto particolari. Già anni sono, pubblicando uno scritto dell'Ing. Barberis ⁽¹⁾ notavamo come moltissimi tecnici siano rimasti alle primitive ed imperfette forme di diagrammi circolari, anche dopo che, ad opera dell'Arnold, ne venne dimostrata la razionalità ed indicata la più perfetta forma d'applicazione. Ma anche nella magistrale opera dell'Arnold manca — o è troppo sommaria — la visione della generalità del procedimento, la dimostrazione della sua diretta derivazione da procedimenti geometrici più elementari. Era pertanto assai opportuno che qualche valente matematico, che fosse in pari tempo altrettanto valente elettrotecnico, affrontasse nuovamente il problema e ci mostrasse nel modo più generale come si possano interpretare geometricamente tutte le operazioni analitiche del calcolo vettoriale e come si possano per conseguenza impostare razionalmente, senza tentennamenti, diagrammi — circolari o no — relativi al funzionamento dei più complessi sistemi elettromagnetici.

Questo utilissimo lavoro è stato felicemente compiuto dal Collega Dott. Ing. C. RIMINI nelle comunicazioni tenute qualche mese addietro a Bologna e poi ripetute a Firenze ed a Milano. Il lavoro era stato dapprima pensato e svolto da un matematico per dei matematici, ma il Dott. Rimini, ha molto cortesemente consentito ad ampliarlo introducendo tutte quelle premesse e richiamando tutte quelle nozioni di geometria superiore che la gran maggior parte degli ingegneri hanno dal più al meno dimenticate. Così lo scritto — di cui iniziamo oggi la pubblicazione — ha assunto l'ampiezza di una monografia e dovrà essere suddiviso in varie puntate; ma interesserà senza dubbio un numero assai maggiore di lettori. Certamente tutti coloro che assisteranno alle comunicazioni del Rimini saranno lieti di poter ritornare con maggior calma e ponderazione, leggendo, su tutte le interessantissime applicazioni dei procedimenti generali che, nella necessariamente rapida esposizione, l'autore non poté che adombrare.

Formule di elettromagnetismo.

L'esperienza professionale dimostra che di giorno in giorno è sempre più necessario possedere un largo repertorio di formule, comode per la calcolazione numerica, che risolvano quei problemi (sia pure particolari), che possono presentarsi all'elet-

trotecnico nelle applicazioni pratiche. Il Dott. G. POLVANI, nella nota che oggi pubblichiamo, ci fornisce una di queste formule.

E' noto, che la determinazione del campo magnetico, prodotto da una corrente elettrica, è spesso assai laboriosa e difficile anche nei casi in cui il circuito della corrente è geometricamente semplice. Quando ad es. esso ha forma circolare, è agevole determinare il valore del campo lungo l'asse del cerchio; ma fuori di questa retta il calcolo si complica subito notevolmente. Il Maxwell e molti altri autori hanno dato, con sviluppi in serie o con integrali ellittici di terza specie, l'espressione dell'angolo solido, sotto il quale è visto un cerchio da un punto qualsiasi dello spazio, e ciò equivale, come si sa, a dare la funzione potenziale del campo. Benchè questi calcoli abbiano grandissima importanza teorica, non sono sempre comodi per le applicazioni numeriche.

Il Polvani, con un calcolo non complicato, che si può anzi dire elementare, perchè non esige che la conoscenza della definizione degli integrali ellittici completi di prima e seconda specie, ci dà una formula semplice, facilmente ricordabile, per calcolare l'intensità del campo magnetico prodotto da una corrente di forma circolare nei punti del piano della corrente stessa.

Caso particolare anche questo, certo; ma suscettibile di trovare applicazione in parecchi problemi che la tecnica ci presenta, e di offrirci per essi una soluzione senza confronto più agevole di quelle finora note; tanto più se si tien conto che l'A. ha avuto cura di corredare la sua nota di una tabella degli integrali ellittici completi di prima e seconda specie, occorrenti per l'applicazione numerica della sua formula.

Accumulazione termica dell'energia.

Nella lunga storia del problema dell'accumulazione dell'energia — la cui soluzione radicale e completa, se mai sarà dato agli uomini di conseguirla, segnerà certo un'era nuova per la tecnica — ritorna da qualche anno a svilupparsi l'accumulazione per via termica. Il procedimento — che consiste elementarmente nell'accumulare calore nell'acqua sotto pressione — era noto da tempo; ma solo in questi ultimi anni è stato ripreso ed ha incominciato ad avere applicazioni numerose, soprattutto all'estero, in conseguenza della più esatta impostazione del problema economico costruttivo dell'accumulatore e della elegante soluzione data ai problemi relativi alla regolazione. Anche in Italia già si contano alcuni notevoli impianti del genere e riuscirà perciò gradito ai lettori lo scritto riassuntivo, che oggi pubblichiamo, dell'Ing. BERTSCHINGER.

E' la prima volta, nella vita del nostro giornale, che ci troviamo nella dolorosa circostanza di una pubblicazione postuma. Mentre lo scritto era in composizione il giovane Autore cadeva in pochi giorni colpito da grave, inesorabile male.

Nato 27 anni or sono a Basilea, laureato a Zurigo, l'Ing. Bertschinger era venuto da circa un paio d'anni in Italia e si era subito affezionato al nostro Paese, di cui aveva appreso con grande facilità la lingua. Dotato di solida e vasta cultura tecnica — quale certo non appare dal semplice scritto odierno di carattere espositivo — era un appassionato della sua professione, e la sua immatura fine non può che essere profondamente deplorata da quanti, come noi, poterono conoscerlo e stimarlo.

(¹) Questo giornale, 1920, pag. 38.

□ FONDAMENTI DI GEOMETRIA APPLICATA ALLE CORRENTI ALTERNATIVE

G. RIMINI



Comunicazione tenuta alle Sezioni di Bologna,
Firenze, Milano

La rappresentazione delle grandezze alternative mediante numeri complessi, che costituisce il cardine del cosiddetto metodo simbolico, fin dal suo nascere venne condannata ad un inspiegabile ostracismo; forse quell'appellativo « simbolico » lasciava nell'animo degli studiosi la impressione di allontanamento dalla realtà fisica. Impressioni fallaci senza dubbio, perchè trattasi di un metodo d'indagine estremamente potente e fecondo, il quale anzi, saggiamente adoperato, conferisce alle relazioni un aspetto molto semplice ed assai più intuitivo di quello che non si possa ottenere per altra via, in quanto permette di vedere istante per istante, con una lucidità senza pari, il significato fisico delle relazioni stesse. Queste, spogliate del pesante ed ingombrante fardello trigonometrico, acquistano una agilità ed una semplicità notevoli, cui si accompagna, naturalmente, una vera e propria economia mentale. E' infatti soltanto alla fine dei suoi calcoli, e per quella parte che strettamente gli occorre, che lo studioso si trova a tradurre i risultati secondo l'algoritmo ordinario.

Uno dei cospicui vantaggi del metodo simbolico consiste poi nel rendere l'intima ragione delle immagini geometriche che tanto giovano nello studio dei fenomeni attinenti alle correnti alternative. Tali applicazioni della geometria costituiscono di per sé stesse un vastissimo campo nel quale molto, e assai sagacemente invero, è stato mietuto dagli Elettrotecnici. In questa Monografia precisamente mi propongo di ordinare il relativo copiosissimo materiale, coordinandolo in guisa da mettere in luce i numerosi e notevoli nessi che legano la Geometria alla Elettrotecnica. Per apprezzare questi legami e al tempo stesso procurarsi una sicura guida per ulteriori indagini sull'argomento, è necessario, naturalmente, avere bene presenti certe nozioni di Geometria alcune delle quali sono forse poco note ai Tecnici — e perciò riceveranno qui congruo sviluppo — e la cui conoscenza sola permette, a nostro avviso, di orientarsi opportunamente in questo interessante Capitolo dell'Elettrotecnica. E chi avrà la pazienza di leggere queste pagine, si accorgerà che la Geometria può dare alla Elettrotecnica un ausilio ben superiore a quello che a prima vista si potrebbe pensare.

Per facilitare la lettura di questo scritto a coloro che avessero perduto la necessaria dimestichezza con quelle nozioni fondamentali di Geometria che più frequentemente ricorrono nel seguito, si è creduto opportuno richiamarle brevemente in un primo Capitolo introduttivo.

Questo modesto lavoro, che trae la sua ispirazione a quelle vedute che, fin da circa venti anni or sono, l'Illustre Prof. Donati, quasi antiveggendone la somma importanza, propugnava tenacemente nella Scuola e nella Accademia, vuole essere a Lui dedicato, quale deferente ed affettuoso omaggio del devoto Allievo.

I. - RICHIAMI DI GEOMETRIA.

1. - Forme di prima specie. - Proiettività.

In geometria proiettiva si definiscono le seguenti forme fondamentali di prima specie:

- 1) la *punteggiata*, che è l'insieme dei punti appartenenti ad una retta, detta sostegno della punteggiata;
- 2) il *fascio di raggi*, che è l'insieme delle rette giacenti in un piano e passanti per un punto, detto centro del fascio;
- 3) il *fascio di piani*, che è l'insieme dei piani passanti per una retta, che prende il nome di asse del fascio.

Caratteristica fondamentale delle forme di prima specie è che due qualunque di esse sono sempre riferibili fra di loro, cioè è possibile — ed in infiniti modi — assegnare una legge di corrispondenza fra gli elementi dell'una e gli elementi dell'altra, tale che mentre il primo elemento percorre la rispettiva forma, il suo corrispondente percorra l'altra, occupando ogni posizione una sol volta, ed esaurendo tutta la forma. Tali corrispondenze si prestano ad essere invertite, nel senso che, as-

segnato l'elemento della seconda forma, esiste ed è unico il corrispondente della prima. Per questa ragione esse si denominano *biunivoche*.

Talvolta invece avviene che la biunivocità si presenta soltanto in generale, con che si vuol significare che esistono taluni elementi (eccezionali) per i quali la biunivocità cessa. Ed in seguito anzi ci capiterà di incontrare corrispondenze di tale natura. Ma quando non avvertiremo espressamente il contrario, intenderemo che la biunivocità abbia luogo senza eccezione.

Fra le corrispondenze biunivoche hanno grande importanza quelle che nascono associando gli elementi di due forme secondo la legge determinata dall'appartenenza. Per esempio per una punteggiata r ed un fascio di centro O complanare con la

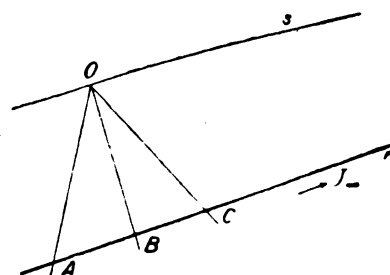


Fig. 1.

retta r , ciò si realizza (fig. 1) facendo corrispondere ai punti $A, B, C, \dots$ di r i raggi $OA, OB, OC, \dots$ del fascio O . Ed è facile verificare che tale riferimento è biunivoco senza eccezione, se la r non passa per O .

Se invece la r passa per O , al punto O di r corrispondono tutti i raggi del fascio, mentre a tutti gli altri punti corrisponde il solo raggio r , e le eccezionalità del punto O e del raggio r sono tali che non si può più parlare di biunivocità.

Escluso questo caso, la corrispondenza è biunivoca e lo è senza eccezione, se si conviene che al raggio s del fascio O che è parallelo ad r corrisponda su r il punto *improprio*, o punto all'infinito della retta r .

In modo analogo si definisce la retta impropria di un piano, che è poi il luogo di tutti i punti all'infinito delle rette del piano stesso.

Le corrispondenze determinate in due forme eteronime dalla legge d'appartenenza, o in due forme omonime dalla legge d'appartenenza ad una medesima terza forma (per esempio fra due fasci di raggi quando si chiamino corrispondenti due raggi

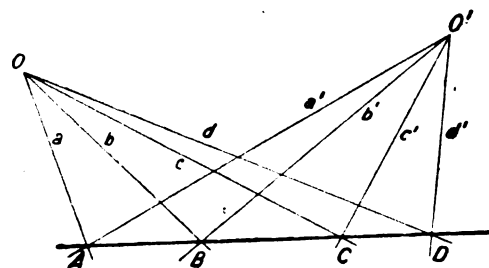


Fig. 2.

a ed a' (fig. 2) che contengono un medesimo punto A , variabile, di una punteggiata r , si chiamano corrispondenze *prospettive*. E si chiamano poi *proiettive* od *omografiche* quelle che hanno luogo fra due forme, quando esse sono deducibili l'una dall'altra mediante un numero finito di forme intermedie, tali che il riferimento fra due consecutive sia prospettivo, o, come si suol dire, quando le due forme sono deducibili l'una dall'altra mediante successive proiezioni e sezioni. *Proiezione* è l'operazione mediante la quale da una punteggiata r , dato un punto O fuori di essa, si costruisce il fascio di centro O ad essa prospettivo, oppure mediante la quale da un fascio di raggi di centro O , dato un punto O' esterno al suo piano, si deduce il fascio di piani di asse OO' ecc.; *sezione* è l'operazione inversa della proiezione.

Due coppie di punti AB, CD su una retta si dice che costituiscono un gruppo armonico quando i punti C e D dividono internamente ed esternamente il segmento AB secondo lo stesso rapporto, nel qual caso ciò avviene anche per i punti A e B rispetto al segmento CD . Analogamente si definisce gruppo armonico di raggi di un fascio (o piani di un fascio) a, b, c, d , quando questi siano così disposti che risultino uguali e di segno

contrario i rapporti $\text{sen}(ac) : \text{sen}(bc)$ e $\text{sen}(ad) : (bd)$. Si dimostra che qualunque gruppo armonico attraverso proiezioni e sezioni si trasforma in un nuovo gruppo armonico, per modo che:

Se due forme sono proiettive, a quattro elementi armonici dell'una corrispondono quattro elementi armonici dell'altra.

E inversamente:

Se una corrispondenza fra due forme è tale che a quattro elementi armonici qualunque dell'una corrispondano quattro elementi dell'altra pure armonici, essa è una proiettività.

Il gruppo armonico A, B, C, D di punti gode delle seguenti proprietà metriche importantissime:

Se M è il punto medio del segmento AB si ha:

$$MC \cdot MD = MA^2$$

e se N è il punto medio di CD si ha pure:

$$NA \cdot NB = NC^2$$

che si possono utilizzare per costruire D , noti A, B, C .

Se C è il punto medio di AB , il punto D è all'infinito e viceversa.

In geometria proiettiva si dimostra che una proiettività è determinata quando siano date tre coppie di elementi omologhi. Ciò vuol dire che, in tali condizioni, si può costruire l'omologo di ogni altro elemento della prima forma e il risultato della operazione è *unico*, cioè l'operazione è *lineare*.

Due forme proiettive possono anche essere sovrapposte, avere cioè lo stesso sostegno, ad esempio: due punteggiate sulla stessa retta, due fasci di raggi complanari e concentrici. Esse realizzano allora una corrispondenza fra gli elementi della forma e gli elementi stessi, cioè una trasformazione della forma in sè stessa. In questo caso può avvenire che un elemento coincida col suo omologo, ed allora esso dicesi *unito*. Può anche darsi che ogni elemento coincida col suo omologo, nel qual caso la proiettività dicesi *identica* o *identità*. Gli elementi uniti di una proiettività non identica fra forme sovrapposte non possono essere più di due: infatti, se fossero uniti tre elementi, lo sarebbero tutti, perchè essa, avendo a comune con l'identità tre coppie, coinciderebbe con essa.

Ed effettivamente si danno proiettività con due elementi uniti (iperboliche), altre con uno solo (paraboliche), altre con nessuno (ellittiche).

Il problema della determinazione degli elementi uniti è un problema di secondo grado, nome che in generale si dà a tutti quei problemi che, come quello della risoluzione d'una equazione di secondo grado, hanno non più di due soluzioni, e che se ne hanno tre, ne hanno infinite.

In una proiettività fra forme sovrapposte occorre in generale distinguere le due forme, per modo che ogni elemento ha due omologhi, secondo che lo si considera appartenente all'una o all'altra forma. Se avviene che i due omologhi di un determinato elemento coincidono, ciò avviene per ogni altro; la corrispondenza ha dunque allora carattere simmetrico: la si denomina *involutione*. In una involuzione si può prescindere dalle due forme sovrapposte e parlare di coppie di elementi della (unica) forma. Se esistono due elementi uniti (caso iperbolico) si dimostra che essi sono sempre distinti (cioè il caso parabolico non può presentarsi) e che formano gruppo armonico con gli elementi di una qualunque coppia; e l'involutione stessa consiste nelle coppie di elementi costituenti gruppo armonico con gli elementi uniti, ed è da questi determinata. Se elementi uniti non esistono, (caso ellittico), la involuzione stessa si dice che definisce una coppia di elementi *immaginari coniugati* della forma. La ragione di ciò è di carattere analitico, inquantochè, trattando il problema col metodo delle coordinate, e quindi col sussidio della analisi, si riscontra che l'equazione degli elementi uniti è soddisfatta da una coppia di elementi cui competono valori immaginari coniugati delle coordinate.

Così acquistano anche significato geometrico le seguenti proposizioni, che si possono verificare analiticamente:

la congiungente di due punti immaginari coniugati è reale;

il punto medio del segmento compreso fra due punti immaginari coniugati è reale;

il punto d'incontro di due rette immaginarie coniugate d'un piano è reale, ecc., ecc.

Casi semplici e notevoli di proiettività fra forme di prima specie sono i seguenti:

la *congruenza* fra punti di una retta, cioè la corrispondenza fra punti $A, B, C, \dots A', B', C', \dots$ tale che i segmenti

$AA' BB' CC' \dots$ siano eguali in valore e segno. Questa proiettività è *parabolica*, unico suo punto unito essendo il punto all'infinito (fig. 3).

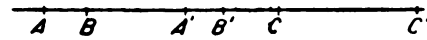


Fig. 3.

la *similitudine* fra punti di una retta, per la quale due punti omologhi A e A' sono tali che

$$\frac{OA}{OA'} = k$$

essendo O un punto fisso e k una costante (fig. 4). Se $k = 1$

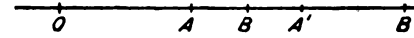


Fig. 4.

si ha l'*identità*, se $k = -1$ la *simmetria* rispetto ad O (fig. 5).

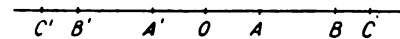


Fig. 5.

Il punto O e il punto all'infinito sono manifestamente uniti, quindi la proiettività è *iperbolica* (salvo il caso identico $k = 1$). Il caso della simmetria è *involutorio*.

La corrispondenza definita da:

$$OA \cdot OA' = \text{cost.}$$

è sempre una involuzione, ellittica o iperbolica secondo che la costante è negativa o positiva.

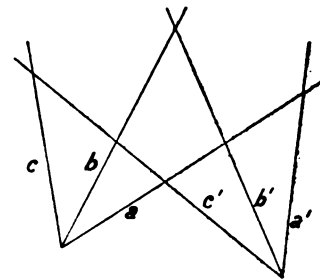


Fig. 6.

La *congruenza* fra i raggi di due fasci (fig. 6), cioè la corrispondenza fra due raggi r ed r' tale che l'angolo (rr') è costante in valore e in segno, è pure una proiettività. Se i fasci sono sovrapposti, essa è *ellittica*. Se invece, essendo o un raggio fisso di un fascio, si pongono uguali e di segno opposto gli angoli (or) e (or') si definisce fra i raggi r ed r' dello stesso fascio una proiettività che dicesi *simmetria* rispetto al raggio o . Essa è *involutoria* ed ha due raggi uniti, che sono o ed il suo perpendicolare.

La corrispondenza fra un raggio di un fascio ed il suo perpendicolare è una particolare congruenza. Essa è *involutoria* ed *ellittica*. E la così detta *involutione ortogonale*.

Una congruenza fra i raggi di un fascio è segata dalla retta all'infinito secondo una *congruenza* fra le rispettive direzioni. Tutte queste congruenze hanno i medesimi punti doppi (immaginari) che sono anche i punti doppi della involuzione ortogonale sulla retta all'infinito. Essi si chiamano i *punti ciclici* e cumulativamente costituiscono l'*assoluto del piano*.

Data la fondamentale importanza che hanno i punti ciclici nelle questioni che formano oggetto dei capitoli seguenti, crediamo utile stabilire in modo rigoroso questa proposizione, per il che ci serviremo della via analitica.

Fissato nel fascio un raggio qualunque r , indichiamo con m il coefficiente angolare del raggio generico x ($m = \text{tg}(rx)$), e con m' il coefficiente angolare del raggio x' che ad esso corrisponde nella congruenza definita dal valore φ dell'angolo costante (xx') . Si ha dalla trigonometria:

$$(1 + mm') \text{tg} \varphi = m - m'$$

I raggi doppi saranno quelli per i quali risulta $m = m'$; e poichè $\text{tg} \varphi \neq 0$, ne risulta $1 + m^2 = 0$ cioè $m = \pm j^{(1)}$. Le corri-

(1) Rappresentiamo, al solito, con j l'unità immaginaria.

spondenti direzioni sono le direzioni cicliche. I loro coefficienti angolari, come si vede, sono i numeri $\pm j$, e poichè questi sono indipendenti da φ , risulta dimostrato che le direzioni cicliche sono le direzioni unite di tutte le congruenze.

Le rette (immaginarie) che escono da un punto qualunque nelle direzioni definite dai punti ciclici si chiamano le rette isotrope del punto.

Se in ciascuna delle precedenti proiettività fra forme sovrapposte si procede alla separazione delle forme, imprimendo ad una di esse un movimento qualunque, si ottiene una coppia di forme, non più sovrapposte, ma sempre fra loro proiettive.

2. - Coniche - Polarità - Diametri.

Se in un piano si hanno due fasci di raggi di centri O ed O' riferiti proiettivamente, il punto d'incontro X di due raggi omologhi OX , $O'X$, al variare di OX , descrive una curva di secondo ordine, o conica. Tale curva si dice di *secondo ordine* perchè con ogni retta del piano non ha più di due punti a comune; se ne ha due la retta è secante, se uno, tangente, se nessuno, esterna. Essa si denomina poi *conica*, perchè è ottenibile sempre come sezione piana di un cono circolare retto. Tale cur-

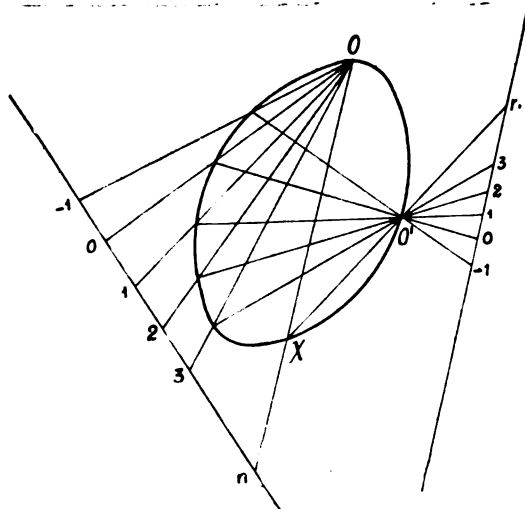


Fig. 7.

va passa sempre per O , O' . La fig. 7 mostra appunto la generazione di una conica mediante fasci proiettivi, ottenuti proiettando da due punti due punteggiare simili $0, 1, 2, \dots, 0', 1', 2', \dots$ ($\frac{01}{0'1'} = \frac{02}{0'2'} = \dots$). Se i due fasci sono prospettivi, X si muove su una retta r , ma anche tutti i punti della retta $O O'$ corrispondono alla definizione di X , quindi la conica si spezza nelle due rette r ed $O O'$: essa è cioè *degenere*.

Le intersezioni di una conica con una retta qualunque non sono altro che i punti uniti della proiettività ottenuta fra i punti della retta segnando questa coi fasci O , O' generatori della conica stessa. Allo stesso modo si determinano anche le intersezioni con la retta all'infinito. Secondo che questa risulta secante, tangente o esterna, la conica prende il nome di iperbole, parabola, ellisse. A quest'ultimo tipo appartiene il cerchio, che si genera mediante due fasci di raggi congruenti. Ne segue subito che ogni cerchio passa per i punti ciclici ed inversamente ogni conica passante per quei tre punti è un cerchio.

In ogni punto di una conica esiste una tangente determinata, e per un punto del piano di una conica passano due tangenti, o una, o nessuna. Nel primo caso il punto dicesi esterno, nell'ultimo caso interno.

Una conica è determinata dati cinque dei suoi punti, o, più generalmente, n punti ($n \leq 5$) e le tangenti in $5 - n$ di essi, e sono note le costruzioni che permettono, dati questi elementi, di costruire quanti si vogliano punti e quante si vogliano tangenti. In particolare tre punti determinano un cerchio (conica passante per quei tre punti e per i punti ciclici).

Dato un punto P ed una conica K (fig. 8), se M, N sono le intersezioni con K di una retta per P , il coniugato armonico di P rispetto ad M, N dicesi *coniugato* di P rispetto alla conica. Ogni punto P ha così infiniti coniugati. Essi stanno tutti su di una retta p , che si chiama la *polare* del punto P rispetto alla conica. Viceversa ad ogni retta corrisponde un determinato polo. Se il punto P è sulla conica, la polare è la tangente in esso. Le polari q dei punti Q di p , passano tutte per P e si

può dimostrare che mentre Q descrive la retta p , la sua polare q descrive un fascio di centro P , in guisa tale da determinare un riferimento proiettivo fra esso e la punteggiata dei poli; e viceversa.

Analogamente due rette tali che ognuna contiene il polo dell'altra, si dicono *conjugate*.

Le intersezioni della polare di P con la conica non sono altro che i punti di contatto delle tangenti condotte per P alla conica.

Data una retta s del piano, non tangente alla conica, per ogni punto P arbitrariamente scelto su di essa, vi è un solo punto P' , giacente pure su s e coniugato rispetto alla conica, ed è l'intersezione della polare di P con s : la corrispondenza fra P e P' è una involuzione avente per punti doppi le (eventuali) intersezioni di r con la conica. Se l'involuzione è ellittica, essa definisce i punti immaginari coniugati comuni ad r ed alla conica.

Analogamente, preso un punto P del piano fuori della conica, ad ogni retta r per esso se ne può associare un'altra r' , passante pure per P e coniugata di essa rispetto alla conica, essa non è che la congiungente di P col polo della retta r rispetto alla conica. Le coppie r, r' si corrispondono in una involuzione del fascio P , di cui sono raggi doppi le eventuali tangenti alla conica passanti per P .

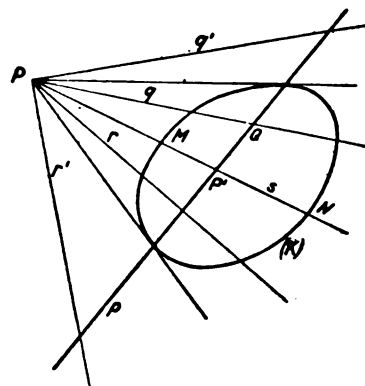


Fig. 8.

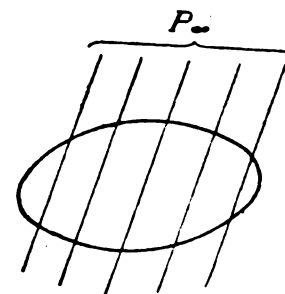


Fig. 9.

La polare di un punto all'infinito P_∞ dimezza tutte le corde ad esso parallele, ed è il *diametro coniugato* alla direzione rappresentata da quel punto all'infinito (fig. 9). Tutti i diametri concorrono in un punto, il polo della retta all'infinito, che è il *centro* della curva. Di centro vero e proprio si può parlare solo nel caso dell'ellisse e dell'iperbole, perchè rispetto ad una parabola la retta all'infinito è tangente ed il suo polo, il punto di contatto, è pure all'infinito.

In una conica centrata, i diametri sono a due a due coniugati e tali coppie costituiscono una involuzione i cui raggi sono le tangenti alla curva nei suoi punti all'infinito, cioè gli *asintoti*. Essi sono immaginari nel caso ellittico, e nel caso particolare del cerchio coincidono sempre colle rette isotrope.

I punti di una conica si possono riferire biunivocamente ai raggi di un fascio (e quindi agli elementi di una qualunque altra forma di prima specie). Posto infatti sulla conica il centro di un fascio di raggi, ogni raggio di questo interseca ulteriormente la conica in un solo punto, che si può assumere come corrispondente del raggio. I fasci che si ottengono cambiando il centro scelto, sempre sulla conica, sono fra loro proiettivi. Ciò posto, si possono riferire proiettivamente due coniche distinte ed anche una conica con sè stessa.

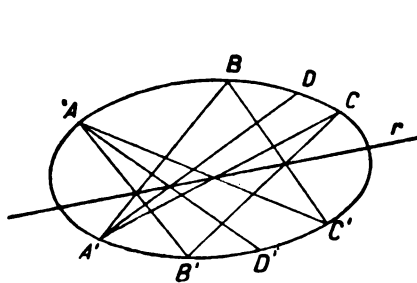


Fig. 10.

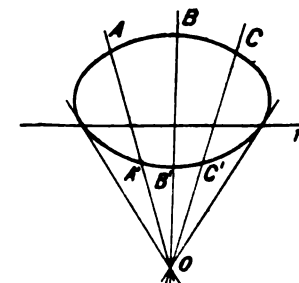


Fig. 11.

E si può parlare così di corrispondenza proiettiva fra i punti di una conica ed anche di involuzione sopra una conica. Quando fra i punti di una conica è stabilita una corrispon-

denza proiettiva, in cui ai punti $A, B, C, \dots$ corrispondono $A', B', C', \dots$, le rette come $AB, A'B'$ si segano in punti di una retta r , dal che si trae una costruzione semplicissima dell'omologo D' di un qualunque punto D date tre coppie di elementi omologhi (fig. 10). La retta r sega la conica negli eventuali punti uniti della corrispondenza.

Se questa è involutoria si verifica inoltre che le congiunti i punti omologhi concorrono in un punto fisso O detto centro della involuzione, il quale non è altro che il polo della retta r , cioè il punto in cui si incontrano le tangenti (reali o immaginarie) condotte alla conica nei punti doppi M, N dell'involuzione (fig. 11).

3. - Le curve algebriche.

Le proprietà delle coniche o linee di secondo ordine, si possono tutte dedurre per via analitica partendo dalla equazione cartesiana, che è di secondo grado fra le coordinate, cioè del tipo:

$$ax^2 + 2bxy + cy^2 + 2dx + 2ey + f = 0$$

Se fra le coordinate stesse si pone invece una equazione di grado n :

$$(1) \quad f_n(x, y) = 0$$

si definisce la più generale *curva algebrica di ordine n* (per $n = 3$ si ha la *cubica*, per $n = 4$ la *quartica*, ecc.), così denominata perchè con una retta generica

$$ax + by + c = 0$$

ha n punti comuni, le cui coordinate si ottengono associando le due equazioni. Si ottiene così un sistema, che ha appunto n soluzioni, reali o immaginarie conjugate, ed eventualmente in parte coincidenti.

La determinazione delle intersezioni di una retta con una curva C_n di ordine n dipende dunque da un problema di n^{mo} grado cioè riducibile ad una equazione algebrica di n^{mo} grado ad una incognita. Quindi se una retta ha $n + 1$ punti comuni con una curva C_n , li avrà tutti, cioè appartiene per intero alla curva ed in questo caso la funzione $f_n(x, y)$ corrisponde identicamente al prodotto di una funzione lineare f_1 e di una funzione f_{n-1} di grado $n - 1$

$$f_n = f_1 \cdot f_{n-1}$$

cosicchè la C_n equivale all'insieme della retta $f_1 = 0$ e della curva di ordine $n - 1$ rappresentata dall'equazione $f_{n-1} = 0$. È questo il più semplice caso di *degenerazione*, il quale fatto in generale si verifica ogni qualvolta la funzione f_n è scomponibile nel prodotto di più funzioni $f_{n_1}, f_{n_2}, \dots, f_{n_r}$ ($n_1 + n_2 + \dots + n_r = n$) con che la curva (1) è *riducibile* o *degenere*, cioè si spezza nelle curve $f_{n_1} = 0, f_{n_2} = 0, \dots, f_{n_r} = 0$ degli ordini $n_1, n_2, \dots, n_r$, ciascuna delle quali rappresenta una entità geometrica a sè stante.

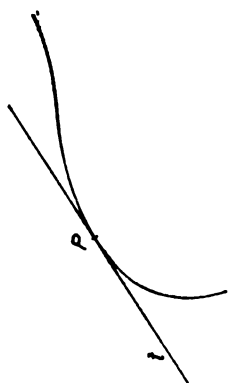


Fig. 12.

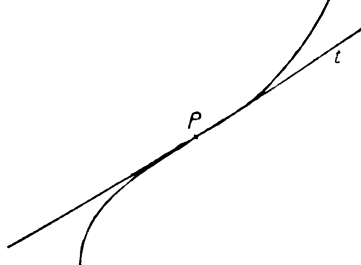


Fig. 13.

Una curva $f_m = 0$ di ordine m interseca la C_n in $m n$ punti, le cui coordinate si ottengono risolvendo il sistema

$$f_n = 0 \quad f_m = 0,$$

che ha appunto in generale $m n$ soluzioni. Se esso ne avesse $m n + 1$, ne avrebbe infinite e la seconda curva C_m ($m < n$), supposta irriducibile, farebbe parte della C_n , la quale quindi si spezza nella C_m ed in una curva residua C_{n-m} di ordine $n - m$.

Se C_n è una curva irriducibile d'ordine n , ed r è una retta condotta per un punto P di essa, P sarà una delle n interse-

zioni di r con C_n . Ed in generale le altre $n - 1$ intersezioni sono distinte da P . Faccendo ruotare r intorno a P , avviene in generale una sola volta che una delle $n - 1$ ulteriori intersezioni cada in P stesso, e ciò quando r occupa la posizione della *tangente* in P alla curva.

Per ogni punto P della curva esiste una tangente determinata t (fig. 12) ed in generale, delle n intersezioni di t con la curva, ve ne sono due sole coincidenti con P , cioè la curva ha con la sua tangente un contatto *bipunto*. Se avviene che più di due siano le intersezioni riunite in P , si dice che la curva ha con la sua tangente contatto tripunto (o d'ordine due), quadrupunto (o d'ordine tre) ecc. ... Se l'ordine del contatto è dispari, la curva non attraversa la tangente, mentre invece l'attraversa se l'ordine è pari, nel qual caso si dice che la curva ha un *flesso* (fig. 13).

La determinazione della tangente alla curva in un punto dipende da un problema lineare, quindi se due rette per P hanno ivi riunite due intersezioni con la C_n , ciò avviene per tutte ed in tale caso si può chiedere se vi siano delle rette per P aventi ivi tre punti comuni con la curva. La relativa determinazione dipende da una equazione di secondo grado, che ha in generale due soluzioni, cui corrispondono due rette, ed è a queste che si dà propriamente il nome di *tangenti*. Ciò sta ad indicare che la curva passa due volte pel punto P , il quale perciò si dice *doppio*. Secondo che le due tangenti sono reali e distinte, reali e coincidenti, immaginarie conjugate, il punto doppio corrisponde ad un *nodo*, ad una *cuspid*, ad un *punto iso-*

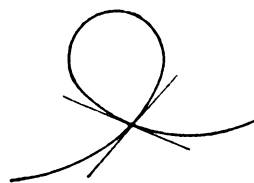


Fig. 14.

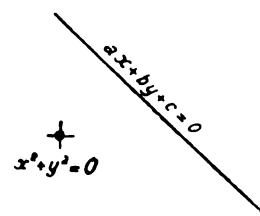


Fig. 15.

lato. Le figure 14, 15 mostrano un esempio di un nodo, e di alcuni tipi di cuspidi. Per formarsi una idea del punto isolato ci riferiremo alla curva (degenere) rappresentata dall'equazione (fig. 16).

$$(x^2 + y^2)(ax + by + c) = 0.$$

È una curva di terz'ordine spezzata nelle due rette isotrope per l'origine di equazione complessiva

$$x^2 + y^2 = 0$$

e nella retta reale

$$ax + by + c = 0.$$

Le prime due non hanno reale che il loro punto d'incontro che è l'origine, e questo è *doppio*; e si tratta proprio di un punto doppio isolato, perchè intorno ad esso non esistono punti reali della curva.

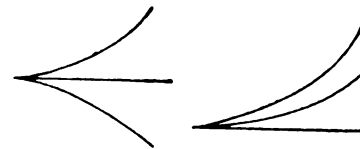


Fig. 16.

Se avviene che tre rette per P abbiano ivi tre intersezioni riunite in P , ciò avviene per tutte, il punto è allora *triplo* ed esistono in generale tre tangenti, che possono parzialmente coincidere od essere in parte immaginarie, il che dà luogo a vari aspetti del punto triplo.

In modo analogo si definiscono i punti quadrupli, quintupli, ecc.

Una curva generale d'ordine n non ha punti multipli. Se ha dei punti doppi questi non possono essere più di $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ senza che la curva si spezzi. Bisogna notare che un punto triplo è da considerarsi equivalente a tre punti doppi, un punto quadruplo a sei, un punto r -plo a $\frac{r(r-1)}{2}$ punti doppi.

Così una conica non ha che punti semplici; se ha un punto doppio si spezza in due rette. Una curva di terz'ordine, o cu-

bica, non può avere più di un punto doppio, una di quart'ordine non più di tre punti doppi, o un punto triplo, ecc.

Se due curve hanno comune un punto che è semplice per l'una e doppio, triplo, ecc., per l'altra, in esso sono raccolte 2, 3, ... delle intersezioni delle due curve.

Una curva avente il massimo numero di punti multipli compatibile col suo ordine, dicesi *razionale* o *unicursale*: *razionale*, perchè si dimostra che è possibile esprimere le coordinate x, y di un punto mobile su di essa in funzione razionale di una terza variabile (parametro) t , cioè:

$$x = f(t) \quad y = g(t)$$

dove f e g sono quozienti di polinomi in t ; *unicursale* perchè la curva consta di un solo ramo e quindi può essere descritta con un sol tratto. Tali sono la retta, tutte le coniche, le cubiche con punto doppio, ecc. Esse sono riferibili biunivocamente agli elementi di una forma fondamentale di prima specie, per es., ai punti di una retta.

Come per conoscere i punti comuni di una C_n con una retta qualunque, basta risolvere il sistema formato dalle equazioni della curva e della retta, così per conoscere i punti all'infinito della C_n basta eguagliare a zero i termini di più alto grado dell'equazione della C_n . Si ottiene così una equazione omogenea del grado n in x, y . Dividendo per x^n , questa diviene una equazione di grado n in $\frac{y}{x}$, le cui n radici corrispondono ai coefficienti angolari delle direzioni dei punti all'infinito della C_n .

4. - Omografie e omologie piane.

In Geometria si definiscono le forme fondamentali di seconda specie e sono: il piano punteggiato (insieme dei punti di un piano), il piano rigato (insieme delle rette di un piano), la stella di rette (insieme delle rette dello spazio passanti per un punto), la stella di piani (insieme dei piani dello spazio passanti per un punto).

Per due forme siffatte si può stabilire il concetto di riferimento biunivoco come per quelle di prima specie. Ed una legge di riferimento particolarmente importante è quella di carattere *prospettivo*, che si ottiene per mezzo di una proiezione o di una sezione. Per esempio un piano punteggiato è riferito prospettivamente ad una stella di raggi avente il centro esterno al piano quando ad ogni punto del piano si faccia corrispondere il raggio della stella che passa per esso. Questo riferimento è tale che se il punto descrive una retta, il raggio corrispondente descrive un fascio di raggi, e tali due forme di prima specie risultano riferite prospettivamente.

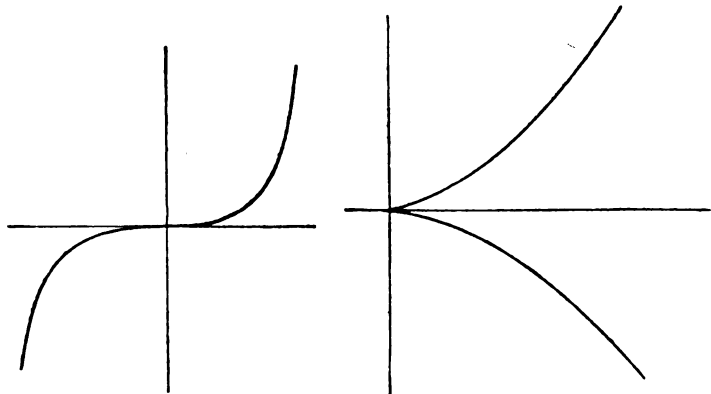


Fig. 17.

Fig. 18.

Se due forme, ad es. due piani punteggiati, si deducono l'una dall'altra mediante un numero finito di prospettività, esse risultano riferite fra loro secondo una *omografia* e ancora si verifica che, se un punto dell'una descrive una retta, anche l'omologo descrive una retta. Viceversa, ogni riferimento soddisfacente a questa condizione, è ottenibile mediante un numero finito di prospettività e si verifica che l'omografia subordina in due forme di prima specie corrispondenti una corrispondenza proiettiva.

Se due piani sono riferiti omograficamente, ad ogni curva C dell'uno corrisponde nell'altro una curva C' dello stesso ordine, e le due curve risultano riferite punto a punto in modo biunivoco, ad un punto ed alla relativa tangente dell'una corrisponde un punto e la relativa tangente dell'altra, ad un punto doppio, triplo, ecc., un punto doppio triplo, ecc., a un flesso un

flesso, se la prima curva è razionale, lo è anche l'altra e viceversa. Le due curve sono cioè proiettivamente identiche, pur potendo però avere forme differentissime. Basterà citare ad esempio il caso della parabola cubica $y = kx^3$ (fig. 17) e della parabola semicubica $y^2 = hx^3$ (fig. 18) che sono proiettivamente trasformabili l'una nell'altra (fig. 19).

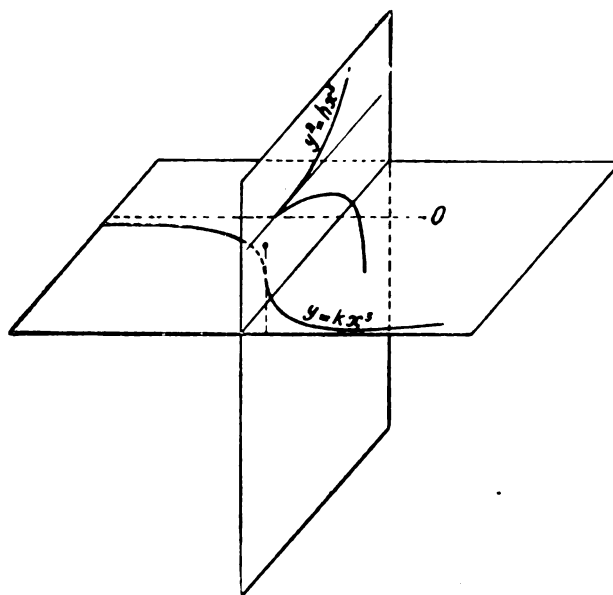


Fig. 19.

Se due piani omografici sono sovrapposti, si ha la trasformazione omografica del piano in sè stesso. In tal caso esistono in generale tre punti uniti, tali cioè che corrispondono a sè stessi, e tre rette unite, e sono le congiungenti di quelli a due a due. Ma ciò non significa che siano unite tutte le rette passanti per un punto unito, nè tutti i punti delle rette unite. Anzi se A, B, C (fig. 20) sono i tre punti uniti, e quindi BC, AC, AB le tre rette unite, i raggi uscenti da A ed omologhi nella omografia si corrispondono in una proiettività del fascio A , della quale sono raggi uniti precisamente i raggi AB e AC . Analogamente dicasi per i vertici B, C del triangolo unito ABC . Quanto ai lati di questo, avviene qualcosa di analogo, e precisamente: ogni punto P del lato BC ha il suo omologo P' situato sul lato BC stesso, e P, P' si corrispondono anzi in una proiettività di cui B e C sono i punti uniti. E così dicasi per i lati AB e AC .

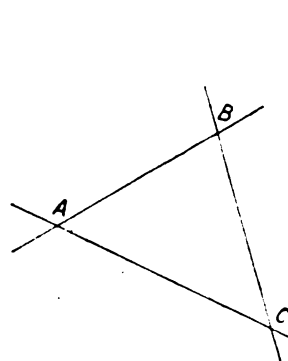


Fig. 20.

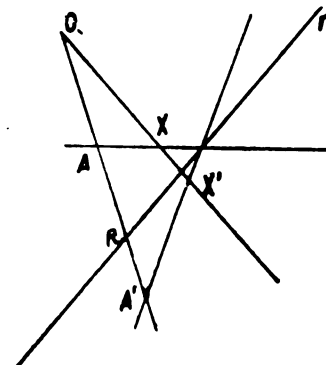


Fig. 21.

Può accadere però che in una trasformazione omografica del piano siano unite tutte le rette passanti per un punto O , nel qual caso esiste anche una retta r tutta composta di punti uniti (fig. 21). La omografia prende allora il nome di *omologia*, O ne è il centro, r l'asse. Due punti omologhi A, A' sono allineati con O , due rette omologhe a, a' si segano su r . Per modo che è ovvia la costruzione dell'omologo X' di un punto X qualunque, quando sia nota una coppia A, A' di punti omologhi: X' sarà l'intersezione di OX con la retta che congiunge X' col punto in cui la AX sega r .

Su ogni retta per O i punti omologhi si corrispondono in una proiettività che ha per punti uniti il punto O ed il punto R comune ad r . Se una di queste proiettività è involutoria, lo sono tutte, e due punti omologhi X e X' separano armonicamente la coppia O, R . La omologia dicesi in tale caso *armonica*.

Se r è la retta all'infinito del piano, l'omologia prende il nome di *omotetia*; due rette omologhe sono parallele ed il rap-

porto delle distanze di O da due punti omologhi è costante (fig. 22). Due figure omologhe sono simili e similmente disposte. Se quel rapporto si riduce a -1 , si ha la *simmetria*

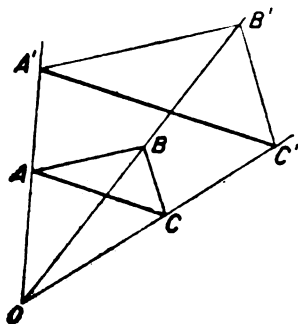


Fig. 22.

rispetto ad O , che manifestamente è una omologia armonica. I punti ciclici essendo uniti in ogni omotetia ne segue che questa trasforma i cerchi in cerchi.

Se invece r essendo una retta propria, è improprio il centro O , l'omologia prende il nome di *affinità* (fig. 23). Le con-

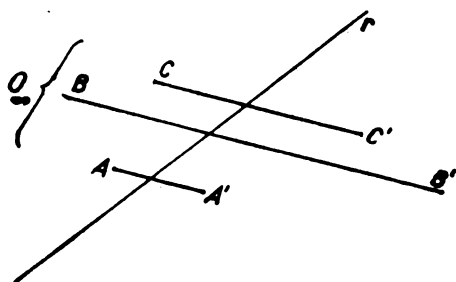


Fig. 23.

giungenti le coppie di punti omologhi sono parallele ad una direzione fissa ed è costante il rapporto delle distanze di essi dalla retta r . Se la direzione di O è perpendicolare ad r e quel rapporto è uguale a -1 , siamo nel caso armonico e la corrispondenza stessa non è che la *riflessione* (simmetria) rispetto alla retta r .

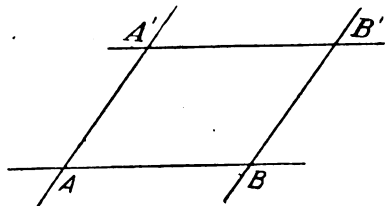


Fig. 24.

La affinità in generale non conserva i punti ciclici, ma nel caso della riflessione essi vengono scambiati fra di loro cosicché l'insieme dei due rimane conservato. Ciò spiega perchè la riflessione, a differenza delle altre affinità, conserva i cerchi.

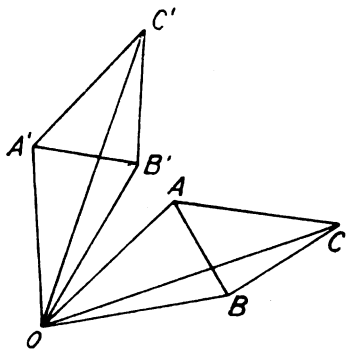


Fig. 25.

Se tanto il centro quanto l'asse di una omologia sono impropri, le congiungenti i punti corrispondenti AA' , BB' ,... sono parallele, e risultano pure parallele le rette omologhe AB , $A'B'$,... Quindi la figura $AA'BB'$ è un parallelogramma e la omologia consiste in una *traslazione* definita dal segmento AA' (fig. 24). La traslazione partecipa di alcune delle proprietà della omotetia e della affinità.

Un esempio semplice di omografia non omologica fra piani sovrapposti è offerto dalla *rotazione* intorno ad un punto O , cioè quella omografia nella quale ad ogni punto A si fa corrispondere un punto A' con la condizione $OA = OA'$ ed $\angle AOA' = \text{cost.}$ (fig. 25). Il punto O e la retta all'infinito sono manifestamente uniti. Gli altri due punti uniti, che necessariamente sono sulla retta all'infinito, a quali direzioni corrispondono? Basta considerare il fascio delle rette omologhe intorno ad O e ricavarne i raggi uniti. Siccome la corrispondenza fra le rette del fascio O è una congruenza, i raggi uniti sono le rette isotrope, quindi i cercati punti uniti sono i punti ciclici. Ne segue che la rotazione trasforma cerchi in cerchi al pari della omotetia e della traslazione.

II. - GENERALITÀ.

5. - Grandezze alternative e numeri complessi.

La applicazione della Geometria alla tecnica dei circuiti e delle macchine a corrente alternativa si fonda sulla osservazione che una grandezza fisica a variazione alternativa sinusoidale

$$a = A \cos(\omega t + \varphi)$$

di cui A è l'ampiezza, ω la pulsazione, φ la fase, corrisponde alla parte reale del numero complesso

$$A e^{j(\omega t + \varphi)}$$

la cui considerazione può quindi sostituirsi a quella della grandezza a . Il numero complesso ora scritto alla sua volta corrisponde al prodotto di

$$A = A e^{j\varphi} \quad (2)$$

per $e^{j\omega t}$, dei quali quest'ultimo, $e^{j\omega t}$, rappresenta al modo stesso una grandezza alternativa u , che è da ritenersi *unitaria* (di ampiezza uno, di fase zero) e di natura puramente numerica, mentre il primo A è un numero complesso il cui modulo e il cui argomento corrispondono all'ampiezza ed alla fase della grandezza data, e le cui dimensioni (dimensioni di A) corrispondono alla natura fisica della grandezza a . Tale numero A lo chiameremo la *caratteristica* della grandezza a , ed è a notarsi che esso si può considerare il valore che la grandezza stessa assume al tempo $t = 0$ con che risulta chiaro che la conoscenza di esso è necessaria e sufficiente alla determinazione della grandezza data ed a quella dei valori che essa assume in ogni istante quando, come d'ordinario accade, la frequenza è costante. Di qui la ragione del nome di *caratteristica* (3).

L'ufficio che la caratteristica compie rispetto alla grandezza alternativa unitaria $e^{j\omega t}$ è quello di alterarne la ampiezza nel rapporto $1 : A$ e di anticiparne di φ la fase: essa ci appare dunque come un *operatore* che applicato alla grandezza alternativa unitaria $e^{j\omega t}$ (per via di moltiplicazione) produce la grandezza data.

Secondo questo concetto, qualunque numero complesso $Be^{j\psi}$, se non è esso stesso una caratteristica, può considerarsi un operatore che applicato ad una caratteristica (sempre per via di moltiplicazione) la modifica secondo la regola del prodotto dei numeri complessi, producendo così un nuovo complesso che può interpretarsi come caratteristica di una grandezza alternativa, la cui ampiezza corrisponde a quella della precedente amplificata nel rapporto $1 : B$ e la cui fase risulta in anticipo dell'angolo ψ rispetto alla precedente. In tal genere di trattazioni dunque ci troviamo a dover considerare dei numeri complessi che sono *caratteristiche* di grandezze alternative, ed altri che sono da ritenersi dei particolari operatori fattoriali, ma tutti hanno in comune la proprietà di agire sulle grandezze alternative nel senso di modificarne ampiezza e fase, senza alterarne la frequenza. Gli uni non si distinguono dagli altri, rispetto al modo come si presentano nei calcoli, i quali si compiono, con essi, con le ordinarie regole dell'algebra, che, come è ben noto, sono valevoli tutte nel campo dei numeri complessi. Però la natura fisica delle singole questioni ci assicura a priori che le relazioni algebriche traducenti l'andamento dei fenomeni debbono essere *omogenee* rispetto alle grandezze alternative, cioè in ogni termine di una relazione di tal fatta deve comparire

(2) Indicheremo con lettere maiuscole grasse i numeri complessi e con le corrispondenti lettere maiuscole ordinarie i rispettivi moduli.

(3) cfr. DONATI: Introduzione allo studio delle correnti alternative, in «Memorie e Note Scientifiche» - Bologna - Zanichelli, 1925.

un ugual numero (generalmente uno) di fattori che sono caratteristiche di grandezze alternative. Avviene allora che il fattore unitario $e^{j\omega t}$ può esser soppresso, cosicchè rimangono relazioni di cui un tipo semplicissimo può essere $A = BC$, ma nella quale si può sicuramente asserire che, se A è caratteristica di grandezza alternativa solo uno dei due numeri B e C lo è pure, e se esso è, ad es., C , l'altro B è necessariamente un fattore il cui ufficio è solo quello di alterare gli elementi caratteristici della grandezza alternativa rappresentata da C , e precisamente in guisa da renderla uguale ad A .

Un vantaggio cospicuo di tale rappresentazione consiste, come è noto, in ciò che mediante essa risulta oltremodo facilitata la operazione di derivazione rispetto al tempo. Infatti per la grandezza unitaria $u = e^{j\omega t}$ si ha

$$\frac{du}{dt} = j\omega u$$

cioè la derivazione rispetto al tempo produce lo stesso effetto della moltiplicazione per $j\omega$, e precisamente modificazione della grandezza nel rapporto $1 : \omega$, anticipazione della fase di $\frac{\pi}{2}$ (¹);

quindi si può concludere che altrettanto avviene per la grandezza generica a , che risulta dal prodotto di u per una costante, cosicchè si ha:

$$\frac{da}{dt} = j\omega a, \quad \frac{d^2 a}{dt^2} = -\omega^2 a, \quad \frac{d^3 a}{dt^3} = -j\omega^3 a \dots$$

quindi si può concludere che altrettanto avviene per la grandezza alternativa a e le sue successive derivate rispetto al tempo, si riduce ad una semplice espressione lineare in a , il cui coefficiente (in generale complesso) dipende dalla pulsazione.

6. - Rappresentazione geometrica.

Ma il vantaggio precipuo del metodo consiste nella immediata possibilità della rappresentazione geometrica, la quale si effettua assai semplicemente facendo corrispondere, al modo di Gauss, ad ogni numero complesso

$$A = x + jy = Ae^{j\theta}$$

un punto P del piano, il suo indice, o il vettore piano OP , se O è l'origine delle coordinate. La parte reale x ed il coefficiente y dell'immaginario vengono così a identificarsi con le coordinate cartesiane ortogonali dell'indice, mentre il modulo A e l'argomento θ corrispondono alle coordinate polari (²). I valori (fig. 26) suc-

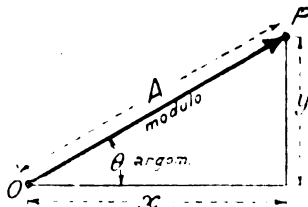


Fig. 26.

cessivi della grandezza alternativa a risulteranno senz'altro le proiezioni sull'asse delle ascisse (asse reale) del vettore rappresentativo di $Ae^{j\omega t}$, il quale al tempo $t = 0$ ha la posizione corrispondente alla caratteristica ed è animato di moto rotatorio con velocità angolare ω , a causa del fattore rotante $e^{j\omega t}$. La soppressione del fattore rotante in tutte le espressioni che si debbono considerare in una data questione significa dunque semplicemente limitare le considerazioni allo stato che le grandezze in giuoco hanno al tempo iniziale. Ciò indurrà ad una configurazione (diagramma) che sta a rappresentare le relazioni intercedenti fra le grandezze stesse all'istante iniziale: mentre si sa che, se si volessero i valori istantanei, basterebbe imprimere alla figura la rotazione rappresentata da $e^{j\omega t}$. Ma tale rotazione può perfettamente sottintendersi, e rimane così una figura fissa la quale mediante le relazioni di grandezza e di orientazione dei segmenti

(¹) Infatti in virtù di $e^{jx} = \cos x + j \sin x$ si ha $j\omega = \omega e^{j\frac{\pi}{2}}$.

(²) Ricordiamo che per A reale, il modulo coincide col valore assoluto, e l'argomento è uguale a zero o a π secondo che A è positivo o negativo, per A immaginario puro, l'argomento risulta $\frac{\pi}{2}$ o $\frac{3\pi}{2}$ seconda che il coefficiente di j è positivo o negativo.

compresi fra i suoi punti fornisce la immagine fedele delle relazioni intercedenti fra le ampiezze e le fasi delle grandezze alternative in questione. A tale proposito è da osservare che codesta rappresentazione vettoriale vuole soltanto rispecchiare le proprietà che competono alle grandezze alternative considerate per quanto si riferisce alla loro variazione nel tempo. Ed anzi, per quanto riguarda la natura fisica delle grandezze stesse, esse debbono, in tale rappresentazione, essere considerate essenzialmente scalari, cioè spogliate del loro eventuale contenuto vettoriale (spaziale). In altre parole: siccome la rappresentazione studiata non permette di seguire anche le variazioni di orientazione (spaziale) delle grandezze alternative, occorrerà che a tali eventuali variazioni si tenga dietro separatamente.

Qualunque relazione involgente grandezze alternative darà luogo a equazioni (in generale differenziali), che in ogni caso si traducono in equazioni algebriche fra le caratteristiche. Ora, correlativamente a tali eguaglianze algebriche, sussistono corrispondenti relazioni geometriche fra i segmenti che rappresentano le caratteristiche delle grandezze alternative in giuoco e quelli che stanno a rappresentare gli operatori complessi dianzi considerati, ed evidentemente le prime equivalgono alle seconde, non essendo queste che la traduzione geometrica di quelle. Nella risoluzione dei vari problemi che si presentano nei casi concreti può fare comodo ricorrere all'una o all'altra via, il che potrà indifferentemente farsi quando si sappia con sicurezza e precisione effettuare la traduzione in forma geometrica delle varie relazioni algebriche intercedenti fra numeri complessi e viceversa.

All'uopo passeremo rapidamente in rassegna le varie operazioni elementari. (Continua).

□ CAMPO MAGNETICO PRODOTTO DA UNA CORRENTE CIRCOLARE NEI PUNTI DEL SUO PIANO □ □ □ □ □ □ □

G. POLVANI

In una mia ricerca sperimentale, ho avuto bisogno di determinare numericamente l'intensità del campo magnetico prodotto da una corrente di forma circolare nei punti del piano della corrente stessa. Per questo mi sono giovato di un'espressione analitica che ho appositamente calcolato. Poichè essa può esser tenuta con facilità a memoria, ed inoltre si presta bene nelle applicazioni numeriche, credo, modestamente, che il conoscerla possa riuscire di qualche utilità ai tecnici: io non l'ho trovata riportata in nessuno dei molti trattati e monografie che ho consultato.

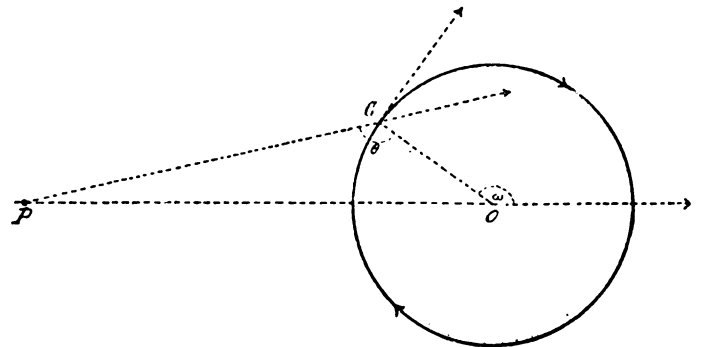


Fig. 1.

Sia O (fig. 1) il cerchio, lungo il quale passa la corrente d'intensità i (u. a. e. m.); P un punto del piano del cerchio, ma non appartenente al cerchio stesso e C sia un punto generico del cerchio. Il campo magnetico nel punto P è, per la legge elementare di Laplace, dato in valore e segno dall'espressione

$$H = i \cdot 2r \int_0^\pi \frac{\cos \theta}{a^2} d\omega$$

avendo posto $r = OC$, $a = PC$, $\omega = \pi - POC$, $\theta = PCO$ e convenendo di dare il segno + ad H quando il campo è orientato positivamente rispetto al giro della corrente (cioè per P interno al cerchio). Dal teorema di Carnot, applicato al triangolo POC ,

ricavasi, posto $\overline{PO} = \delta$,

$$a^2 = (\delta^2 + r^2) [1 + 2r\delta \cos \omega / (\delta^2 + r^2)],$$

$$2r \cos \theta = (a^2 + r^2 - \delta^2) / a$$

e quindi, ponendo ancora $\lambda = 2r\delta / (\delta^2 + r^2)$, si ha:

$$H = \frac{i}{(\delta^2 + r^2)^{1/2}} \left(\int_0^\pi \frac{d\omega}{(1 + \lambda \cos \omega)^{1/2}} - \frac{\delta^2 - r^2}{\delta^2 + r^2} \int_0^\pi \frac{d\omega}{(1 + \lambda \cos \omega)^{3/2}} \right)$$

Posto $\omega = 2\varphi$, $k = \sqrt{r\delta} / \frac{r+\delta}{2}$ trovasi facilmente:

$$\int_0^\pi \frac{d\omega}{(1 + \lambda \cos \omega)^{1/2}} = \frac{2}{(1 + \lambda)^{1/2}} \int_0^{\pi/2} \frac{d\varphi}{(1 - k^2 \sin^2 \varphi)^{1/2}},$$

$$\int_0^\pi \frac{d\omega}{(1 + \lambda \cos \omega)^{3/2}} = \frac{2}{(1 + \lambda)^{3/2}} \int_0^{\pi/2} \frac{d\varphi}{(1 - k^2 \sin^2 \varphi)^{3/2}}.$$

Ma d'altra parte in analisi si dimostra ⁽¹⁾, che l'ultimo integrale qui scritto è uguale a $\frac{1}{1-k^2} \int_0^{\pi/2} (1 - k^2 \sin^2 \varphi)^{1/2} d\varphi$ e quindi, indicando con $\mathcal{E}_1(k)$, $\mathcal{E}_2(k)$ gli integrali ellittici completi di 1^a e 2^a specie di modulo k , abbiamo:

$$H = \frac{2i}{(1 + \lambda)^{1/2} (\delta^2 + r^2)^{1/2}} \left(\mathcal{E}_1(k) - \frac{\delta^2 - r^2}{\delta^2 + r^2} \frac{1}{1 + \lambda} \cdot \mathcal{E}_2(k) \right).$$

Introducendo le posizioni che legano λ , k ad r , δ troviamo con facili riduzioni, l'espressione definitiva, alla quale accennavamo appunto al principio di questo scritto:

$$H = 2i \left(\frac{\mathcal{E}_1(k)}{r + \delta} + \frac{\mathcal{E}_2(k)}{r - \delta} \right) \quad [I]$$

Per $\delta = 0$, cioè $P = O$, abbiamo $k = 0$, e poichè $\mathcal{E}_1(0) + \mathcal{E}_2(0) = \pi$ ritroviamo la nota espressione $H_0 = 2\pi i/r$.

La [I] è facile ad esser ritenuta a memoria, poichè r , δ hanno semplici significazioni (misura del raggio del cerchio, misura della distanza del centro del cerchio dal punto in cui si calcola il campo) e k è definito (come risulta dalla posizione fatta) quale quoziente tra la media geometrica e la media aritmetica di r , δ ; inoltre è facile trovare le tavole ⁽²⁾ delle funzioni $\mathcal{E}_1(k)$, $\mathcal{E}_2(k)$. Ad ogni modo, per eventuale comodità del lettore, riportiamo nella seguente tabella i valori di $\mathcal{E}_1$, $\mathcal{E}_2$, al variare di grado in grado della variabile ausiliaria $\alpha = \arcsin k$ ⁽³⁾.

α	$\mathcal{E}_1$	$\mathcal{E}_2$	α	$\mathcal{E}_1$	$\mathcal{E}_2$	α	$\mathcal{E}_1$	$\mathcal{E}_2$
0°	1,5708	1,5708	30°	1,6858	1,4675	60°	2,1565	1,2111
1	5709	5707	31	6941	4608	61	1842	2015
2	5713	5703	32	7028	4539	62	2132	1920
3	5719	5697	33	7119	4469	63	2435	1826
4	5727	5689	34	7214	4397	64	2754	1732
5	1,5738	1,5678	35	1,7312	1,4323	65	2,3088	1,1638
6	5751	5665	36	7415	4248	66	3439	1545
7	5767	5649	37	7522	4171	67	3809	1453
8	5785	5632	38	7633	4092	68	4198	1362
9	5805	5611	39	7748	4013	69	4610	1272
10	1,5828	1,5589	40	1,7868	1,3931	70	2,5046	1,1184
11	5854	5564	41	7992	3849	71	5507	1096
12	5882	5537	42	8122	3765	72	5998	1011
13	5913	5507	43	8256	3680	73	6521	0927
14	5946	5476	44	8396	3594	74	7081	0844
15	1,5981	1,5442	45	1,8541	1,3506	75	2,7681	1,0764
16	6020	5405	46	8691	3418	76	8327	0686
17	6061	5367	47	8848	3329	77	9026	0611
18	6105	5326	48	9011	3238	78	9786	0538
19	6151	5283	49	9180	3147	79	3,0617	0468
20	1,6200	1,5238	50	1,9356	1,3055	80	3,1534	1,0401
21	6252	5191	51	9539	2963	81	2553	0338
22	6307	5141	52	9729	2870	82	3699	0278
23	6365	5090	53	9927	2776	83	5004	0223
24	6426	5037	54	2,0133	2681	84	6519	0172
25	1,6490	1,4981	55	2,0347	1,2587	85	3,8317	1,0127
26	6557	4924	56	0571	2492	86	4,0528	0086
27	6627	4864	57	0804	2397	87	3387	0053
28	6701	4803	58	1047	2301	88	7427	0026
29	6777	4740	59	1300	2206	89	5,4349	0008
30°	1,6858	1,4675	60°	2,1565	1,2111	90°	∞	1,0000

Istituto di Fisica della R. Università di Pisa, gennaio 1926.

⁽¹⁾ Ciò risulta subito sviluppando in serie. Vedi anche BIERENS DE HAAN: «Nouvelles Tables...» (1867), pag. 91,1).

⁽²⁾ Vedi BOUSSE: «Cours de mathématique», pag. 230 - POTIN: «Formules et tables numériques...» (1926), pag. 754.

⁽³⁾ Poichè $1 \leq k \leq 0$ esiste sempre uno ed un sol arco α compreso tra 0 e $\pi/2$ per il quale è $\sin \alpha = k$.

L'ACCUMULATORE DI VAPORE RUTHS NELLE CENTRALI TERMO-ELETTRICHE

ALBERTO BERTSCHINGER

Introduzione.

L'energia elettrica rappresenta oggigiorno uno degli elementi indispensabili per lo sviluppo della vita industriale e per l'esercizio dei più svariati servizi pubblici. Fonte di attività e di benessere, essa non deve essere soggetta a interruzioni o comunque a irregolarità di servizio; perciò si impone ad ogni impresa produttrice d'energia elettrica, il problema della sicurezza, continuità e regolarità della distribuzione. Molti furono gli studi eseguiti, i sistemi proposti e adottati; nessuna soluzione pratica potè però eliminare la necessità della centrale termoelettrica di riserva.

L'allacciamento delle diverse centrali, la formazione di grandi bacini alpini, non bastano ad assicurare la funzione di riserva, cioè a garantire la continuità del servizio contro gli accidenti, ai quali purtroppo vanno soggetti gli impianti generatori elettrici; per tale funzione ora più che mai la centrale termica si impone come una necessità ⁽¹⁾.

Ma perchè il problema esaminato possa avere una soluzione veramente razionale, non basta ottenere regolarità, continuità e sicurezza del servizio; occorre anche tener conto di un altro elemento di importanza capitale: l'economia di esercizio. Cioè occorre realizzare le tre prime condizioni con la minima spesa di manutenzione ed il minimo impiego di capitale.

Un'importante applicazione a questo scopo, è l'installazione degli accumulatori di calore Ruths nelle centrali termo-elettriche. Di questo argomento si vuole appunto riferire nel presente articolo e non mediante fredde considerazioni teoriche, ma citando i risultati pratici ottenuti in due installazioni tipiche per le centrali termiche, e precisamente: in una centrale termica di riserva momentanea (per brevi interruzioni, messa in funzione istantanea) e in una centrale termica di riserva permanente (per i periodi di scarsa disponibilità di energia idroelettrica, periodi di magra, o in caso di gravi guasti nella centrale idroelettrica).

Prima però di descrivere questi due impianti sarà bene accennare i principi fondamentali su cui l'accumulatore Ruths basa il proprio funzionamento.

In un impianto termoelettrico la variabilità continua nella richiesta d'energia, cioè l'andamento irregolare del diagramma di carico, ha per effetto un consumo di vapore per kWh prodotto, molto superiore a quello richiesto in condizioni di carico normale e costante. Ciò è dovuto alle seguenti cause:

1) Basso rendimento delle caldaie e delle turbine a carichi notevolmente discosti dal carico normale (sia carichi ridotti che sovraccarichi).

2) Basso rendimento della combustione per le frequenti alterazioni del regime sulla griglia.

3) Perdite per funzionamento a vuoto (periodi in cui il carico si annulla).

4) Perdite durante i periodi di avviamento.

5) Perdite attraverso le valvole di sicurezza che si aprono quando il carico cade bruscamente, la diminuzione del regime in caldaia non potendosi realizzare con la stessa velocità.

Si cercarono tutti i mezzi atti a ridurre tali perdite ed i risultati raggiunti furono notevoli. Ciò nonostante le perdite di cui alle posizioni 1 e 2, anche attualmente presentano valori sensibili, che dipendono dal potere calorifico del combustibile e dalle brusche e inattese variazioni di carico. Allo scopo di ridurre la rapidità nelle variazioni di regime, si adottano caldaie a forte volume d'acqua la cui massa termica costituisce una notevole riserva di calore. Queste caldaie richiedono però un forte consumo di combustibile all'avviamento ed inoltre è necessario un lungo periodo di marcia prima di tornare alla pressione di esercizio quando, dopo una forte erogazione, la pressione in caldaia è notevolmente abbassata. Durante questo periodo le turbine, alimentate con una pressione inferiore alla economia, presentano un consumo specifico di vapore per kWh notevolmente supe-

⁽¹⁾ On. Ing. GIACINTO MOTTA: *L'Industria*, 1924, n. 15: «Sulle funzioni delle centrali termiche nella produzione dell'energia elettrica in Italia».

riore al normale. Dal punto di vista termodinamico si prospetta quindi la soluzione di ridurre al minimo il volume d'acqua della caldaia e immagazzinare in speciali corpi di riserva una conveniente massa d'acqua. Al verificarsi di un sovraccarico viene utilizzata la massa termica accumulata in questa riserva e ne risulta una caduta di pressione in tutto il sistema; data però la piccola massa d'acqua della caldaia, la pressione in questa viene rapidamente portata al valore normale, mentre quella nei corpi di riserva viene riportata in alto più lentamente mediante l'immissione delle quantità di vapore che man mano risultano eccedenti. Però un simile principio raramente si può applicare in pratica perchè:

1) date le elevate pressioni di esercizio a cui tende la tecnica moderna, le pareti dei corpi di riserva richiederebbero spessori fortissimi e ne risulterebbero costi proibitivi.

2) la quantità di vapore che può essere sviluppata da 1 m³ d'acqua alla temperatura di evaporazione, in seguito ad una certa caduta di pressione, diminuisce molto col crescere della pressione iniziale (vedi fig. 1). Ad esempio l'abbassamento

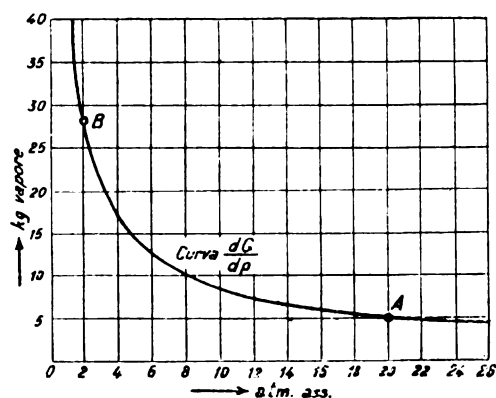


Fig. 1. — Kg. di vapore erogati a diverse pressioni iniziali, da 1 m³ d'acqua alla temperatura di evaporazione, per la caduta di pressione di atm.

della pressione di 1 atm. con una pressione iniziale di 2 atm. ass. provoca lo sviluppo di una massa di vapore cinque volte maggiore di quella sviluppata quando la pressione iniziale fosse di 20 atm. ass.

Ne risulta la seguente conclusione: realizzando l'accumulazione di energia termica a bassa pressione, il peso di ferro, richiesto per i corpi di riserva, risulta, a pari capacità termica, molto minore:

1) per lo spessore più piccolo delle pareti;

2) per la maggior capacità termica dell'acqua nel campo delle basse pressioni.

E' merito del Dott. Ing. Ruths di Stoccolma l'aver esaminato in modo completo lo svolgimento di questi fenomeni, ricavandone una brillante soluzione, che ebbe nella pratica industriale risultati veramente sorprendenti.

Tale argomento ha già una ricca bibliografia estera e nazionale ⁽²⁾; basterà ora ricordare che l'accumulatore Ruths come quello del Rateau e le locomotive senza focolare, basa il proprio funzionamento sulla proprietà che ha l'acqua, alla temperatura di evaporazione, di fornire vapore surriscaldato quando la pressione si abbassa o di condensare del vapore sottoraffreddato quando la pressione si eleva. Però in confronto agli altri due tipi di accumulatore, quello del Dott. Ruths ha le seguenti caratteristiche:

1) grande volume d'accumulazione;

2) applicazione dell'accumulatore nel campo delle basse pressioni;

3) forte salto di pressione tra il carico e lo scarico;

4) regolazione automatica della rete di vapore in cui l'accumulatore viene inserito, così da compensare tutte le variazioni nelle richieste di vapore sia ad alta che a bassa pressione.

Trasportando l'accumulatore nel campo delle basse pressioni e tenendo di parecchie atmosfere la differenza tra il carico

e lo scarico, fu possibile aumentare grandemente la quantità di vapore accumulabile per 1 m³ d'acqua, e si poté così raggiungere capacità fino ad ora credute impossibili: nella centrale elettrica della città di Monaco (Germania) la capacità dell'impianto di accumulatori Ruths installativi è di 56.000 kg. di vapore in due corpi.

Gli accumulatori Ruths, cilindrici con fondi sferici, si costruiscono per diametri sino a 7 m e lunghezze fino a 80 m. L'introduzione del vapore si ottiene mediante valvole speciali e un tubo distributore che, con adatti dispositivi, permette la condensazione silenziosa del vapore; la presa del vapore è regolata da un diffusore. L'isolamento dell'accumulatore presenta una perdita non superiore a 0,8 cal/ora m² 1° C. Infine per realizzare le caratteristiche esposte sotto la posizione 4), l'accumulatore deve essere provvisto di speciali organi di regolazione automatica, la cui determinazione risulta caso per caso da studi completi delle condizioni pratiche di esercizio.

Attualmente l'installazione di un accumulatore Ruths è infatti costituita essenzialmente da due speciali organismi: l'accumulatore propriamente detto e la centrale di regolazione.

Questa comprende le speciali valvole regolatrici che permettono di realizzare in pratica i compiti cui deve soddisfare l'accumulatore. Esse si possono in via generale suddividere in due soli tipi. Il primo è costituito dalle valvole speciali di regolazione le cui caratteristiche sono:

1) aprire quando la pressione a monte sale oltre un certo limite, chiudere quando essa scende;

2) aprire quando la pressione a valle scende sotto un certo limite, chiudere quando essa sale;

3) chiudere quando la pressione a valle tende a superare un determinato limite.

Queste funzioni possono essere combinate per una stessa valvola in varie maniere a seconda delle diverse condizioni di funzionamento.

Del secondo tipo sono le valvole di riduzione il cui scopo è di mantenere sempre costante la pressione a valle.

Perchè queste valvole possano effettivamente soddisfare ai loro diversi compiti, è necessario che esse sieno estremamente sensibili in modo che la più piccola variazione di pressione provochi l'intervento del dispositivo di regolazione. Molti furono i tentativi e le ricerche per arrivare ad un regolatore che permettesse praticamente il comando diretto della valvola principale senza l'intervento di relais o servomotore. Purtroppo però questi tentativi non ebbero successo; infatti non si riuscì mai con tali dispositivi a ridurre il campo di variazione della pressione (esso risultava sovente di qualche atmosfera) ed inoltre la sicurezza di funzionamento si presentava sempre molto incerta. Per avere un regolatore veramente efficace si dovette quindi ricorrere al principio del comando indiretto con servomotore comandato ad olio mediante una speciale valvola oscillatrice influenzata dalla pressione da regolare. Su tale principio è basato il regolatore AVA adottato nelle centrali di regolazione per l'accumulatore di vapore Ruths.

Inoltre per realizzare un controllo assolutamente perfetto, i regolatori sono provvisti di dispositivi compensatori. Secondo la costruzione dei regolatori AVA si può ottenere sia una compensazione aperiodica determinando cioè la cosiddetta regolazione isobara, che mantiene la pressione assolutamente costante, sia una compensazione periodica, per mezzo della quale si ottengono certe piccole variazioni, che sono utili in determinati casi. Queste variazioni permanenti possono essere variate entro larghi limiti.

Accennate così le principali caratteristiche, passiamo alla descrizione delle due installazioni menzionate che hanno speciale interesse nel campo dell'elettrotecnica.

1. - Riserva momentanea (Impianto di Malmo).

L'impianto di una centrale termica di riserva momentanea è risolta in varie maniere e precisamente:

1) Installazione di turbina a vapore con caldaie tenute permanentemente sotto pressione.

2) Installazione di turbine a vapore con accumulatore di vapore Ruths che funziona unicamente come riserva di energia momentanea, in modo da poter superare interruzioni che non abbiano durate maggiori di un'ora.

3) Installazioni di turbine a vapore con accumulatore di vapore Ruths e caldaie, che vengono messe in pressione solo all'inizio dell'interruzione; l'accumulatore serve a fornire l'energia dall'inizio dell'interruzione fino a quando le caldaie hanno

⁽²⁾ Dott. RUTHS: Zeitschrift des Vereins D. I., 1922, pag. 509 e seg. — E. G. CONSTAM-GULL: L'Industria, 1921, pag. 521: L'accumulatore di vapore Ruths. — Dott. Ing. MUNZINGER: Ruths-Warmespeicher in Kraftwerken. — Ing. A. CASANOVA: Il Vapore, 1923, pag. 4: Accumulatori di vapore. — Ing. M. MEDICI: L'Industria, 1924, pag. 633: Il calcolo termodinamico degli accumulatori di vapore, ecc.

raggiunte le condizioni di regime (riserva momentanea e permanente).

4) Installazione di motori Diesel con cui pure si ha una riserva momentanea e permanente.

La valutazione dei vari casi è assai complessa e il giudicarne la convenienza per mezzo di considerazioni teoriche, non è cosa facile e neppure convincente. Può invece essere utile il conoscere come tale problema fu risolto in un caso particolare e quali ne furono i risultati pratici ottenuti.

La stazione elettrica della città di Malmö (Svezia) riceve corrente alternata a 50.000 volt dalla centrale idroelettrica di Lagan e fornisce a mezzo sottostazioni, corrente alternata ad alcune parti della città e corrente continua a 220 volt per la distribuzione luce della città e per il servizio tramviario.

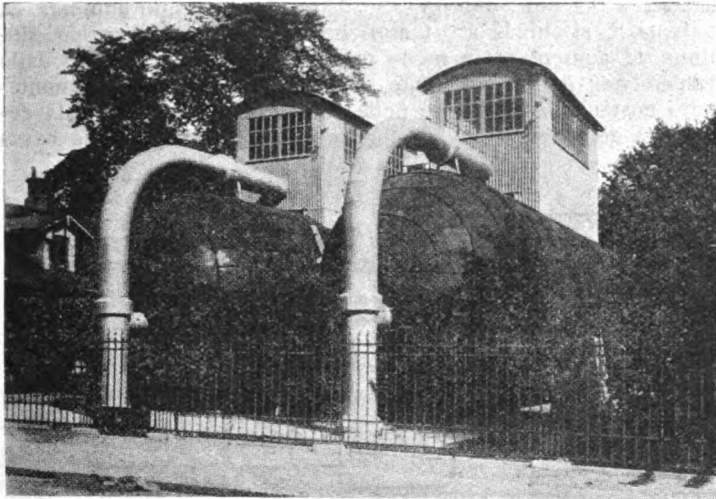


Fig. 2. — Gli accumulatori Ruths della Centrale Elettrica della Città di Malmö (Svezia).

Una centrale termica di 1000 kW faceva il servizio di punta, mentre era prevista una riserva momentanea per la sola distribuzione a corrente continua, mediante l'installazione di due batterie di accumulatori elettrici a piombo con una capacità di 1000 kW per tre ore. Si constatò però che questa riserva era insufficiente sia per capacità, sia perchè troppo sovente essa si trovava in condizioni da non potere venire utilizzata, proprio quando se ne richiedeva il funzionamento. Si decise quindi la costruzione di una centrale termica per riserva momentanea e si esaminarono in modo completo le varie soluzioni prospettate; il risultato di tali ricerche può venire riassunto nella seguente tabella:

	Turbine a vapore e caldaie	Turbine a vapore con accumulatore	Turbine a vapore con accumulatore e caldaie	Motori Diesel
Carico massimo . . kW	2310	2640	2640	2000
Costo d'impianto (*) Cr. sv.	1.557.800	1.258.700	2.083.100	1.689.700
Quota annuale per ammortamento im- pianto, interessi ca- pitale e spese ma- nutenzione . Cr. sv.	75.2	55.6	88.1	107
Spese per tenere in permanenza a di- sposizione la ri- serva . . . Cr. sv.	90.9	5.6	5.6	—
Costo totale dell'im- pianto . . . Cr. sv.	166.1	61.2	93.7	107

(*) La corona svedese nel periodo di tempo considerato valeva circa 5 lire italiane.

Si venne così all'installazione di un accumulatore Ruths di 456 m³ (vedi fig. 2) costituito da due corpi di 4 m di diametro e 19,2 m di lunghezza, la sua capacità è di 36.000 kg di vapore con un salto di pressione da 7 a 1 atm. eff.; vi corrisponde una riserva di 3750 kW per 3/4 d'ora.

L'accumulatore viene caricato dalle caldaie della centrale termica di punta; ed una volta caricato le perdite per irradiazione (circa 1/2 atm. al giorno) vengono compensate da una piccola caldaia elettrica che utilizza l'energia elettrica superflua durante la notte. La turbina a vapore alimentata dall'accumu-

latore può fornire una potenza continua di 3300 kW; essa è munita di speciali dispositivi di regolazione che permettono l'immissione del vapore davanti alla prima girante all'inizio della scarica, e poi automaticamente immettono il vapore davanti alle giranti successive man mano che la pressione nell'accumulatore discende; vi è inoltre una condotta d'immissione diretta dalle caldaie. La turbina così può fornire tutta la sua potenza tanto con la pressione delle caldaie, quanto con la pressione variabile dell'accumulatore dal massimo di 7 atm. al minimo di 1 atm. Lo schema di tale disposizione è indicato in figura 3.

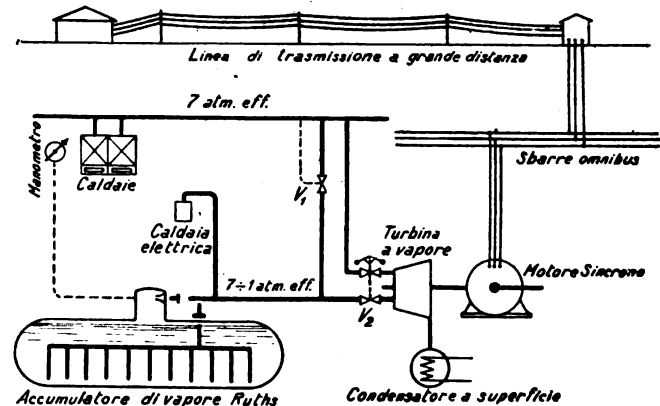


Fig. 3. — Disposizione schematica dell'impianto di Malmö.

Poichè l'installazione funziona solo come riserva momentanea, normalmente si sfrutta il generatore sincrono facendolo girare a vuoto come motore sincrono; esso determina quindi in modo permanente una corrente swattata che serve a rinfasare la corrente fornita dalla centrale idroelettrica e si guadagnano così circa 800 kW continui. Il motore sincrono trascina con sé la girante della turbina; per ridurre le perdite di ventilazione che ne derivano, si mantiene in modo permanente il vuoto nella turbina con una piccola pompa d'aria; le perdite considerate si riducono allora a circa 1 kW e l'irradiazione della turbina è largamente sufficiente per eliminare il calore corrispondente. Si raggiunge al tempo stesso lo scopo di mantenere la turbina in condizioni che permettano una messa in funzione praticamente istantanea. Infatti il regolatore centrifugo della turbina è agguistato in modo da chiudere completamente la condotta d'immissione del vapore nella turbina quando le condizioni del servizio sono normali. Se per una ragione qualsiasi, come ad esempio una interruzione della corrente dalla centrale idroelettrica, la frequenza diminuisce, il regolatore centrifugo entra immediatamente in funzione ed istantaneamente gli accumulatori forniscono il vapore necessario alla turbina. Occorre rilevare a questo punto che la condotta d'arrivo del vapore alla turbina è sempre sotto pressione e si ha a disposizione un separatore d'acqua largamente dimensionato.

Anche le macchine ausiliarie per la condensazione sono messe in funzione per mezzo di dispositivo automatico con regolazione ad olio e così la turbina può immediatamente fornire l'energia mancante.

L'installazione è dimensionata per una potenza continua di 3300 kW. Poichè l'impianto di riserva momentanea fa parte della centrale termica di punta, così l'accumulatore viene utilizzato soltanto per il periodo di tempo necessario alla messa in pressione delle caldaie a vapore, che vengono inserite nella rete di vapore non appena hanno raggiunto il regime richiesto. Quando poi cessa l'interruzione, gli accumulatori si ricaricano utilizzando la disponibilità delle caldaie avviate.

Per il lavoro a vuoto della turbina, del generatore e degli apparecchi ausiliari e per compensare le perdite nell'accumulatore e nelle tubazioni, vengono assorbite 220 kW continui, mentre sono circa 800 i kW continui guadagnati con il rifasamento. L'installazione costituisce quindi una riserva momentanea che, senza alcuna spesa d'esercizio, è sempre in condizione di immediata utilizzazione.

Poichè il tema delle interruzioni di servizio è purtroppo d'attualità per le grandi città, così crediamo interessante riportare un diagramma che illustra appunto il modo con cui funziona l'impianto di riserva di Malmö durante un'interruzione, (fig. 4) il diagramma dà, in funzione del tempo, il carico della centrale di distribuzione luce espresso in kW; trattasi di corrente continua a 220 volt erogata da converter alimentati normalmente dalla rete a corrente alternata della « Southern Swe-

den Power Comp. » e in caso di interruzione, dallo speciale turboalternatore dell'impianto di riserva momentanea.

Al momento dell'interruzione il carico sul circuito luce era di 3900 kW coperto per 3500 kW da due converter, e per i rimanenti 400 kW dalla batteria d'accumulatori elettrici; il turboalternatore di riserva girava a vuoto come rifasatore. Alle 5,18 pomeridiane avviene l'interruzione, la frequenza nel turboalternatore cade da 50 a 48; il regolatore centrifugo mette immediatamente in funzione la riserva e la distribuzione dell'energia viene subito ricondotta alle condizioni normali. La caduta di 200 kW riportata sul diagramma di carico al momento stesso della rottura, è dovuta alla rapida caduta di tensione che si determina nella batteria d'accumulatori elettrici per il brusco aumento del carico.

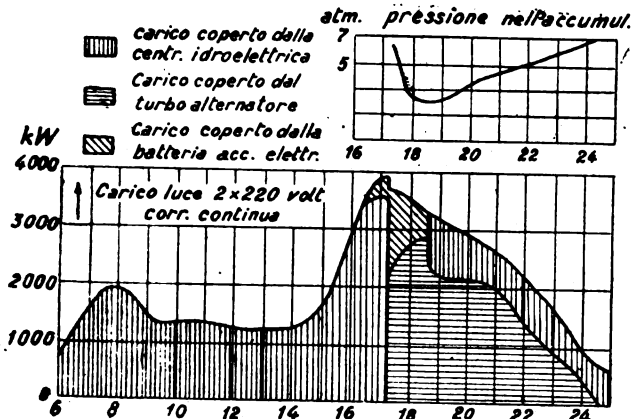


Fig. 4. — Diagramma di carico del servizio elettrico della città di Malmö (Svezia), durante un'interruzione sulla linea della centrale idroelettrica (22 novembre 1924).

Appena avvenuta l'interruzione vengono accese quattro caldaie ed alle 6,5' esse sono tutte in funzione ed alimentano direttamente il turboalternatore il cui carico è di circa 3500 kW, cioè 2950 kW corrente continua, essendo il rendimento dei converter circa l'85%. L'accumulatore ha dunque fornito il turbogeneratore di riserva dalle 5,18' fino alle 6,5', scaricando, da 7 fino a 2 atm. eff., circa 27.000 kg di vapore. Alle 6,41' cessa l'interruzione, il carico viene ripreso man mano dalla centrale idroelettrica, mentre la produzione delle caldaie, che non viene utilizzata dal turboalternatore, serve alla carica degli accumulatori di vapore. Il succedersi delle varie fasi dell'interruzione è chiaramente indicata nel diagramma.

Il caso ora descritto prospetta la soluzione di una centrale termo-elettrica di riserva momentanea avente una potenzialità piuttosto modesta; si comprende però come queste centrali possano venir costruite per potenze molto maggiori. Lo studio di problemi di questo genere porta ad esaminare un bilancio economico tra le spese d'impianto ed i vantaggi finanziari e tecnici che all'impianto stesso corrispondono. Ciò non si può a priori dire che la centrale di riserva momentanea debba esattamente corrispondere al pieno carico della centrale principale; infatti nella distribuzione d'energia elettrica mentre esistono servizi a cui è indispensabile assicurare la continuità di fornitura, per altri invece tale continuità non presenta i caratteri di necessità sufficienti, onde ammettere le maggiori spese che si debbono incontrare per un corrispondente aumento dell'installazione di riserva momentanea.

2. - Centrale termoelettrica come riserva permanente.

La centrale termoelettrica di riserva permanente, rimane di solito in servizio durante alcuni mesi dell'anno (periodi di magra) ed è obbligata a lavorare in condizioni sfavorevoli, funzionando in generale come centrale di punta. L'accumulatore Ruths anche in questo caso costituisce il mezzo più conveniente per raggiungere l'economia di esercizio: esso realizza infatti la compensazione delle forti punte, che saturariamente si producono nel carico della centrale. Ne risulta una produzione costante delle caldaie, la cui combustione si può così mantenere in modo permanente nelle migliori condizioni di rendimento.

L'inserimento dell'accumulatore Ruths può realizzarsi in diverse maniere. Nella fig. 5 l'accumulatore è inserito tra il gruppo ad alta e quello a bassa pressione della turbina a vapore, che è coassiale al generatore.

Il vapore è immesso nella parte ad alta pressione, attraverso la valvola di troppopieno S_1 ; questa è influenzata dalla

pressione delle caldaie e precisamente si apre automaticamente quando tale pressione arriva a 2/10 atm. sotto la pressione d'apertura delle valvole di sicurezza; essa si chiude invece automaticamente quando la pressione nelle caldaie scende a 3/10 atm. sotto la pressione d'apertura delle valvole di sicurezza. Si supponga che per un certo carico del generatore basti la quantità di vapore prodotta dalle caldaie. Se in tali condizioni il carico subisce una brusca riduzione, il regolatore Z_1 diminuisce l'ammissione alla bassa pressione, cosicché il vapore superfluo entra automaticamente nell'accumulatore. Se la caduta del carico è tale che Z_1 chiuda completamente l'ammissione alla bassa pressione ed anche il regolatore Z_2 cominci a chiudere l'ammissione all'alta pressione, allora l'eccesso di vapore prodotto dalle caldaie passa direttamente all'accumulatore attraverso la valvola S_2 . Questa seconda valvola di troppo pieno si apre a 0,1 atm. dopo S_1 . Se il carico in seguito aumenta, la valvola S_2 si chiude a 0,1 atm. prima di S_1 ; e se il carico continua ad aumentare in modo tale che il vapore prodotto dalle caldaie non è più sufficiente, allora S_1 chiude così da mantenere costante la pressione nella condotta delle caldaie e la deficienza di vapore è invece fornita dall'accumulatore alla bassa pressione.

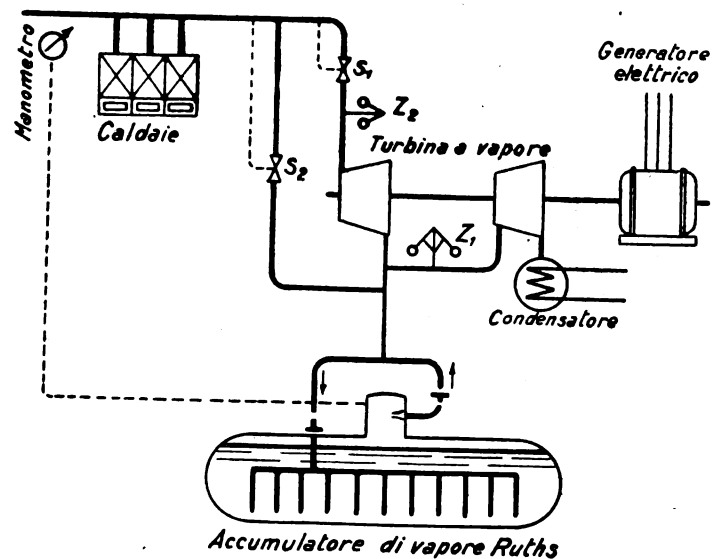


Fig. 5. — Inserzione dell'accumulatore Ruths tra il gruppo ad alta pressione e quello a bassa di una turbina a vapore.

Per quanto concerne l'economia realizzata da un impianto di accumulatore nelle centrali termoelettriche di punta il Dott. F. Münzinger ha esaminato in modo completo diversi casi. Nel diagramma, fig. 6, è indicata la parte superiore del diagramma di carico della centrale di una grande città; questa parte deve essere appunto coperta dalla centrale termo-elettrica di punta, mentre il carico principale pressoché costante e non indicato nel diagramma, viene coperto dalla centrale idroelettrica.

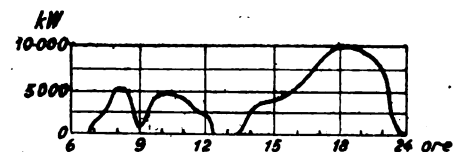


Fig. 6. — Diagramma di carico della centrale termo-elettrica di una grande città.

Come risulta dal diagramma, il carico della centrale termo-elettrica dura dalle 6,45 alle 20,30 e in tale intervallo presenta delle punte fino a 10.000 kW, che si succedono in modo irregolare, con un'interruzione di 1 e 1/2 ora tra le 12 e le 13 1/2. Ora il Dott. F. Münzinger ha determinato i valori che assumerebbe il rendimento delle caldaie se il vapore necessario fosse fornito da 5, 4, 3, o 2 caldaie ciascuna avente una produzione corrispondente a 2000 kW. Con 5 caldaie non occorre l'accumulatore (caso primo) con 2 caldaie la compensazione del carico risulterebbe perfetta (caso quarto).

Si ammetta una comune installazione di caldaie a tubi d'acqua con due corpi; riferendosi al caso ideale di regime perfettamente costante e quindi a massimo rendimento, per vari casi esaminati, si avrà un maggior consumo di carbone a causa

degli avviamenti, delle interruzioni di esercizio e delle perdite per servizio a carico ridotto. Assumendo come 100 % il caso ideale, la differenza è del 37 % nel caso primo e del 4,5 % nel caso quarto (vedi fig. 7).

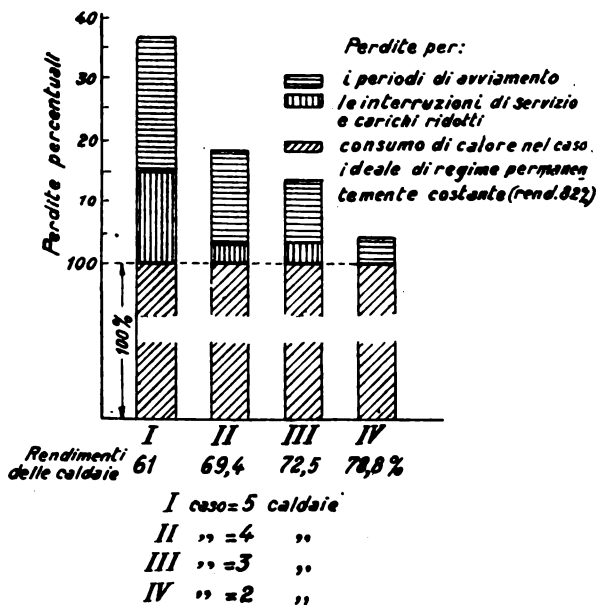


Fig. 7. — Consumo di combustibile per il diagramma di carico, fig. 5, senza o con diversi gradi di compensazione dei carichi ottenuta mediante l'installazione di un accumulatore Ruths.

Nella fig. 8 viene invece preso come cento per cento il maggior consumo termico che si ha nel primo caso rispetto al caso ideale di regime costante. A questo maggior consumo furono riportati i maggiori consumi che si hanno nei casi 2-4 non lavorando, sia le caldaie che le turbine, a carico continuo e normale. Nell'esercizio dell'accumulatore è poi da osservare che al posto di una o più turbine a condensazione, come nel

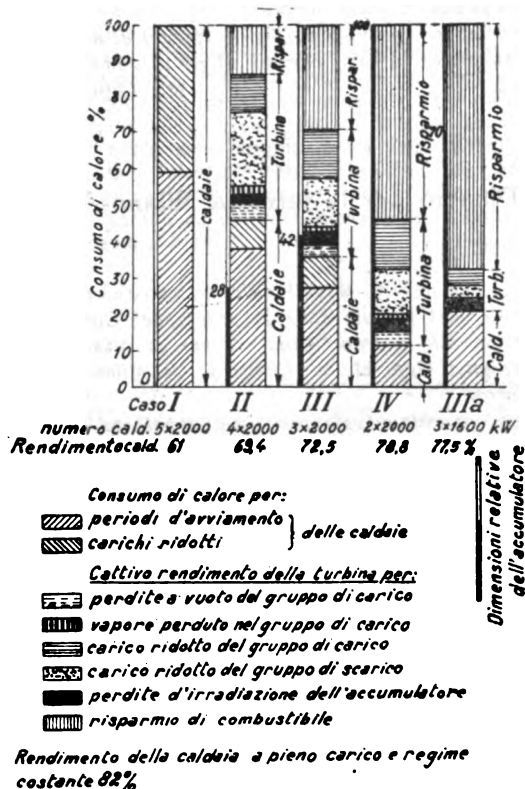


Fig. 8. — Analisi delle singole perdite nelle caldaie nella turbina e nell'accumulatore, nei vari casi esaminati di diversa compensazione del diagramma di arrivo, fig. 5.

primo caso, si ha la combinazione di una o più turbine a condensazione completa con una turbina speciale per il servizio d'assieme con l'accumulatore; questa turbina ha il gruppo ad alta pressione per cui passa il vapore quando va a caricare

l'accumulatore (gruppo di carico), e il gruppo a bassa pressione che viene traversato dal vapore di scarico dell'accumulatore (gruppo di scarico). Perciò ne risultano particolari casi di distribuzione del carico cui corrispondono diversi consumi specifici di vapore nella turbina. Inoltre coll'esercizio dell'accumulatore si devono considerare le perdite che avvengono per il funzionamento a vuoto e per il raffreddamento del vapore nel gruppo di carico, il maggior consumo di vapore per le condizioni di carico parziale e le perdite di raffreddamento dell'accumulatore. I valori particolari di queste perdite sono rappresentati nella figura 8. La parte superiore tratteggiata verticalmente nei bilanci particolari, dà il risparmio di carbone rispetto al primo caso. La fig. 8 dimostra ancora come le perdite delle caldaie diventano tanto più piccole quanto più completa è la compensazione del carico e nello stesso modo si comportano anche le perdite delle turbine.

Complessivamente le perdite raggiungono il valore minimo nel quarto caso. Se si ammette del 100 % la grandezza dell'accumulatore in quest'ultimo caso, la grandezza proporzionale sarà nel secondo caso del 28 % e nel terzo caso del 42 % (la parte completamente piena della striscia sottile posta a sinistra del bilancio e le cifre scritte in corsivo, danno appunto la grandezza proporzionale dell'accumulatore nei singoli casi).

Paragonando il comportarsi delle stesse perdite nei vari casi, ci si può addentrare ancor più nell'esame del problema e risultò così che i risparmi complessivi massimi si ottenevano con tre caldaie ciascuna con un carico corrispondente a 1600 kW ed un accumulatore il cui volume è del 70 % dell'accumulatore del quarto caso; questa soluzione è indicata nella fig. 8 come caso III°. I risparmi annuali complessivi realizzati con questa soluzione nelle spese d'esercizio (spese di carbone, servizi, interessi e ammortizzamento del capitale) rispetto all'esercizio senza accumulatore (primo caso) importarono una somma di ben 4,8 milioni di marchi oro in base ai prezzi del 1° giugno 1922. Questa cifra è di per sé stessa troppo eloquente per aggiungere altre considerazioni sui vantaggi dell'installazione dell'accumulatore Ruths.

Ridando ora uno sguardo generale alle ricerche che siamo andati esponendo, possiamo così riassumere i criteri fondamentali per l'installazione dell'accumulatore Ruths nelle centrali di punta:

A) Impianto caldaie.

- 1) Determinazione adatta del numero e della grandezza delle caldaie.
- 2) Determinazione adatta dell'orario d'esercizio giornaliero delle caldaie.

B) Turbine e accumulatore.

- 1) Grado più conveniente della compensazione del carico.
- 2) Giusta divisione del carico tra le centrali di punta e le centrali lontane.
- 3) Giusta previsione delle turbine a condensazione e di quelle speciali per il servizio d'assieme con l'accumulatore.
- 4) Giusta e possibilmente automatica, divisione del carico tra i due tipi sumenzionati di turbina in modo da realizzare le minime perdite individuali in ogni turbina.

In riguardo alle turbine a vapore che debbono funzionare col vapore alimentato dall'accumulatore accenneremo ad una soluzione interessante dal punto di vista economico: una turbina ad alta pressione (ad esempio 24 kg/cm²) è provvista di una seconda ammissione davanti alle giranti della bassa pressione (ad esempio 2 kg/cm²). La turbina è dimensionata in modo che con vapore ad alta pressione (24 kg/cm²) la potenza sviluppata è di 10.000 kW; se invece il vapore viene immesso a bassa pressione (2 kg/cm²) la potenza ottenuta è circa la metà.

Tale gruppo turbo alternatore normalmente può funzionare nelle stesse condizioni del gruppo descritto per l'impianto di Malmö, cioè esso gira permanentemente allo scopo di rinforzare la corrente fornita dalla centrale principale; al tempo stesso esso rimane disponibile in ogni istante per il funzionamento d'assieme con l'accumulatore come riserva momentanea d'energia con una disponibilità di 5000 kW. Invece nei periodi di magra l'intera centrale termica entra in funzione ed allora la turbina, alimentata direttamente dalle caldaie, dà una potenza normale di 10.000 kW.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul riscaldamento elettrico dei treni.

Riceviamo:

Mi permetto di fare alcune osservazioni sugli articoli comparsi nell'Elettrotecnica a proposito del riscaldamento elettrico dei treni.

Il fabbisogno in watt per ogni vettura non pare sia stato determinato se si passa dagli 8 ai 15 kW nei due articoli. Il solo dato di fatto pare sia la richiesta di 100 kg per ora di vapore. Sarebbe interessante sapere quante calorie vengano utilizzate realmente di quelle che si possono ottenere dalla condensazione di tale quantità di vapore.

A quanto io so per ogni metro cubo di vettura si installano da 0,10 a 0,15 m² di tubi, ed ogni metro quadrato di tubo condensa da 2 a 2,5 kg di vapore-ora. Tenendo i due valori medi di 0,125 m² e di 2,25 kg per m² e tenendo la cubatura di 200 m³ si arriva ad una utilizzazione di 56 kg di vapore, cioè ad un rendimento delle condotte del 56 %.

Supposto di scaricare la condensa a 100° e di avere il vapore a una pressione media di 4 kg/cm² per ogni kg di vapore si otterranno circa 550 calorie, ed in totale, per i 56 kg 31.000 calorie all'ora, alle quali corrisponde una potenza, nei radiatori elettrici, di 35 kW.

La installazione di sedici radiatori elettrici a 1500/2000 volt nelle vetture, se si tengono presenti le condizioni disagiate di spazio, la necessità di dispositivi di sicurezza e di regolazione, la delicatezza delle connessioni fra vettura e vettura, ecc.; potrà importare almeno L. 20.000 per vettura.

Se si prende come base un treno di dieci vetture non si potrà limitare il calcolo alle sole vetture formanti il treno, ma si dovrà tenere presente che di vetture così attrezzate molte correranno su linee non elettrificate sulle quali il treno continua la sua corsa, molte saranno nei depositi e nelle stazioni o nelle officine di riparazione. Non ho pratica di trazione, ma penso che convenga portare le spese di interesse, manutenzione ed ammortamento sopra un numero triplo di vetture, così che la spesa di impianto riferita al treno campione sarà di L. 600.000 per i radiatori e le linee, più L. 60.000 per due trasformatori montati sulle locomotive.

Le spese per interessi, manutenzione ed ammortamento sono state supposte del 7 %; la pratica mostra come gli impianti industriali a resistenze, a tensioni di solo qualche centinaio di volt, ed in condizioni di impianto e di esercizio molto più vantaggiose, richiedano spese di manutenzione molto forti, e se per le caldaie elettriche si è supposto ammontino al 12 % per l'impianto a radiatori elettrici non si può stare al disotto del 20 %.

Una caldaia elettrica capace di dare 1000 kg di vapore ora, assorbendo 750 kW munita di tutti i dispositivi ed accessori necessari per evitare gli inconvenienti lamentati nelle prove già fatte dalle FF. SS., e montata sul bagagliaio del quale essa occuperà uno spazio molto piccolo, importerà una spesa di circa L. 80.000. Suppongo che di tali caldaie ne occorrerà un numero doppio di quello dei treni, cosa che è giustificata dal fatto che il bagagliaio non segue le sorti delle vetture in tutto il loro viaggio e che la caldaia elettrica può essere trasbordata sopra un altro bagagliaio nel caso quello in servizio dovesse essere mandato in officina per riparazioni.

Tenendo 1000 ore di funzionamento per anno ed il prezzo della energia a 30 centesimi per kWh le spese di esercizio nei due casi saranno:

Riscaldamento con radiatori elettrici.

Interessi, ammortamento, manutenzione:

Radiatori e linee	20% su L. 600.000	L. 120.000,—
Trasformatori	12% su L. 60.000	» 7.000,—
Spesa per la energia:		
35 kW per 1000 ore a 0,30		» 105.000,—
Totale		L. 232.000,—

Riscaldamento con caldaia elettrica.

Interessi, ammortamento, manutenzione:

Caldaia elettrica ed accessori 12% su 160.000 . . .	L. 19.200,—
Spesa per la energia:	
75 kW per 1000 ore a 0,30	» 225.000,—
Totale	L. 244.200,—

Quindi per ora di funzionamento:

Con radiatori elettrici	L. 232,20
Con caldaia elettrica	» 244,20

Occorre tener presente che la possibilità data dal vapore di proporzionare il riscaldamento alla temperatura esterna, cosa che non si può fare con una buona approssimazione con i radiatori elettrici senza complicare in modo dannoso l'impianto, permette una economia di esercizio non indifferente.

Se si pensa poi a generalizzare l'impianto dei radiatori a tutte le vetture a carrelli in servizio sulle Ferrovie, le quali non potranno mai essere tutte elettrificate, allora la differenza nelle spese di impianto aumenta di molto, se si tien conto che il numero delle caldaie elettriche sarebbe presso a poco corrispondente al numero dei locomotori elettrici.

L'applicazione delle caldaie non può effettuarsi quando si tratti di trazione a corrente continua; non annulla la differenza di riscaldamento fra gli estremi del treno e la possibilità che la formazione di ghiaccio nelle tuberie ostacoli il passaggio del vapore.

I primi due svantaggi sono inevitabili, ma essi non peggiorano le condizioni attuali di servizio. Al terzo fa riscontro la possibilità e la frequenza della rottura in uno degli avvolgimenti dei radiatori messi in serie, con messa fuori servizio del riscaldamento di tutta la vettura. La formazione di ghiaccio si può evitare con l'attenzione, e la si evita: la bruciatura degli avvolgimenti è una conseguenza inevitabile del loro funzionamento, ed avviene qualunque sia la temperatura esterna.

Di contro i vantaggi sono:

1) possibilità di riscaldare tutte le vetture ferroviarie senza modificare gli impianti esistenti;

2) nessuna aggiunta di nuovi pericoli ai parecchi che già minacciano i viaggiatori. Un recente disastro sopra una linea elettrificata può dare una idea di quello che sarebbe avvenuto se tutto il treno fosse stato percorso da una linea a 1500/2000 volt;

3) possibilità di togliere dal bagagliaio la caldaia ed i suoi accessori quando il riscaldamento divenga inutile.

Credo quindi che il problema del riscaldamento dei treni con caldaie elettriche per produzione di vapore meriti di essere studiato, poichè non si possono trarre conseguenze assolute dai risultati delle prove già fatte dalle FF. SS. Tali prove hanno dimostrato non che il sistema fosse cattivo, ma che le limitazioni di spazio imposte per il collocamento della caldaia ad alta tensione sulla locomotiva hanno impedito di darle quelle dimensioni che sono necessarie. La caldaia elettrica per sua natura non può essere ridotta al di là di certe dimensioni che sono determinate dalla differenza di potenziale fra gli elettrodi, senza ricorrere a ripieghi non soddisfacenti negli impianti fissi e non ammissibili in quelli mobili.

Nè può essere una ragione per gli Italiani di non studiare la questione in un senso, il fatto che all'estero si siano eseguite prove in altro senso.

Ing. GIOVANNI MASCARINI.

* *

Dinamo per la ferrovia Milano-Agordo.

Riceviamo:

A pag. 203 del N. 9 dell'Elettrotecnica del corrente anno, nella relazione del verbale della 2ª seduta del Congresso di Napoli, è riportato un mio accenno sulla dinamo ad alta tensione costruita dalla Compagnia Generale di Eletticità di Milano per la Ferrovia Bribano-Agordo.

Ritengo opportuno aggiungere che la potenza della dinamo è di kW 500 non di kW 400 come dissi a Napoli; per quanto riguarda poi la tensione, pur essendo stata fissata in 2200 volt quella di esercizio, la macchina è stata calcolata per 2400 volt per un complesso di circostanze che possono così riassumersi:

La dinamo è azionata da turbina idraulica, a cui è pure direttamente accoppiata una dinamo per servizio di elettrolisi da kW 1130 la quale richiede la quasi totalità della potenza della turbina; sicchè dato lo speciale complesso e simultaneo funzionamento dei due servizi (elettrolisi e trazione) si verificano sovente degli scarti di velocità che portano — alle volte — la dinamo e quindi tutto l'impianto di trazione a funzionare a tensioni sensibilmente superiori a quella di esercizio di 2200 volt.

In tali condizioni, il funzionamento della dinamo si è mantenuto sempre ottimo.

Inoltre, c'è da tenere presente che trattandosi di un impianto alpino, alle cause di corto circuito, comuni a tutti gli impianti di trazione, se ne aggiungono altre dovute a rottura della linea di contatto per la caduta di frane.

Ing. L. LACCETTI.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione.

:: Sunti e Sommari ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

E. L. HOUGH — Interruttori a richiusura automatica per corrente continua in impianti industriali. (Gen. El. Rev., dicembre 1925, pag. 826).

È noto che gli interruttori a richiusura automatica consentono di accrescere la potenza dell'impianto, senza ricorrere ad ulteriori macchinari generatori assicurando la continuità della fornitura dell'energia in condizioni normali di funzionamento, garantendo la protezione dei macchinari installati escludendo qualsiasi errore di manovra dopo interruzioni alla ripresa del servizio e rendendo possibile di economizzare nel rame delle linee di alimentazione, senza contare il risparmio nelle spese di personale. Inoltre vi sono altri vantaggi che è difficile valutare in denaro, ma che non per questo hanno minore importanza. Basta ricordare la serie delle operazioni di manovra in una sottostazione manuale e confrontarla con quella di una sottostazione automatica nelle stesse condizioni. Quando si ha un corto circuito in una sottostazione manuale, di un impianto di miniera, ad esempio, l'interruttore scatta e un suono di campanello richiama l'attenzione del personale di servizio. Questo occorre e, dopo aver parecchie volte richiuso l'interruttore con conseguenti continui scatti dello stesso, si convince che il corto circuito è permanente e attende comunicazioni dal personale di servizio in maniera che il circuito è di nuovo libero, prima di richiudere l'interruttore. In queste operazioni, come è evidente, va perduto molto tempo con conseguente danno per la ripresa del servizio. Nelle sottostazioni automatiche invece, appena l'interruttore è scattato automaticamente, si richiude e, se la linea di contatto per servizio dei vagoncini dell'impianto di miniera preso ad esempio, è munita di sezionamenti automatici, è possibile riprendere immediatamente il servizio, escluso solo il tronco, ove si è verificato il corto circuito.

L'A. descrive poi lo schema di connessioni quasi esclusivamente adottato per servizi industriali, e denominato del tipo «a indicazione del carico», pel quale viene impedita la richiusura dell'interruttore quando il carico è tale che si avrebbe immediatamente di nuovo lo scatto. Le caratteristiche principali di funzionamento di un impianto del genere sono le seguenti: scatto dell'interruttore per un sovraccarico, richiusura dopo un certo intervallo di tempo e solo quando le condizioni di carico sono ritornate normali. Lo scatto è realizzato per mezzo di relais in serie i cui contatti si aprono, quando si ha il sovraccarico, e determinano lo scatto del contatore. In seguito a ciò entra in funzione un relais a tempo ritardato che determina la chiusura dopo l'intervallo di tempo per cui è tarato, e solo se un sistema di altri tre relais lo consente, dopo che questo ha permesso di stabilire automaticamente se le condizioni di carico sono ridivenute normali. I vari relais e gruppi di relais sono assolutamente indipendenti, in modo che possono essere tarati ciascuno per le condizioni più varie. A questi requisiti teorici corrisponde poi la eccezionale robustezza degli apparecchi usati, che garantisce un funzionamento assolutamente sicuro degli impianti di questo genere.

C. G. E.

ELETTROFISICA.

E. V. APPLETON - M. A. F. BARNETT — Teoria magnetosferica della propagazione delle onde elettromagnetiche. (The El., Vol. XCIV, N. 2446, aprile 1925, pag. 398).

Analiticamente e, nella sua forma più semplice, il problema della propagazione di onde elettromagnetiche si riduce alla ricerca del campo elettromagnetico generato, in un certo punto dello spazio, da un dato oscillatore.

La ricerca viene generalmente fatta partendo dalle equazioni di Maxwell e prefissando le condizioni ai limiti che definiscono il sistema oscillatorio. Se questo è un'antenna radiotelegrafica, tali condizioni risultano da ciò che, da un lato il campo è limitato dalla superficie della terra, mentre dall'altro lato la radiazione è libera. Assimilando la terra ad una sfera perfettamente conduttrice ed isolata nello spazio, si giunge alla teoria della «diffrazione»; teoria che si è dimostrata insufficiente a spiegare i fenomeni osservati alle grandi distanze e con le grandi lunghezze d'onda usate nella radiotelegrafia. Infatti è noto ⁽¹⁾, come la potenza oscillatoria ricavabile a distanza per effetto di un aereo oscillante su grandi lunghezze d'onda, risulti senza confronto più grande che non quella che indicherebbe la teoria. Di fronte a tale contrasto, gran parte degli studiosi ammise che la causa del rinforzarsi

degli effetti della diffrazione (necessaria per spiegare le grandi portate) fosse dovuta alla presenza, nell'alta atmosfera, di uno strato ionizzato.

Gli AA. osservano, che l'intervento dell'atmosfera si presenta particolarmente importante se si vogliono spiegare i fenomeni che si rilevano nella propagazione delle onde corte. Così, nel campo di queste, per interpretare le ragioni della variazione di intensità dei segnali ricevuti di giorno rispetto a quelli ricevuti di notte, si è condotti ad ammettere che possa esservi interferenza fra le onde che si propagano lungo la terra e quelle riflesse dal detto strato ionizzato. Gli AA. ritengono di poter trovare una conferma «a posteriori» in favore di tale ipotesi, citando i seguenti risultati sperimentali da loro ottenuti:

Valendosi di un trasmettitore utilizzato normalmente per diffusioni radiofoniche (lunghezza d'onda 300-500 m) eseguirono una serie di emissioni cambiando volta per volta ed opportunamente, la lunghezza d'onda. Orbene, in corrispondenza di un ricevitore posto ad una distanza di 160 km circa furono notate bande di interferenza: constatazione che può assumersi come una dimostrazione dell'esistenza di due o più onde propagantisi secondo direzioni diverse, e dell'effettivo intervento dell'atmosfera nella propagazione. D'altra parte, dal punto di vista fisico, come può spiegarsi simile esistenza? A tale scopo, gli AA. si riferiscono agli studi di Nicholls e Schelling ⁽²⁾ e, adottando le vedute di questi, propongono una nuova teoria della propagazione cui danno il nome di «magneto-ionica».

È noto che la velocità di fase di un'onda elettromagnetica propagantesi lungo il campo magnetico terrestre, è alterata, per la presenza di questo, dal valore:

$$v = c \left(1 - \frac{4\pi N e^2}{\omega^2 m} \right)^{-\frac{1}{2}}$$

al valore:

$$v = c \left(1 - \frac{4\pi N e^2}{\omega^2 m \pm H e \omega} \right)^{-\frac{1}{2}}$$

dove: c è la velocità delle onde nel vuoto, N è il numero degli ioni per cm^3 , e ed m rispettivamente la loro carica e massa, ω la pulsazione della radiazione, H il vettore «campo magnetico» alla superficie della terra. Il doppio segno che compare al denominatore della seconda equazione, corrisponde alle due onde polarizzate circolarmente, in cui può immaginarsi scomposta l'onda, polarizzata linearmente, emessa dal trasmettitore. Tali onde polarizzate circolarmente, possedendo due diverse velocità, si propagano nell'atmosfera non solo seguendo percorsi differenti, ma anche con differente velocità di fase: ci si può quindi attendere che tutti i fenomeni associati con la polarizzazione rotatoria possano qui opportunamente comparire. Infatti, l'antenna di ricezione può pensarsi come l'immagine del prisma di Nicol del corrispondente problema ottico.

Si supponga ora che i due termini $\omega^2 m$ ed $H e \omega$ siano dello stesso ordine di grandezza. In tal caso, se la propagazione di un'onda elettromagnetica è attribuibile ad una vibrazione di elettroni e , se prendiamo come valore medio del campo magnetico terrestre 0,3 gauss, è presumibile che fenomeni anormali debbano verificarsi in corrispondenza di lunghezze d'onda di 350 m. Ora è notevole il fatto che l'attenuazione dei segnali (il così detto «tading», è molto più marcato per onde di lunghezza compresa fra 200 e 500 m che non per quelle esterne a tale gamma. Gli AA. ammettono quindi senz'altro che tale effetto sia attribuibile alle grandi alterazioni, che piccole variazioni di N o di H , determinano nella velocità di fase di onde elettromagnetiche, la cui lunghezza si aggira intorno al valore critico definito dall'eguaglianza di $\omega^2 m$ a $H e \omega$.

Circa poi la differenza dell'intensità dei segnali osservati di giorno rispetto a quelli osservati di notte, gli AA. ammettono che ciò sia dovuto alla differenza di altezza e di uniformità dello strato ionizzato.

V. Go.

IMPIANTI.

T. G. LE CLAIR — Sbarre per correnti di grande intensità a 60 periodi. (J. A. I. E. E., gennaio 1926, pag. 9).

L'A. osserva come si renda sempre più frequente il caso di sbarre che debbano trasportare parecchie migliaia di A. a tensioni relativamente basse. In questi casi acquistano rilevante importanza due fenomeni secondari: il così detto skin effect e le tensioni indotte in una sbarra dal campo generato dalle correnti nelle sbarre vicine, campo che non è uniforme.

Di questi due fenomeni può essere tenuto conto esatto matematicamente quando si tratti di sbarre a sezione cilindrica o tubolare; per sbarre rettangolari, come casualmente si fanno, non è praticamente possibile impostare un calcolo esatto della distribuzione della corrente sulla sezione di ciascuna sbarra e calcolare quindi le perdite e i riscaldamento.

L'A. ha eseguito a questo proposito numerose esperienze usando un circuito trifase con tre sbarre lunghe circa 7 m e inserite fra un

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, 1920, vol. VII, pag. 269 e Boll. R. T., vol. I, n. 9, pag. 210.

⁽²⁾ NICHOLLS e SCHELLING: «Nature», 7 marzo 1925.

trasformatore e tre anelli di un convertitore rotante da 3900 kW a 230 V. Il convertitore poteva essere fatto funzionare in parallelo con un'altra macchina sul lato a corrente continua e si poteva così facilmente regolare la corrente fino ai valori massimi.

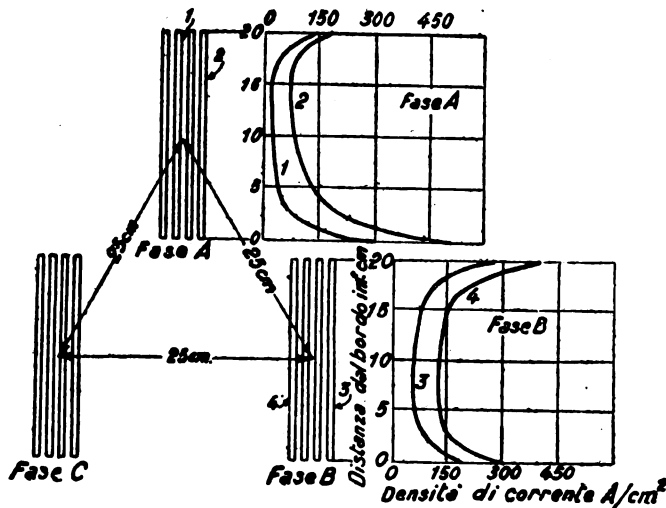


Fig. 1.

Durante le prove si prendevano numerose misure di temperatura mediante termocoppie connesse alle sbarre nella loro zona di mezzo. La caduta di tensione per l'impedenza veniva misurata mediante conduttori rettilinei perpendicolari alle sbarre prolungati tanto da essere

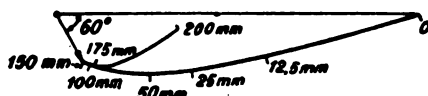


Fig. 2.

fuori dall'influenza del circuito magnetico. Veniva poi misurata anche l'intensità di corrente in diverse parti della sbarra, con un metodo analogo a quello descritto da C. F. Wagner nell'Electrical World del 18 marzo 1922.

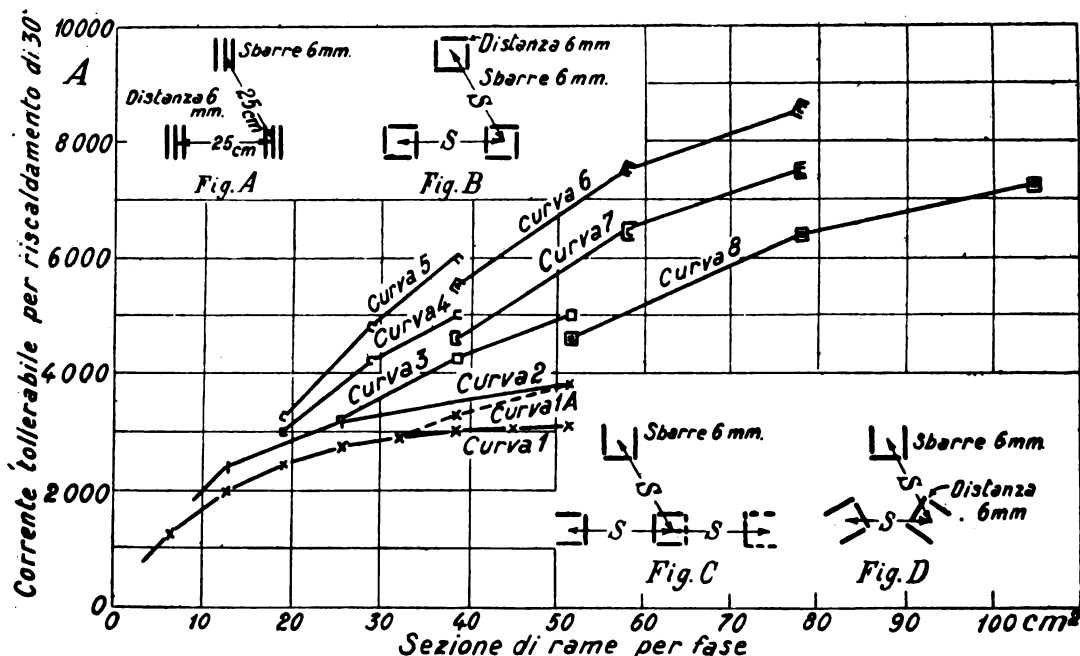


Fig. 3.

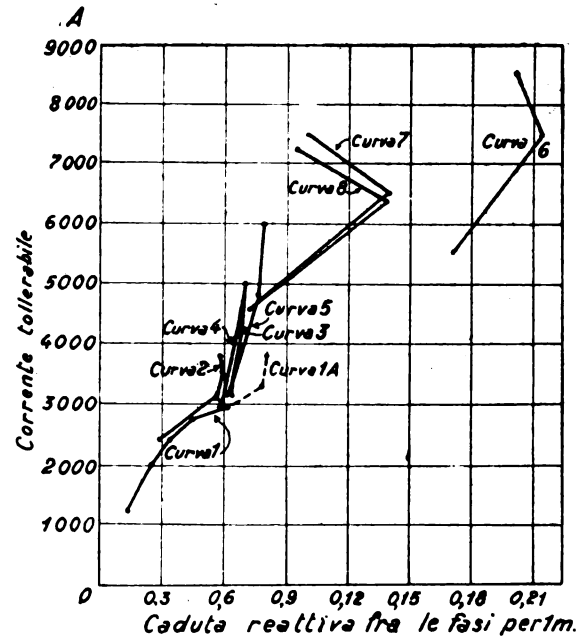
La figura 1 serve a dare l'idea dei fenomeni che si manifestano nel caso di tre sbarre trifasi, collocate simmetricamente. Ogni sbarra era composta di quattro piattine di mm 203 x 6,35; la corrente era di 4000 A per fase.

Come si vede, nella sbarra superiore la corrente percorre quasi totalmente la parte inferiore di essa, tantoché la zona superiore della sbarra ha più che altro una funzione di radiatore del calore. La fig. 2 mostra le relazioni di fase fra le correnti nei diversi punti della superficie della sbarra; i numeri segnati della figura indicano le distanze dal bordo inferiore della piattina esterna 2 della sbarra superiore. La corrente, nel punto di densità minima, ritarda di 60° su quella del bordo inferiore; internandosi nel corpo della sbarra, il ritardo rispetto alla corrente del bordo inferiore esterno della sbarra, aumenta fino a giungere molto vicino a 180° nella zona più interna. E' così che, nel caso di quattro sbarre poste ai vertici di un

rettangolo, la aggiunta di una quinta sbarra centrale aumenta le perdite ed i riscaldamenti.

Dalle sue esperienze l'A. ha dedotto le curve di figura 3 le quali indicano il campo di applicazione di diversi tipi costruttivi di sbarre trifasi per le quali il riscaldamento sulla temperatura ambiente riesce non superiore a 30°.

Fino a 3000 A. la reattanza delle sbarre non ha molta importanza, ma oltre questo limite, specialmente per tensioni basse, essa



sturbi derivano da fenomeni galvanici, elettrostatici ed elettromagnetici che si manifestano fra il circuito della corrente di trazione e quello a corrente debole. L'impiego della terra come conduttore di ritorno nel circuito di trazione, rende difficile la trattazione matematica dei diversi fenomeni perchè la ripartizione della corrente fra le rotaie e la terra varia continuamente a seconda della natura del terreno, della qualità e delle condizioni dell'armamento, delle condizioni meteorologiche e dello schema di alimentazione. Di più, i casi più pericolosi non si verificano in condizioni normali di esercizio, ma in presenza di corti circuiti in linea, nelle quali circostanze, riesce ancor più difficile inquadrare il fenomeno in cifre.

Per ovviare a questi disturbi, sono stati escogitati diversi provvedimenti i quali però non si trovano mai applicati contemporaneamente nello stesso impianto, bensì soltanto quelli che, a seconda delle caratteristiche di ciascuno di essi, si sono dimostrati sufficienti per consentire un servizio regolare.

Scandinavia. — In questa regione vi sono quattro gruppi di linee elettrificate, tutte col sistema monofase: la ferrovia di Riksgränsen con una lunghezza di 472 km, a 16.000 volt 15 periodi; la Nordmark-Klarälven con 150 km a 16.000 volt, 25 periodi; la Stoccolma-Göteborg con 458 km a 16.000 volt, 16,6 periodi e la Oslo-Drammen con 51 km a 15.000 volt, 16,6 periodi.

Lungo la prima, le linee di telecomunicazione sono aeree, spostate ad una distanza media di 50 m dalla sede ferroviaria, non potendosi andare più in là per le condizioni locali del terreno, e sono tutte a circuito metallico bifilare.

A protezione contro i disturbi di origine elettrostatica è stato impiegato un doppio conduttore di controtensione montato in testa alla palificazione della linea di contatto, il quale serve anche per alimentare a frequenza normale, il servizio di illuminazione lungo la linea. Contro i disturbi di origine elettromagnetica, sono stati impiegati trasformatori succhiatori disposti a intervalli di circa 1400 metri e precisamente in corrispondenza agli amarraggi della linea di contatto: con ciò si risparmiano gli interruttori di sezione che altrimenti sarebbero necessari per l'inserzione sulla linea del primario dei trasformatori; il secondario è in serie sulle rotaie. Queste sono provviste di connessioni di rame ai giunti, da 50 mm². Le sottostazioni sono distanziate di 35 km circa ed alimentano contemporaneamente dalle due estremità i tronchi interposti. La linea di contatto a catenaria è formata da una corda portante di rame da 50 mm² e da un filo di contatto pure di rame da 80 mm². La resistenza apparente del circuito è di circa 0,3 ohm-km.

Nella costruzione di tutto il macchinario elettrico destinato a questo impianto, compresi i motori di trazione, si è avuta cura di eliminare per quanto possibile le armoniche.

La tensione indotta nelle linee a corrente debole, che era di 8 volt per 100 amp-km prima dell'inserzione dei trasformatori succhiatori, si ridusse, coll'impiego di questi, a 0,3 volt per 100 amp-km.

La linea Nordmark-Klarälven è alimentata da un'unica centrale a metà del percorso così che si hanno due tronchi di 75 km alimentati a sbalzo.

Le linee di telecomunicazione sono anche qui aeree ed isolate completamente dalla terra, e sono spostate ad una distanza di almeno 100 m dalla sede ferroviaria. Con ciò si eliminano i disturbi di origine elettrostatica.

Contro i disturbi di origine elettromagnetica sono stati adottati anche in questo caso trasformatori succhiatori, però coi secondari in serie su apposito conduttore isolato di ritorno della sezione di 65 mm², montato in testa alla palificazione di linea e collegato colle rotaie al centro di ogni intervallo fra due trasformatori. La linea di contatto a catenaria ha una corda portante di rame da 50 mm² ed un filo di contatto, pure di rame, da 65 mm². Non sono impiegate connessioni alle rotaie. La resistenza apparente del circuito è di 0,7 ohm-km, valore alquanto elevato, dovuto essenzialmente all'impiego del conduttore di ritorno.

Le misure della tensione indotta eseguite prima e dopo l'inserzione dei trasformatori succhiatori hanno dimostrato che questa si riduce da 3,8 a 0,1 volt per 100 Amp-km.

Anche in questo impianto si è avuto cura di eliminare le armoniche dal macchinario.

La linea Stoccolma-Göteborg è alimentata da 5 sottostazioni distanziate da 80 a 125 km: i sistemi di protezione sono identici a quelli del caso precedente; solo il conduttore di ritorno della sezione di 130 mm², è stato montato alla stessa altezza del filo di contatto e vicino ad esso, essendosi riscontrato che con questa disposizione si otteneva la migliore compensazione. Le linee telefoniche di servizio sono in cavo, interrato nella sede ferroviaria; le linee dello Stato sono state allontanate e, grazie ai dispositivi di protezione adottati, possono anche impiegare il ritorno a terra. E' stata misurata su di esse una tensione indotta massima di 0,02 volt per 100 amp-km.

Le rotaie non hanno connessioni ai giunti; la corda portante, di rame, ha sezione di 50 mm², il filo di contatto 80 mm².

Anche lungo la linea Oslo-Drammen sono stati impiegati trasformatori succhiatori, col secondario in serie sulle rotaie. La linea è alimentata al centro da un'unica sottostazione ed ha: una corda portante da 50 mm²; un filo di contatto da 80 mm² ed una linea di alimentazione da 50 mm², tutti di rame. Le rotaie sono provviste di connessioni di rame da 50 mm². Le linee di telecomunicazione ed i circuiti dei segnali sono in cavi interrati nella sede ferroviaria.

Riepilogando, i provvedimenti adottati sulle linee scandinave consistono:

a) nell'allontanamento delle linee aeree di telecomunicazione dalla sede ferroviaria e nel loro isolamento da terra; oppure nell'impiego di cavi interrati nella stessa sede ferroviaria;

b) nell'impiego di trasformatori succhiatori inseriti sulle rotaie o su apposito conduttore di ritorno. In quest'ultimo caso sono omesse le connessioni ai giunti.

I trasformatori succhiatori si sono dimostrati tanto efficaci da consentire il ritorno a terra alle linee scostate ad una certa distanza dalla ferrovia.

Germania. — Le ferrovie tedesche hanno adottato sistemi protettivi affatto diversi dai precedenti. Le prove con trasformatori succhiatori, iniziate nel 1912-13 e poi interrotte per la guerra, non avevano dato buoni risultati, così che non furono più riprese ed il sistema venne abbandonato. Si rinunciò pure all'impiego del filo isolato di ritorno e dell'alimentazione di uno stesso tronco dalle due estremità. Si cercò invece di semplificare al massimo lo schema della linea di contatto, eliminando ogni allacciamento intermedio, che rende più difficile lo studio della ripartizione delle correnti.

La linea di contatto è sezionata in corrispondenza alle sottostazioni ed al centro di ogni tronco compreso fra due sottostazioni, di più nei tratti a doppio binario le linee di contatto dei due binari sono elettricamente isolate fra loro lungo tutto il percorso, comprese le stazioni. L'utilizzazione del rame riesce così imperfetta, ma risulta anche ridotta notevolmente l'influenza dei corti circuiti sulle linee a correnti deboli, influenza che è proporzionale agli amp-km nella linea di contatto. Le connessioni alle rotaie non sono ritenute indispensabili, tanto più che esperienze dimostrarono che, in presenza di corti circuiti, le rotaie senza connessioni si comportano, dal punto di vista della conducibilità, press'a poco come le rotaie con connessioni. Le linee di telecomunicazione di servizio vennero disposte in cavo interrato nella sede ferroviaria; quelle dello Stato, dove possibile, vennero allontanate e conservate aeree; altrimenti vennero disposte esse pure in cavo. Per tutte fu abbandonato il ritorno a terra.

Anche qui venne curata l'eliminazione delle armoniche dal macchinario. In generale le linee di contatto sono montate con una corda portante da 50 mm² ed un filo di contatto da 100 mm².

Le misure sui valori delle tensioni indotte diedero i seguenti risultati:

in una linea aerea lungo la ferrovia vennero riscontrati 10,2 volt per 100 amp-km senza connessioni alle rotaie e 6,3 volt colle connessioni;

in un cavo interrato nella sede ferroviaria vennero misurati 11 volt per 100 amp-km senza connessioni alle rotaie e senza che fosse curata la continuità del rivestimento di piombo; l'adozione dei due provvedimenti ridusse la tensione indotta dell'80 per cento. Non si conosce però l'influenza specifica di ciascun provvedimento su tale miglioramento.

Austria. — Anche su queste linee è stato adottato il sistema di alimentazione a sbalzo, sezionando al centro i tronchi compresi fra due sottostazioni. Lungo la linea dell'Arlberg le sottostazioni sono a una distanza massima di 40 km per limitare il valore degli amp-km; la linea di Salzkammergut, invece, lunga 107 km è alimentata al centro da un'unica centrale. Entrambe le linee hanno un conduttore di ritorno montato in testa ai pali: isolato nella linea dell'Arlberg e direttamente fissato ai pali nell'altra. Detto conduttore, in corrispondenza alle stazioni, è collegato alle rotaie. La linea di contatto è formata da una corda portante da 50 mm², da un filo di contatto da 100 mm²; da un conduttore di ritorno e da un conduttore di alimentazione di sezione variabile da 50 a 70 mm². Lungo la linea dell'Arlberg sono state impiegate connessioni alle rotaie di diversi tipi: mentre sono state omesse lungo la linea di Salzkammergut. Nelle stazioni le rotaie sono messe a terra con apposite piastre di terra.

Le linee telefoniche di servizio ed i circuiti dei segnali sono stati disposti in cavo interrato nella sede ferroviaria.

L'armatura ed il rivestimento di piombo in corrispondenza alle stazioni sono stati collegati alle rotaie, ed è stata curata la continuità di tali rivestimenti nei punti di connessione.

Le linee dello stato, dovunque possibile, sono state spostate conservandole aeree.

Le misure della tensione indotta diedero i valori seguenti:

Nel conduttore di un cavo posato lungo la linea vennero misurati, inizialmente, 7,5 volt per 100 amp-km; l'applicazione delle connessioni alle rotaie ridusse questo valore del 30 per cento; l'introduzione di un conduttore di ritorno in parallelo colle rotaie diede un'ulteriore riduzione del 15 per cento; la revisione dei giunti dell'armatura e del rivestimento di piombo in modo da assicurarne la continuità, ridusse ancora del 25 per cento e coll'adozione di un tipo speciale di rivestimento costituito da una gabbia di fili di rame della sezione complessiva di 16 mm² disposta sotto la copertura di piombo ed in parallelo con essa, si aumentò la riduzione al 50 per cento.

Complessivamente, i provvedimenti adottati dimostrarono di poter mantenere il servizio di telecomunicazione anche con momenti di corrente di 20.000 amp-km.

Svizzera. — Nella ferrovia del Lotschberg e nelle ferrovie Retiche è stato adottato il sistema di alimentazione da una sola estremità e le linee a correnti deboli sono state spostate oppure interrate in cavo nella sede ferroviaria.

Nelle ferrovie Retiche sono state anche adottate bobine di self per limitare il valore della corrente in corrispondenza ai corti circuiti.

Nelle ferrovie Federali si è adottata invece l'alimentazione della linea di contatto dalle due estremità, sistema che, teoricamente, dovrebbe dare una compensazione completa delle azioni sulle linee di telecomunicazione; in pratica si ottiene una compensazione sufficiente per assicurare la regolarità del servizio senza bisogno di provvedimenti speciali. Le sottostazioni sono distanziate a 30 km sulla salita del Gottardo e da 60 a 90 km nel resto del percorso.

La linea di alimentazione è stata aggiunta solo nei tratti a semplice binario. Sono impiegate connessioni alle rotaie, in rame da 35 mm²; venne pure sperimentato un tipo di connessione di ferro che però non diede buoni risultati. Dove si verificano guasti alle connessioni, le linee di telecomunicazione risentono subito maggiori disturbi. Le linee di servizio sono in cavo posato nella sede ferroviaria; le linee telegrafiche e telefoniche dello Stato sono pure in cavo, interrato lungo le strade nazionali. Solo nei tratti fra Altdorf e Göschenen e Airolo e Bellinzona sono aeree e, non essendosi potute scostare nemmeno a 1 km dalla ferrovia, risentono in questi tratti un certo disturbo dalla corrente di trazione. Nella galleria del Gottardo vennero misurati in un cavo 5 volt per 100 amp-km e dopo che vennero sistemati i giunti del rivestimento in modo da assicurarne la continuità, tale valore si ridusse a 2,5 volt.

Sul tronco Thun-Berna venne sperimentato un sistema speciale di alimentazione a tre fili con trasformatori succhiatori in serie su di un apposito conduttore di ritorno, ed in questo modo si poté fare il servizio telegrafico e telefonico con una linea aerea spostata soltanto di 7,5 m dalla linea di contatto. Il sistema però riesce alquanto complicato, così da non incoraggiare molto la sua diffusione.

Dall'esame dei risultati ottenuti, si può trarre la conclusione che la disposizione delle linee in cavo è sufficiente per assicurare un funzionamento regolare ed i servizi di telecomunicazione.

g. a. r.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

E. K. — Marcia in parallelo dei raddrizzatori a vapori di mercurio fra loro e con altri gruppi generatori. (Revue B B C, giugno 1925, pag. 119).

L'autore premette uno studio di carattere generale sulle condizioni di funzionamento in parallelo di diverse macchine elettriche. Si hanno condizioni di funzionamento *stabile* tutte le volte che le caratteristiche esterne $V = f(I)$ delle macchine che si considerano, hanno andamento discendente al crescere del carico, si hanno invece condizioni di funzionamento *instabile* quando le caratteristiche esterne abbiano andamento ascendente al crescere del carico.

In luogo di riferire le caratteristiche esterne alla corrente di carico, è opportuno, allo scopo di generalizzare i risultati, riferirle alla corrente di circolazione che si sviluppa nel circuito di connessione dei due gruppi quando, per una causa qualsiasi, venga rotto l'equilibrio e si determina una differenza di potenziale fra i morsetti dei gruppi stessi. In questo caso le condizioni di funzionamento in parallelo dei due gruppi, si possono controllare colla seguente regola:

Due gruppi inseriti in parallelo su di una rete di distribuzione, avranno un funzionamento stabile se le loro caratteristiche di tensione, riferite alla corrente di circolazione, si intersecheranno in guisa che al di là del punto di intersezione, nella direzione della corrente crescente, il tratto di curva del gruppo che fornisce corrente sia inferiore a quello del gruppo che assorbe corrente.

Stabiliti questi principi generali, si passa all'esame dei casi particolari. Viene esaminato anzitutto il funzionamento di un gruppo di raddrizzatori in condizioni di ricupero.

Lo schema delle connessioni è rappresentato da un circuito chiuso nel quale i raddrizzatori alimentano il motore a corrente continua di un gruppo motore-alternatore che, a sua volta, è allacciato al primario dei raddrizzatori. Supponendo il motore eccitato separatamente a flusso differenziale, ci troviamo di fronte a condizioni di equilibrio instabile e quindi il funzionamento del gruppo è praticamente impossibile. Per rendere possibile la marcia in queste condizioni occorre modificare la caratteristica del motore invertendone il compoundaggio in guisa che esso funzioni da motore a flusso totale e da generatrice a flusso differenziale.

L'esame delle caratteristiche permette ancora di giudicare dell'influenza delle variazioni della tensione o della frequenza al primario, variazioni che spostano, in generale, le condizioni di equilibrio del gruppo.

Qualora il gruppo motore-generatore, fosse sostituito da una commutatrice, le oscillazioni della tensione al primario sarebbero, praticamente, senza influenza sul funzionamento in parallelo perchè le caratteristiche dei raddrizzatori e della convertitrice variano press'a poco nello stesso rapporto. Le variazioni della frequenza non hanno influenza alcuna sulla tensione continua del raddrizzatore e della commutatrice per cui si può concludere, in generale, che la marcia in parallelo dei raddrizzatori con una convertitrice è più stabile che non quella con un gruppo moto-generatore quando si considerino soltanto le variazioni della tensione e della frequenza al primario.

La caratteristica esterna di un raddrizzatore a vapori di mercurio di grande potenza, considerato per sè stesso, vale a dire tenendo conto della sola caduta di tensione fra i morsetti dell'arco, è sempre

decescente in funzione del carico entro i limiti di utilizzazione pratica. La caduta di tensione nell'arco si riporta evidentemente come quantità negativa al di sotto dell'asse delle ascisse così che la caratteristica interna del raddrizzatore è ascendente in funzione del carico. In queste condizioni, diversi raddrizzatori inseriti in parallelo sulle stesse sbarre, non potranno dare un funzionamento stabile senza l'interposizione di organi speciali che, aumentando l'induttanza del primario consentano di regolare la tensione sul lato a corrente continua in modo da ottenere una caratteristica decrescente al crescere del carico, almeno entro i limiti pratici di impiego. Questi organi speciali possono essere costituiti da bobine di self, oppure si possono utilizzare le fughe magnetiche dei trasformatori, impiegando, in questo caso, un trasformatore per ogni unità.

Nell'articolo sono illustrati diversi schemi di connessione che risolvono il problema. Si passa quindi allo studio della ripartizione del carico fra due sorgenti di energia funzionanti in parallelo, dal quale si possono dedurre le caratteristiche che danno la maggiore economia di esercizio. Così, ad esempio, quando si trovino a dover funzionare in parallelo un raddrizzatore ed un gruppo motore generatore converrà far marciare quest'ultimo costantemente in prossimità del pieno carico, facendo intervenire il raddrizzatore soltanto nelle punte e ciò perchè il rendimento di questo, quando non si tenga conto del trasformatore, è praticamente indipendente dal carico mentre il rendimento del gruppo motore generatore varia in funzione del carico.

Si può realizzare un funzionamento di questo genere predisponendo le caratteristiche delle due macchine in modo che quella del gruppo presenti una forte inclinazione mentre quella del raddrizzatore sia pochissimo inclinata. Tenendo la tensione del gruppo a vuoto superiore a quella del raddrizzatore, quest'ultimo interverrà soltanto quando il carico sul primo avrà raggiunto un determinato valore e da questo punto, in avanti a piccole variazioni di carico del gruppo corrisponderanno grandi variazioni di carico del raddrizzatore così che questo assumerà praticamente la massima parte dei sovraccarichi che si verificheranno nella rete.

In modo analogo viene studiato il funzionamento in parallelo di un raddrizzatore con una batteria di accumulatori e la costruzione grafica illustrata dall'autore permette di risolvere in maniera semplice ed elegante qualunque problema relativo alla marcia in parallelo.

g. a. r.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

J. R. JOHNSON — La elettrificazione delle ferrovie dello Stato dell'Isola di Giava. (Gen. El. Rev., dicembre 1925, pag. 860).

L'A. espone le caratteristiche generali di questa importante elettrificazione, che consente al pubblico di quella remota isola di viaggiare con comodità ed agio superiori a quelli che si possono trovare in impianti ferroviari antiquati di paesi a civiltà più progredita.

Sulla rete suburbana di Batavia l'esercizio a trazione elettrica è stato iniziato nell'aprile 1925, come primo passo verso una elettrificazione più ampia della rete dell'isola che comprende più di 2500 chilometri di linee dello Stato e circa 2400 km di linee private esercite a vapore. L'elettrificazione è stata decisa principalmente per sopperire alla mancanza di carbone nell'isola, ove attualmente viene portato da Sumatra, e per sfruttare le riserve idriche di cui l'isola dispone.

Dopo maturo esame di quanto si era fatto altrove in tema di elettrificazioni ferroviarie, i tecnici delle ferrovie dello Stato di Giava decisero di adottare il sistema di corrente continua a 1500 volt, come quello che risultò loro meglio adatto a soddisfare contemporaneamente le esigenze di un esercizio su linee di carattere locale a traffico intenso e su linee principali. Lo scartamento è di m 1,07 e l'armamento è fatto con rotaie di 45 kg al m. Il tratto inizialmente elettrificato, ed ora in esercizio da Meester Cornelis a Tandjong Priok comprende uno sviluppo complessivo di binario di 51 km: la linea è quasi tutta a doppio binario; vi sono due sottostazioni alla distanza di circa 12 km l'una dall'altra, alimentate da una linea a 70.000 volt lunga 100 km. A Meester Cornelis sono installati due gruppi motore sincro-dinamo da 1500 kW ciascuno; la sottostazione è divisa in due parti, nell'una sono i gruppi e le sbarre a 6000 volt, nell'altra i trasformatori e le entrate linee a 70.000 volt; i secondari dei trasformatori sono collegati colle sbarre a 6000 volt dell'altra parte della sottostazione mediante cavi sotterranei. I quadri di manovra sono collocati nella sala dei gruppi rotanti.

Ogni gruppo è calcolato per una potenza continua di 1500 kW con una sovratemperatura di 35°, un sovraccarico del 150 % per due ore con una sovratemperatura di 55°, e un sovraccarico del 300 % per cinque minuti con una sovratemperatura non dannosa alle macchine, tenuto conto di una temperatura ambiente di 40°. I gruppi sono del tipo a tre unità e quattro supporti, il motore azionando due dinamo collegate permanentemente in serie: due eccitatrici provvedono l'una al campo in derivazione del sincro, l'altra al campo delle dinamo e al campo in derivazione della prima eccitatrice. L'avviamento dei sincroni avviene per mezzo di compensatori per ridurre la tensione iniziale. Il sincro è ad eccitazione compound e gli avvolgimenti serie del campo sono eccitati dalla corrente di linea generata dalle dinamo principali. In tal modo l'eccitazione del motore varia automa-

ticamente col carico e il fattore di potenza si aggira intorno a 0,9 per tutte le condizioni di carico e sovraccarico, salvo che per il sovraccarico 300 % in cui giunge all'unità. Un altro vantaggio della variazione dell'eccitazione col carico sta nel fatto che la massima coppia nel motore (e quindi la massima potenza da esso sviluppata) che varia approssimativamente col prodotto della tensione di linea per l'eccitazione, si ha quando il carico è massimo.

Interruttori ultra-rapidi inseriti nelle immediate vicinanze delle dinamo separatamente sul positivo e sul negativo, le proteggono da corti circuiti in linea; questi interruttori impiegano per lo scatto un periodo di tempo estremamente breve (da 5 ad 8 millesimi di secondo) e scattando, quello situato sul negativo inserisce una resistenza in serie colla linea per ridurre la corrente di corto circuito; la corrente così ridotta viene poi interrotta anche dall'altro interruttore posto sul positivo, che è collegato elettricamente coll'interruttore precedente in modo che lo scatto avvenga con questa sequenza prestabilita; così, aprendo il circuito in due riprese, viene ad essere notevolmente attenuato l'effetto che ne risente la macchina. Inoltre, sempre collegato elettricamente coll'interruttore negativo, vi è un dispositivo che abbassa contemporaneamente la tensione delle dinamo inserendo una resistenza in serie cogli avvolgimenti di campo della dinamo stessa, quando si abbia un corto circuito e l'interruttore predetto venga a scattare.

La linea di contatto è a semplice catenaria in rame; ciò elimina la necessità di adottare linee di alimentazione parallele alla linea per non avere una caduta eccessiva di tensione.

Il materiale mobile è costituito per ora da 15 automotrici e 15 vetture rimorchiate provviste pure di controller di comando: ogni treno è normalmente composto di un'automotrice e di una vettura rimorchia, dalla quale è possibile manovrare l'automotrice stessa: è previsto anche il funzionamento in multiplo di parecchie unità di questo genere per formare treni più lunghi. La velocità normale è di 60 km all'ora, la massima per cui sono costruiti gli equipaggiamenti e le vetture è di 90 km-ora. Le automotrici sono a carrelli, ciascuno equipaggiato con due motori autoventilati da 90 kW a 750 volt e collegati permanentemente in serie. Le ruote motrici sono mosse dai motori a mezzo ingranaggi con un rapporto 67:20.

Le vetture sono provviste, oltre che di freno a mano e ad aria compressa, anche di freno reostatico; il sistema di comando è quello noto col nome di Sprague nelle costruzioni della G. E. Co. Un moto-compressore, azionato direttamente alla tensione di linea, comprime l'aria per il funzionamento del freno e per il funzionamento del controller; uno speciale regolatore provvede al funzionamento sincrono di tutti i compressori nel treno e questi sono messi in moto ed arrestati automaticamente a seconda del variare della pressione nei serbatoi. Ogni motrice è provvista di due collettori di corrente del tipo a pantografo, di cui uno è di riserva, che vengono sollevati od abbassati ad aria compressa.

C. G. E.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Uno studio molto completo sui *regolatori di tensione a induzione* è stato pubblicato sul « Bulletin de l'Ass. Suisse des Electriciens » del novembre 1925. La costruzione e l'impiego dei relativi diagrammi vettoriali sono chiaramente spiegati sia pel caso dell'impiego di una macchina a un solo rotore come per quella a due rotor. Sono riportati anche numerosi esempi di applicazione. Vengono esposti e discussi i diversi modi di impiego e i rispettivi vantaggi di essi.

APPLICAZIONI TERMICHE.

L'applicazione del *forno elettrico alla industria vetraria* ha dato ottimi risultati per la ricottura dei vetri nelle officine della Illinois Pacific Glass Co. di S. Francisco. Vennero installati otto forni da ricottura rappresentanti ciascuno un carico massimo di 240 kW. Per ottenere un prodotto della miglior qualità era necessario poter mantenere la temperatura costante entro limiti di 2° o 3°; ciò può ottenersi agevolmente col forno elettrico; la temperatura massima raggiunta è di circa 5500°. I forni sono alimentati con corrente alternata a 220 V., 60 periodi. La manutenzione si è dimostrata pochissimo onerosa. Il consumo di potenza per ogni forno è di circa 1900 kWh per giorno di 24 ore. Economicamente si asserisce di aver ottenuto un risparmio del 20 % sul costo della ricottura in confronto coi precedenti forni a combustibile liquido. Il prodotto ottenuto è di assai migliore qualità.

ELETTROFISICA.

Radiazioni di lunghezza d'onda cento volte minore di quella dei raggi X sono state recentemente scoperte dall'illustre fisico Americano Millikan. Egli poté riconoscerle studiando il fenomeno noto della scarica spontanea di un elettroscopio carico rinchiuso in un recipiente metallico ermeticamente chiuso. Queste radiazioni diffuse nell'atmosfera hanno una lunghezza di onda compresa fra 0,00067 e 0,0004 unità Angström. Il loro potere penetrante è corrispondentemente enorme, potendo esse penetrare uno spessore di piombo di due metri. Il coefficiente di assorbimento di queste radiazioni nell'acqua è di 0,18 per metro di spessore attraversato. Esse battendo sui corpi materiali generano raggi secondari molto meno intensi. La loro origine

sembra cosmica e la loro intensità è eguale in tutte le direzioni, durante il giorno e la notte. Il Millikan ha calcolato che la loro lunghezza d'onda corrisponde, in base alla teoria di Bohr, a quella delle radiazioni che si generano nella trasformazione dell'atomo di elio in idrogeno.

MATERIALI.

Il *quarzo fuso elettricamente* ha trovato una nuova applicazione nei termometri per alte temperature. Col vetro non era possibile usare termometri a mercurio per oltre i 500° in causa delle forti pressioni che si sviluppano; inoltre le indicazioni diventavano incerte per fenomeni di isteresi che il vetro portato a così alte temperature, presenta. Si sono ora costruiti termometri in quarzo fuso usando come liquido indicatore il gallio che bolle oltre i 1500°; essi possono servire assai bene per temperature fino a 1000°.

MOTORI ELETTRICI.

Le *perdite dovute alle legature metalliche* che si eseguono intorno al rotor dei motori di trazione a corrente continua sono generalmente ritenute trascurabili. In uno studio pubblicato dal Journal Am. Inst. Elec. Eng. del gennaio 1926, si dimostra invece che esse possono raggiungere valori abbastanza sensibili, e talvolta arrivare anche ad essere dannose all'efficace raffreddamento della macchina. Esse sembrano essere proporzionali secondo l'esponente 1,7 alla frequenza e secondo un esponente compreso fra 1,35 e 1,88 alla induzione. La loro origine dipende specialmente dalla variazione del flusso trasverso mentre la legatura passa presso il margine dei poli. Nei grandi motori queste perdite possono rappresentare fino a 2 o 3 kW.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Prove di vita su triodi a filamento di tungsteno. — Nel n. 5 dei Proc. Inst. Radio Eng. (vol. 13, ottobre 1925, pag. 625), W. C. White descrive minutamente i metodi seguiti e gli apparati utilizzati dalla « Gen. El. Co. » per le prove di vita dei triodi a filamento di tungsteno.

I filamenti dei triodi, siano essi ricevitori o trasmettenti, sono mantenuti incandescenti, durante le prove, con corrente alternata. In generale tale condizione non rispecchia, per i primi, lo stato reale di fatto poichè in pratica i filamenti dei triodi ricevitori sono sempre alimentati con corrente continua. Tuttavia, l'uso della corrente alternata è giustificato dall'A. col fatto che le prove vengono eseguite con lo scopo di ottenere risultati comparativi non solo, ma dovendo alimentare spesso i filamenti con tensioni di valori diversi, l'uso di adatti trasformatori semplifica molto le operazioni medesime.

L'A. riporta anche parte di risultati ottenuti sperimentando in condizioni diverse su un gran numero di triodi. Con ciò, egli tende a dimostrare che la vita di questi ultimi, non è affatto una specie di costante caratteristica come qualcuno ritiene, ma dipende invece da un complesso di circostanze, la cui analisi è spesso assai delicata. Così, per es., è stato trovato che, triodi aventi piccolissime differenze nella manifattura della griglia, hanno avuto una durata assai diversa.

L'A. ha anche studiato se e quale influenza abbiano, sulla vita di un triodo, i mutamenti della tensione applicata al filamento. Per un particolare gruppo di triodi sperimentati, ha trovato che la loro vita è ridotta a metà o raddoppiata secondo che la tensione applicata è rispettivamente aumentata o diminuita del 10 per cento.

V. Go.

*

Perfezionamenti nelle radio trasmissioni con il convertitore ad arco. — In un brevetto americano (n. 1.537.609, riportato nel n. 4 dei Proc. Inst. Radio Eng., vol. 13, agosto 1925, pag. 515), J. V. L. Hogan descrive un perfezionamento che egli ritiene avere apportato nelle trasmissioni radiotelegrafiche ad arco.

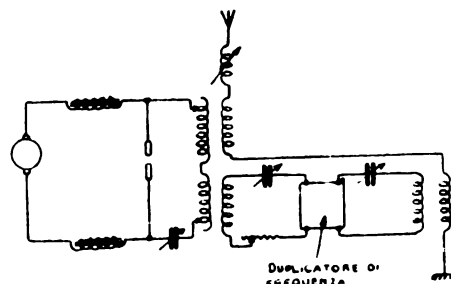


Fig. 1.

Come può rilevarsi dalla fig. 1 che ne indica lo schema di principio, l'arco fa capo ad un circuito oscillatorio chiuso il quale è accoppiato non solo all'antenna, ma anche ad un moltiplicatore di frequenza. A sua volta, la sortita di questo trovasi essa pure accoppiata all'antenna.

Secondo l'A. la « fondamentale » dell'onda complessa generata dall'arco verrebbe opportunamente moltiplicata, e l'onda così ottenuta sarebbe poi portata in fase con un'armonica della fondamentale stessa, così da utilizzare in modo più completo la potenza del generatore, aumentare la potenza irradiata e consentire l'uso di frequenze più alte.

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani. (*)

- N. 162111 — VICKERS Ltd.: Perfectionnements aux boîtes de vilebrequin des machines à combustion interne. — 21-8-1917.
- N. 229728 — VIET P. e SCHNEEBELI H.: Distributore di gas applicabile agli apparecchi d'avviamento per motori ad esplosione. — 9-4-1924.
- N. 205012 — WORTHINGTON PUMP and CORPORATION: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne. — 2-11-1921.
- N. 205603 — La stessa: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne. — 27-12-1921.
- N. 206574 — ZAMPA P.: Apparecchio per l'alimentazione ossidrica dei motori a combustione interna. — 10-1-1922.
- N. 204570 — ZOCCHI G., GERUNDINI E.: Sifone iniettrice di carburante per motori a scoppio in genere, tanto fissi che mobili. — 12-11-1921.
- N. 205426 — ZOELLY H., GAGG A.: Un dispositif de réglage pour la distribution d'un servomoteur où des agents auxiliaires poussent vers sa position médiane un organe de distribution du servomoteur. — 13-12-21.
- N. 205687 — GAZZANI F.: Apparecchio di segnalazione a mezzo di lampade, proiettori, suonerie, segnali meccanici, per i passaggi a livello delle ferrovie, delle tramvie all'approssimarsi di un treno, e ciò allo scopo di evitare disgrazie. — 31-12-1921.
- N. 206123 — GUGLIELMOTTI L., NESTI G.: Segnalatore elettromeccanico di treni in transito per barriere e passaggi a livello ferroviari e tramviari. — 30-12-1921.
- N. 229443 — MASSA M.: Apparecchio per segnalazioni radiotelegrafiche applicabile su treni onde impedire scontri ferroviari - sistema Massa 3-4-1924.
- N. 229444 — Lo stesso: Apparecchio per segnalazioni radiotelegrafiche dell'arrivo dei treni a passaggio a livello. — 3-4-1924.
- N. 229406 — PIOVERA G. e PIOVERA G.: Auto-segnalatore elettromeccanico per ferrovie. — 1-4-1924.
- N. 205639 — PIRCH E.: Galet pour dispositif de prise de courant. — 30-12-21.
- N. 229446 — QUILLIAM S. T. e CRASTON A. T.: Dispositivo di contatto di linea per scambi, segnali e simili azionati elettricamente. — 3-4-1924.
- N. 204892 — ANSALDO Gio. e Co. (Soc. An. It.): Dispositivo elettrico atto a sostituire l'albero di traslazione nei ponti scorrevoli a comando elettromeccanico. — 16-11-1921.
- N. 206382 — ARIGO G.: Nuovo tipo di accumulatore. — 5-1-1922.
- N. 204807 — AUTOMATIC ELECTRIC COMPANY: Disposizione di circuiti a relai da usare specialmente in telefonia o in altri sistemi simili. — 5-11-1921.
- N. 204921 — La stessa: Perfezionamenti relativi ai sistemi telefonici. — 19-11-21.
- N. 226291 — BARR e St. ond Ltd.: Perfezionamenti riguardanti i soccorritori ed organi analoghi. — 10-12-1923.
- N. 228234 — BENVENUTI L.: Presa multipla per corrente elettrica. — 16-2-24.
- N. 229525 — BOSCH R. A. G.: Sistema di collegamento del motore elettrico di avviamento dei motori ad olio grezzo e motori affini. — 12-4-24.
- N. 205327 — BRANDI V.: Nuovo elettrolito per accumulatori elettrici. — 6-12-1921.
- N. 229540 — BROTTO M. T. G.: Circuito ausiliare speciale applicato agli interruttori automatici a massima di corrente, per togliere dalla bobina di regolazione, messa in serie sul circuito, la corrente d'autoinduzione di chiusura. — 5-4-1924.
- N. 205352 — BROWN, BOVERI e C. A. G.: Dispositif de réfrigération pour transformateur à huile. — 8-12-1921.
- N. 205578 — La stessa: Processo per la sincronizzazione di motori sincroni per l'esercizio delle macchine sincrone a sollecitazione a corrente continua. — 24-12-1921.
- N. 205926 — CALLENDER'S CABLE e CONSTRUCTION Co Ltd.: Perfezionamenti apportati o riguardanti la fabbricazione di cavi elettrici e dei rispettivi apparecchi. — 13-12-1921.
- N. 205935 — CANEVARI G. B.: Palo per sostegno di linee aeree di trasporto d'energia, attraverso zone occupate dalle acque. — 14-12-1921.
- N. 206464 — CASOLARO L. e T.: Motori elettrici monofasi e bifasi ad avviamento istantaneo. — 23-1-1922.
- N. 229357 — CENNI B.: Incisore meccanico a tempo per apparecchi elettrici. — 29-3-1924.
- N. 205024 — COLOMBO E.: Bersaglio segnalatore per tiro di foot-balls e simili. — 3-11-1921.
- N. 205410 — COMPAGNIA GENERALE DI EL.: Dati di contatto per interruttori elettrici. — 14-12-1921.
- N. 204801 — COMP. GEN. de SIGNALISATION: Dispositif de freinage automatique des moteurs électriques. — 5-11-1921.
- N. 205453 — CURLI G.: Rompicircuito universale multiplo ad unico elemento fusibile. — 13-12-1921.
- N. 204759 — DEAN P. P.: Dispositif de commande pour soupapes et autres organes. — 26-11-1921.
- N. 205717 — DE ANDREA I.: Elettrodo negativo per pile idroelettriche in zinco di sezione a croce greca tale da ottenere con piccolo volume, ampia superficie e forte resistenza meccanica. — 7-12-1921.
- N. 227527 — DE CARLO R., SCHIAVONI A.: Motore meccanico elettrico ad azione vibratoria. — 23-1-1924.

- N. 227779 — DEPRIESTER R.: Procedimenti e montaggi che permettono di alimentare gli audions con corrente alternata industriale. — 9-2-1924.
- N. 229764 — DIENA Ing. C. e Co.: Apparecchio telegrafico ricevente automatico, ed impianto relativo. — 12-4-1924.
- N. 205596 — ELEKTROTECHNISCHE FABRIK SCHOELLER e C. G. m. b. H.: Élément galvanique. — 27-12-1921.
- N. 206384 — EMPERGER F.: Pali e simili di cemento armato. — 5-1-1922.
- N. 206168 — FELTEN e GUILLEAUME CARLSWERK (Soc. An.): Procedimento per la misurazione della perturbazione nelle linee telefoniche. — 2-12-1921.
- N. 226344 — FERRANTI Ltd. (Soc.): Perfezionamenti riguardanti commutatori elettrici. — 11-12-1923.
- N. 205663 — FORD E. V.: Terminale per conduttori elettrici. — 31-12-1921.
- N. 229700 — FRANCESCHINI N.: Motore Franceschini a corrente alternata con colore a velocità variabili. — 10-4-1924.
- N. 229776 — GIACHETTI A.: Interruttore di sicurezza operante per squilibrio di carico. — 16-4-1924.
- N. 204768 — GLOVER W. T. e COMPANY Ltd.: Perfezionamenti all'isolamento dei cavi elettrici. — 29-11-1921.
- N. 227472 — Lo stesso: Perfezionamenti alla fabbricazione di cavi elettrici con isolamento di carta. — 11-4-1924.
- N. 205622 — GRANAT E.: Télécommande électrique asservie. — 28-12-21.
- N. 204869 — GREGER L. e ZACHHUBER F.: Processo per la posa di condutture elettriche in tubi di protezione metallici e dispositivo per l'attuazione del processo. — 14-11-1921.
- N. 229756 — GROPPO G. e GRAFFIGNA D.: Interruttore di corrente elettrica. — 11-4-1924.
- N. 227818 — HESSE E.: Dispositivo per regolare la distribuzione e l'accumulo di energia elettrica negli impianti di forza con energia di azionamento variabile, specialmente con motori a vento. — 12-2-1924.
- N. 205415 — ISARIA ZÄHLERWERKE A. G.: Morsetto d'attacco per apparecchi elettrici ed istumenti di misura. — 14-12-1921.
- N. 205416 — La stessa: Contatore Ferraris. — 14-12-1921.
- N. 204969 — JENSEN TRADING Co. Ltd. A. G.: Valvola di sicurezza multipla a tappo con avvitatura Edison. — 26-11-1921.
- N. 204683 — LANDIS e GYR A. G.: Compteur polyphasé. — 12-11-1921.
- N. 205480 — LESCLIN A. F.: Appareil permettant de s'initier seul à l'étude des signaux Morse et à la lecture au son pour la télégraphie sans fil. — 19-12-1921.
- N. 229402 — LORENZ C. A. G.: Processo di ricezione per trasmissione radiotelegrafica con aumento di resistenza nell'antenna. — 9-4-1924.
- N. 229549 — LUMA-WERKE (Soc. An.): Interruttore a magnete. — 25-3-1924.
- N. 229550 — La stessa: Dispositivo di controllo di carica per dinamo. — 25-3-1924.
- N. 205389 — KAHN L.: Interruttore automatico specialmente costruito in forma di turacciolo di sicurezza. — 12-12-1921.
- N. 228022 — KREMENEZKY J. W. L.: Raddrizzatore di corrente a pendolo. — 8-2-1924.
- N. 205245 — FRIEDR KRUPP A. G.: Montage de conducteurs électriques dans des boîtes ou carter. — 26-11-1921.
- N. 205981 — MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH Co Ltd.: Perfezionamenti nei relai elettrici. — 19-12-1921.
- N. 205881 — MARI T.: Interruttore universale per lampade ed applicazioni elettriche in generale. — 7-12-1921.
- N. 205790 — MARTIGNONI L.: Nuovo accumulatore leggero economico. — 12-12-1924.
- N. 206174 — MARTINETTO V.: Perfezionamenti nei motori e generatori asincroni ad induzione. — 3-12-1921.
- N. 205755 — MARZI N.: Generatore di corrente elettrica mosso da molle caricate o da contrappesi. — 16-12-1921.
- N. 204991 — MASSOLLE J., VOGT H. e ENGL. J.: Telefono elettrostatico. — 30-11-1921.
- N. 205579 — METROPOLITAN VICKERS ELECTRICAL Cy Ltd.: Perfezionamenti relativi ai rotori di generatori elettrici. — 24-12-1921.
- N. 205677 — La stessa: Perfezionamenti nei sistemi di controllo dei motori elettrici. — 31-12-1921.
- N. 227594 — MONNOT J. F.: Perfezionamenti apportati agli accumulatori elettrici. — 5-2-1924.
- N. 227596 — Lo stesso: Perfezionamenti apportati negli accumulatori elettrici. — 5-2-1924.
- N. 229445 — MONTU E.: Condensatore elettrico regolabile. — 3-4-1924.
- N. 229596 — MUNEGHINA G.: Ammoratura doppia di ancoramento (ammarraggi e semiamarraggi) per linee elettriche a catene di isolatori. — 11-4-24.
- N. 205214 — PELLEGRINO A.: Raddrizzatore universale di correnti monofasi e polifasi. — 24-11-1921.
- N. 169708 — PESTARINI G.: Perfezionamenti ai reostati liquidi. — 12-10-18.
- N. 205122 — Lo stesso: Dispositif à accrocher les machines synchrones. — 16-11-1921.
- N. 205353 — PFIFFNER E.: Condensateur à haute tension. — 8-12-1921.
- N. 205716 — PORTIGLIOTTI A.: Limitatore di corrente elettrica « Universale ». — 10-12-1921.
- N. 204893 — THE POULSEN WIRELESS TELEGRAPH Cy Ltd.: Perfezionamento nei sistemi di trasmissione senza fili. — 16-11-1921.
- N. 205924 — PRESTON W., SIXTA V.: Coupe circuit à bouchon. — 13-12-21.
- N. 205133 — PRINA A.: Limitatore di corrente. — 17-11-1921.
- N. 206482 — RADIO CORPORATION of AMERICA: Perfectionnements aux systèmes récepteurs radiotélégraphiques. — 25-1-1922.
- N. 205239 — RAPIZZI G.: Limitatore di corrente elettrica bipolare. — 26 novembre 1921.
- N. 204930 — RATZ F.: Accenditore elettrico. — 21-11-1921.
- N. 205405 — RENAUDIN A.: Isolateur pour lignes électriques à haute tension. — 13-12-1921.
- N. 205482 — ROSA A.: Innovazione negli apparecchi telefonici intercomunicanti. — 19-12-1921.
- N. 229532 — SANANDRES A.: Apparecchio telegrafico a ricezione fonica con dispositivo di trasmissione telegrafica a doppio sistema di funzionamento. — 14-4-1924.
- N. 205325 — SANMARTIN L.: Antenna radiotelegrafica e radiotelefonica a boa. — 6-12-1921.

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20 % di sconto sulle tariffe normali sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali).

- N. 204070 — SIEMENS e HALSKE A. G.: Processo e dispositivo per il controllo di archi elettrici soffiati per reazioni di gas. — 29-10-1921.
- N. 204857 — La stessa: Sistema di collegamento per impianti telefonici con più uffici intermedi. — 12-11-1921.
- N. 229711 — La stessa: Sistema di collegamento per azionare a distanza negli impianti telefonici o telegrafici uffici intermedi di amplificazione disposti in serie. — 19-4-1924.
- N. 204636 — SIEMENS SCHUCKERT WERKE GESELLSCHAFT MIT BESCHRANKTE HAFTUNG: Contatore di eccedenza con copp'a contraria prodotta meccanicamente. — 3-11-1921.
- N. 229185 — SIGNAL GESELLSCHAFT m. b. H.: Apparecchio acustico ad onde multiple. — 2-4-1924.
- N. 204736 — THE SINGER MANUFACTURING Cy: Interrupteur centrifuge. — 26-11-1921.
- N. 229439 — S. I. T. I. (Soc. Ind. Telefoniche It. « Doglio »): Dispositivo per un amplificatore a potenza. — 2-4-1924.
- N. 206166 — SOC. NAZIONALE DELLE OFFICINE DI SAVIGLIANO: Porta isolatori di uscita a prese multiple di commutazione. — 1-12-1921.
- N. 205132 — SOC. INDUSTRIELLE DES TELEPHONES (CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES CAOUTCHOUC CABLES): Perfectionnements aux systemes telephoniques amplificateurs. — 17-11-1921.
- N. 205374 — SOC. « LA METALLURGIQUE ELECTRIQUE »: Transformateur selectif. — 10-12-1921.
- N. 229588 — STIGLER A., BRUNNER W.: Raddrizzatore elettrico di corrente alternata in corrente continua e schema d'eccitazione per il suo motore. — 10-4-1924.
- N. 205063 — TAVECCHIO F.lli (Ditta): Blocco morsetto per collari di amarraggio ad isolatori. — 10-11-1921.
- N. 204766 — TORTAROLO O., GUARNIERI T.: Dispositivo magneto motore indicatore di frode sul consumo dell'energia elettrica. — 29-11-1921.
- N. 205391 — TUDOR SOCIÉTÉ DE L'ACCUMULATEUR: Mode de suspension des plaques dans les récipients d'accumulateurs électriques. — 12-12-1921.
- N. 228670 — TUROLLA A.: Interruttore multiplo sistema Turola. — 11-3-24.
- N. 206398 — VALLINO L.: Sistema di linea aerea a fili binati per trazione elettrica e per scopi simili. — 9-1-1922.
- N. 206399 — Lo stesso: Trolley per presa aerea di corrente elettrica. — 9-1-22.
- N. 227138 — VAN BOMMEL P.: Attacco ammortizzatore delle scosse per lampade elettriche a filamento. — 9-1-1924.
- N. 229654 — WAITE H. G.: Dispositivo d'accordo istantaneo per le scatole ricevitrici usate nella telefonia senza filo. — 15-4-1924.
- N. 204810 — WECHE H., KUERTER A.: Signal d'alarme électrique. — 5-11-1921.
- N. 206006 — WESTERN ELECTRIC ITALIANA: Générateur d'oscillations électriques. — 22-12-1921.
- N. 204932 — La stessa: Perfectionnements apportés aux récepteurs téléphoniques. — 22-11-1921.
- N. 204993 — La stessa: Perfectionnements apportés aux relais électro-magnétiques. — 30-11-1921.
- N. 205211 — WESTINGHOUSE LAMP Cy: Perfezionamenti relativi ai sistemi regolatori di tensione elettrica. — 24-11-1921.
- N. 204692 — WHITE A. E.: Collier universel pour mise à la terre des lignes électriques. — 15-11-1921.
- N. 226433 — AYER J.: Perfezionamenti nei fari per veicoli. — 1-12-1923.
- N. 205552 — BRAMBILLA G.: Nuovo sistema di dispositivo per impedire l'asportazione estemporanea o manomissione comunque delle lampadine elettriche dai rispettivi portalampade. — 22-12-1921.
- N. 205517 — CAPELLINI G.: Dispositivo per impedire lo svitamento delle lampadine, applicato al solo portalampade essendo la lampada esente da qualsiasi modificazione. — 21-12-1921.
- N. 205987 — CASTALDI M. R. A.: Congegno di fissaggio per lampadine elettriche di qualsiasi tipo per impedirne i furti. — 20-12-1924.
- N. 228207 — CHERRI V.: Dispositivo per fanali girevoli comandato dal movimento di sterzo. — 20-2-1924.
- N. 229751 — CRAWLEY G. O.: Nuova lampadina elettrica di diverse potenzialità di luce e relativo interruttore. — 10-4-1924.
- N. 205809 — DE LORENZI A.: Disposizioni dei contatti nelle lampade elettriche con virola di vetro esenti di parti metalliche. — 20-12-1921.
- N. 187560 — DUBRISAY R.: Allumettes inaltérables à l'humidité. — 28-6-20.
- N. 205042 — FELICI M.: Lampada a tubetti ricambiabili con sostegno fisso permettenti di variare l'intensità luminosa con forza elettromotrice tanto costante che variabile. — 7-11-1921.
- N. 204557 — GIANESI G.: Impianti di distribuzione di gas industriali senza gazono. — 22-11-1921.
- N. 204794 — GROSSMANN H.: Installation pour la fabrication d'allumeurs composés d'un corps combustible et d'une matière fulminante s'allumant par frottement. — 5-11-1921.
- N. 205600 — INTERNATIONAL GENERAL ELECTRIC Cy: Lega per corpi per illuminazione ad incandescenza. — 27-12-1921.
- N. 204957 — KRAUSSER K.: Corpo per lampade elettriche da soffitto. — 24-11-1921.
- N. 205734 — LOBELLO M.: Lampadina ad incandescenza a filamenti multipli per diversi candelaggi. — 16-12-1921.
- N. 205284 — LONGHI C., TONIOLO C.: Processo di separazione dell'acetilene da altri gas con i quali esso si trova mescolato. — 30-11-1921.
- N. 206028 — MISSIROLI C., CAVALLO G., MANESTRA E.: Conformazione del sostegno del filamento per la rigenerazione delle lampade ad incandescenza elettriche. — 23-12-1921.
- N. 228646 — NAAMLOZE VENNOOTSCHAPT PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN (Soc.): Dispositivo per produrre una chiusura ermetica intorno ad un corpo cilindrico o per mantenere a posto detto corpo. — 8-3-1924.
- N. 204646 — PHILIPS N. V. GLOEILAMPENFABRIEKEN: Lampe génératrice d'oscillations, remplie de gaz, et son procédé de fabrication. — 3-11-1921.
- N. 205803 — MANGE F.: Procédé et machine pour découper des tiges de bois pour la fabrication des allumettes. — 16-12-1921.
- N. 204862 — BOSCH R. A. G.: Allumeur électrique à aimant permanent en fer à cheval. — 12-11-1921.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Commissione Elettrotecnica Internazionale

Riunione plenaria di New-York - Aprile 1926.

I lavori della Commissione si sono felicemente chiusi con la seduta plenaria del 22 aprile u. s., e mentre scriviamo le Delegazioni europee stanno per imbarcarsi per il viaggio di ritorno. Come anche i giornali politici hanno già annunciato, l'Ing. Guido Semenza fu all'unanimità rieletto Presidente della C. E. I. per il prossimo biennio, e fu deliberato che la prossima riunione internazionale si terrà nel 1927 in Italia, a Como, inserendosi nel ciclo dei Congressi e delle riunioni indette per il Centenario della morte di Alessandro Volta. Di entrambe le decisioni non possiamo che veramente compiacerci, come si compiaceranno tutti gli Italiani.

Della Riunione di Nuova York daremo a suo tempo ampia relazione. Intanto pensiamo che possa riuscire gradita ai lettori questa prima corrispondenza inviataci da Nuova York all'arrivo della Delegazione.

*

Nuova York, 13 aprile 1926.

La Commissione Elettrotecnica Internazionale, sorta in seguito di una proposta del Colonnello Crompton al Congresso di St. Louis del 1904, e costituita nel 1906 con l'adesione di tredici Nazioni, ha tenuto le sue precedenti riunioni a Londra, Bruxelles, Torino, Colonia, Parigi, Berlino, Ginevra e all'Aja, e quest'anno per la prima volta ha indetto la Riunione plenaria e quelle dei Comitati di Studi a New York.

Tale convegno assume per l'Italia una particolare importanza per il fatto che la Presidenza Generale è tenuta da un nostro eminente collega, l'Ing. Guido Semenza, il quale con la sua mirabile energia ha dato ai lavori della Commissione un notevolissimo impulso.

La Delegazione Italiana è composta dal Prof. Lombardi, Presidente del nostro Comitato Elettrotecnico, e rappresentante dell'Associazione Elettrotecnica Italiana; dal Prof. E. Morelli e dall'Ing. R. Vallauri, Delegati ufficiali del C.E.I.; dal Comm. Ing. Jacobini, Capo Servizio, e dagli Ingg. Virgili, Bianchi, Minucciani e Duprè, Delegati del Ministero delle Comunicazioni; dagli Ingg. Carlo Clerici e L. Pellò, della Società Edison per la fabbricazione delle lampade; N. Ratti, della Società Riva; P. Ferrerio della Società Generale Edison di Elettricità, e Fr. Clerici, della Ditta G. P. Clerici. Il Prof. Lombardi è anche incaricato della Rappresentanza ufficiale del Ministero dei Lavori Pubblici.

La maggior parte dei Delegati Italiani è partita da Cherbourg il 2 aprile sul vapore « Andania » della Cunard Line, che aveva lasciato Amburgo il 31 di marzo, avendo a bordo la maggior parte dei Delegati tedeschi e parecchi di quelli degli altri Paesi del Nord-Europa continentale, laddove i Delegati inglesi si sono imbarcati a Southampton il 2 aprile e quelli francesi, belgi e svizzeri a Cherbourg.

La stessa nave, a due eliche, della portata di 14.000 tonnellate, la quale non si annovera fra le maggiori o più veloci della grande Compagnia Inglese, ma è tuttavia fra le più moderne e confortevoli, ha dunque accolto la maggior parte dei Delegati dei Comitati Elettrotecnici Nazionali di Europa, unitamente ai membri dell'Ufficio Centrale di Presidenza ed a parecchie signore.

Il viaggio si è compiuto felicemente, malgrado il rigore della stagione, e lo stato di agitazione delle acque, che ha reso per alcuni giganti, meno gradevole la prima parte della traversata.

Il mattino dell'8 di aprile, a metà della rotta, la stazione radio-telegrafica di bordo raccoglieva, e diffondeva mediante il piccolo giornale quotidiano, la notizia, accolta con concorde sentimento di deplorazione, dell'attentato contro la persona del Primo Ministro italiano. I membri della Delegazione Italiana, si affrettarono a trasmettere al Capo del Governo l'espressione del loro sentimento col seguente radiotelegramma:

« Primo Ministro Mussolini - Roma.

« Delegati italiani Commissione Elettrotecnica Internazionale Nuova York felicitano dall'Oceano Vostra Eccellenza, conservato alle « fortune d'Italia. — Presidente Generale: Semenza ».

Riunioni ufficiose dei Delegati ebbero luogo a bordo la mattina del 6 aprile ed il pomeriggio del 10 per le comunicazioni preliminari della Presidenza, relative alla organizzazione generale della Conferenza ed al programma dei lavori. In tale occasione l'Ufficio di Pre-

sidenza designò le persone chiamate a presiedere i diversi Comitati di Studio, ed i singoli Comitati nazionali a loro volta indicarono i propri membri destinati a partecipare ai lavori relativi in qualità di Delegati ufficiali e di collaboratori. Dal Comitato italiano vennero in particolare designati a riferire in qualità di Delegati ufficiali:

Il Prof. Morelli per le macchine elettriche;
L'Ing. Vallauri per i motori di trazione;
Il Prof. Lombardi per il Vocabolario, i Simboli e le tensioni normali;
L'Ing. Iacobini per la regolamentazione delle linee;
L'Ing. Ratti per i motori primi idraulici;
L'Ing. Bianchi per i motori primi termici;
L'Ing. Virgili per gli oli;
L'Ing. C. Clerici per le lampade.

Ognuno dei Delegati ricevette il fascicolo completo dei lavori, apparecchiati sul rispettivo argomento dai Comitati Nazionali, in modo da facilitarne lo studio preliminare, e la discussione ufficiosa coi Colleghi del medesimo Comitato, con che si è realizzato il grande vantaggio di dirimere a priori molte divergenze, e di spianare la via ad un accordo più rapido nella sede definitiva.

La domenica 11 aprile l'«Andania» gettò l'ancora nel porto di Halifax nella nuova Scozia, sbarcandovi parecchie centinaia di emigranti, destinati alle provincie Canadesi. Venne offerta in tal modo ai Delegati l'occasione di visitare rapidamente questa graziosa città, in parte ancora ammantata di neve, che costituisce uno degli sbocchi importanti nel commercio della nafta, e degli altri prodotti delle terre canadesi.

La distanza che separa il porto di Halifax da quello di Nuova York è di circa 600 miglia, onde, essendosi dovuta ritardare la partenza alla sera della domenica, venne definitivamente preannunziato l'arrivo a Nuova York per la mattina del martedì 13 di aprile, e l'inizio dei lavori per il pomeriggio.

Per la sera dello stesso giorno venne indetta la seduta inaugurale sotto la presidenza dell'Ing. I. W. Lieb, con discorsi di E. Thomson, ex Presidente Generale, del Col. Crompton, Segretario onorario, e dell'Ing. Semenza, e con risposte dei Delegati dei principali Comitati Nazionali d'Europa, del Canada e del Giappone.

Alle Riunioni dei Comitati di Studio si dovette prevedere una parziale sovrapposizione di quelle del Comitato, che intende all'organizzazione di un Ente internazionale per le standardizzazioni meccaniche, presso il quale le Associazioni Tecniche Italiane hanno designato come loro rappresentante l'Ing. Ratti.

Intorno ai lavori di questo e degli altri Comitati di Studio, e della Commissione plenaria, sarà riferito ulteriormente, e sarà dato un breve rendiconto della magnifica escursione, predisposta a coronamento di essi dai Comitati Nazionali degli Stati Uniti e del Canada, nella quale è inclusa la visita delle città più importanti, e delle più interessanti regioni degli Stati dell'Est.

Ma fin d'ora è lecito auspicare ai lavori della Commissione un risultato brillante per la mole di materiale allestito, per la importanza delle questioni all'ordine del giorno, e per la grandiosità della organizzazione tecnica, alla quale i due Comitati americani hanno consacrato mezzi ingenti, e la maggior parte degli altri Comitati Nazionali ha cercato di corrispondere, inviando Delegazioni numerose, e composte di Tecnici di riconosciuta competenza e di grande autorità.

L. L.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA

La mattina del 31 gennaio 1926, il Ch.mo Prof. Angelo Barbagelata, ben noto a tutti i membri della nostra Famiglia quale Capo dell'Ufficio di Redazione del nostro Periodico, presentato dal Presidente della Sezione, Ing. Rimini, al numeroso stuolo di soci venuti ad udirlo, ha ripetuto la sua comunicazione sul *Metodo chimico elettrico per la misura delle portate dei corsi d'acqua*, il cui testo completo è stato già pubblicato in queste colonne (vedi n. 5, 1926).

L'uditorio, fra cui notavasi le più alte personalità del nostro ambiente tecnico e scientifico, si è vivamente interessato alla dotta e brillante esposizione del valentissimo professore, resa ancor più efficace dalle numerose proiezioni descrittive ed esplicative, e ne ha salutato la fine con un nutrito e prolungato applauso.

Il conferenziere si intrattene poscia con quei soci che desideravano avere da lui ulteriori dettagli e spiegazioni. Poi, l'illustre ospite partecipò ad una colazione offertagli dal Consiglio della Sezione e da alcuni soci.

*

Verbale dell'Assemblea generale dei Soci del 28 marzo 1926.

La mattina del 28 marzo 1926 alle ore 10, sotto la Presidenza dell'Ing. Dott. Cesare Rimini, Presidente della Sezione, ebbe luogo l'Assemblea Generale dei Soci della Sezione, per trattare gli argomenti posti all'Ordine del giorno e cioè:

1. Relazione morale e Finanziaria dell'Esercizio 1925.
2. Approvazione del Bilancio.
3. Varie.

Il Presidente, constatata la validità dell'Assemblea a deliberare sugli argomenti posti all'ordine del giorno, espone a nome del Cassiere Ing. Francesco Rubini, che ha giustificato la sua assenza, i risultati finanziari dell'esercizio 1925, quali appaiono dal seguente specchio:

CONTO SPESE E RENDITE

Contributi alla Sede Centrale:

N. 370 Soci individuali a L. 35	L. 12.950,—
» 24 » collettivi a L. 70	» 1.680,—
» 12 » morosi a L. 17,50	» 210,—
Contributo onoranze Prof. Donati	» 1.500,—
Spese generali ordinarie (affitto, mance personale, postali, cancelleria, ecc.)	» 1.421,25
Spese generali straordinarie e sopravvenienze passive	» 448,35
Spese gite e conferenze	» 2.011,80
	L. 20.221,40
Avanzo Esercizio 1925	» 921,10
	L. 21.142,50

Contributi Quote sociali:

N. 370 Soci individuali a L. 45	L. 16.650,—
» 24 collettivi a L. 100	» 2.400,—
Interessi sui conti correnti e introiti vari	» 782,50
Quote partecipazioni gite	» 1.310,—
	L. 21.142,50

SITUAZIONE PATRIMONIALE AL 31 DICEMBRE 1925

Cassa contanti	L. 470,15
Conto corrente presso la Banca	» 10.250,—
Fondo spese Segreteria	» 14,95
Mobili e libri (per memoria)	» 1,—
	L. 10.736,10
Residuo dare alla Sede Centrale	L. 1.350,—
Quote anticipate per il 1926	» 45,—
Patrimonio al 31 Dicembre 1925:	» 9.341,10
Patrimonio al 31 Dicembre 1924	L. 8.420,—
Avanzo Esercizio 1925	» 921,10
	L. 10.736,10

dal quale si rileva il florido andamento finanziario della Sezione. Le risultanze del Bilancio vengono approvate all'unanimità.

Poi il Presidente fa un rapido riassunto di quello che fu l'attività della Sezione durante l'anno 1925, con particolare riguardo al periodo posteriore al Febbraio, epoca in cui avvenne l'insediamento della attuale Presidenza.

Il Bilancio morale si riassume in poche cifre: durante il suddetto scorcio di anno furono tenute sette comunicazioni su argomenti di alto interesse scientifico e tecnico e, nella stagione primaverile-estiva furono effettuate tre escursioni di carattere tecnico, talune delle quali sono riuscite assai attraenti dal punto di vista turistico. Il Presidente conchiude augurandosi che, mercè la volenterosa collaborazione di tutti i Soci, la Sezione possa riprendere e continuare la vita fiorente, che le ha fino ad ora fatto tenere uno dei posti più salienti fra le Sezioni consorelle.

Il Presidente dà poi notizia all'Assemblea della deliberazione presa dal Consiglio il 20 Dicembre 1925 in ordine all'aumento delle quote Sociali, reso necessario dalle decisioni prese in materia dall'Assemblea Generale a Napoli, e ne chiede la ratifica. La deliberazione del Consiglio della Sezione già nota (vedi n. 5 dell'anno corrente di questo periodico) è ratificata all'unanimità dall'Assemblea.

Infine il Presidente comunica all'Assemblea che, in seguito ad analogo voto della Commissione aggiudicatrice del premio Sacchetti, questo è stato conferito all'Illustre Socio Prof. Luigi Donati, particolarmente caro alla nostra Sezione, che fu da Lui fondata nel 1900 e che lo ebbe a Presidente infaticabile per i primi otto anni, nel periodo cioè in cui a Bologna, e precisamente per opera di Lui, appena si muovevano i primi passi nella divulgazione razionale della nostra Scienza. Certo di interpretare i sentimenti dell'Assemblea, propone di presentare al Maestro il commosso compiacimento della Sezione pel ben meritato riconoscimento dei Suoi altissimi meriti. L'Assemblea unanimemente approva e demanda al Presidente il gradito incarico.

Esauriti così gli argomenti all'ordine del giorno, il Presidente ringrazia vivamente l'Assemblea della fiducia dimostratagli nell'affidargli la importante carica e prospetta all'Assemblea stessa il suo dubbio di non essere pari al compito affidatogli, sembrandogli che l'attività della Sezione non sia quale egli crede potrebbe essere.

L'Ing. Romagnoli ed altri dichiarano di non condividere l'opinione del Presidente e, ritenendo che invece la Sezione sia stata, sotto la Sua guida, assai vivace ed attiva, tributano al Presidente stesso un voto di plauso per l'opera prestata.

Il Presidente insiste sul suo punto di vista, e chiede anzi alla

Assemblea che essa stessa suggerisca quelle forme di attività che ritiene possano essere gradite ai Soci, dichiarandosi pronto a curarne con ogni benevolenza la effettiva esecuzione. Avverte che, frattanto, certo di interpretare il desiderio dei Colleghi, mentre sta pensando ad organizzare qualche escursione per la prossima primavera, ritiene anche opportuno, per favorire vieppiù quei ritrovi e quegli scambi di idee che sempre giovano ad un Corpo di Tecnici, disporre per una prossima cena Sociale. Ma chiede che soprattutto i Soci diano più frequenti contributi all'attività tecnico scientifica della Sezione, e non si trincerino dietro il timore di «non aver cose nuove» da dire. Per far cosa utile all'Associazione non è necessario portare in seno ad essa i risultati di ricerche originali, sia nell'ambito della Tecnica, che in quello della Scienza, ma basta che i Soci, a qualunque campo di attività siano dediti, si limitino ad intrattenere i colleghi ora sull'uno, or sull'altro argomento, tratti fra quelli che hanno attinenza con la loro attività ordinaria.

Il Prof. Sartori, osservato che molti Soci, per le loro stesse occupazioni professionali, non possono seguire con sufficiente profitto i progressi della nostra e delle Scienze affini, e talvolta si trovano persino a non aver più sottomano i principi fondamentali di questo o quel ramo della Tecnica, pensa che sarebbe opportuno elaborare un vero e proprio piano di rieducazione scientifica della Sezione, a base didattica.

Il Presidente si associa *toto corde* alla idea del Prof. Sartori, tanto più che, come dichiara, essa era già sorta in lui, ed aveva già persino provveduto ad accaparrarsi la collaborazione di qualcuno dei numerosi che, in seno alla Sezione, possono utilmente prestare parte attiva alla esecuzione di un programma come quello accennato. Sorretto dal favore dei Soci, egli conclude, ben volentieri si accingerà a predisporre, con la maggiore possibile diligenza un concreto piano, la cui esecuzione dovrà necessariamente svolgersi in un lasso di tempo non breve.

I presenti dichiarano la loro adesione al programma delineato, e confidano che, date le peculiari qualità di coloro che sono preposti alla Sezione, esso avrà senza dubbio una perfetta esecuzione.

Nessuno più avendo chiesto la parola, la seduta è tolta alle 10,45.

*

La sera del 2 Aprile p. p. l'Ing. Giorgio Del Valle, Socio della Sezione di Firenze, ha ripetuto ai Colleghi di Bologna la Sua comunicazione sulle *Oscillazioni climatiche* già da lui svolta all'Accademia di Scienze Lettere ed Arti di Padova, in occasione del bicentenario della fondazione della Specola patavina, e successivamente alle Sezioni di Firenze e Milano della nostra Associazione.

Presentato ai Soci dal Presidente della Sezione Ing. Cesare Rimini, ed avuta la parola, il Conferenziere ha con rara competenza intrattenuto l'uditorio sulle questioni concernenti la ricerca di leggi di sistematica regolarità nell'apparente capriccio delle Oscillazioni climatiche, osservando come tali ricerche possano in generale orientarsi, seguendo i dettami della Teoria, degli Errori e del Calcolo delle probabilità, analizzando la deviazione dei fenomeni reali osservati da quella che può considerarsi la loro media probabile, ricercando quindi il raggruppamento statico o amplitudinale degli scarti in sistematica dipendenza della loro cronologica successione. Il Conferenziere addì, in primo luogo, con speciale riferimento ai fenomeni idrologici, le peculiarità grafiche dei campi di variazione gaussiana, illustrando specialmente le «correlazioni» fra due serie affini, e dimostrandone l'inquadramento entro inviluppi regolari. In secondo luogo esaminò il movimento degli scarti in dipendenza della successione cronologica, e partendo dal singolare esempio delle oscillazioni di serie tropicali, meno corrotte da interferenze accidentali, mostrò la tendenza cosmica degli armonici fondamentali a gravitare entro un campo di inviluppo armonico, formato da traiettorie luoghi geometrici dei valori «catastrofici» del fenomeno, che interessano singolarmente la pratica meteorico-idrologica.

Trattandosi di fenomeni oscillanti di carica e scarica vicendevole tra i circuiti atmosferico e terrestre, il meccanismo di tali oscillazioni rivela analogie con quelle famigliari nel campo della Elettrotecnica, e lo studio matematico più approfondito in tal senso offre un campo di ricerca dei più interessanti.

La conferenza, illustrata da numerosi diagrammi, riuscì assai interessante per gli intervenuti, i quali ebbero la netta sensazione di trovarsi trasportati in un campo d'indagine di insospettata fecondità e che, condotte con larga base sperimentale, possono dar luogo a risultati preziosi per la Tecnica. Un vivo applauso salutò la fine della esposizione dell'Ing. Del Valle, e molti Soci si intrattenero ancora lungamente con Lui per avere dilucidazioni ed altre informazioni sull'argomento.

* *

SEZIONE DI GENOVA

Visita alle Acciaierie e Fonderie di acciaio «Ansaldo S. A.» di Cornigliano.

Le Acciaierie e Fonderie di Acciaio della Ansaldo S. A. sabato 10 marzo ospitarono un numeroso gruppo di Soci della nostra Sezione i quali poterono, nonostante la rapidità della visita, farsi un concetto esatto del funzionamento del meraviglioso organismo così abilmente di-

retto dal Direttore Ing. Boscaro Bozzolan e da tutti quegli altri ingegneri e tecnici così modesti e così abili.

I Soci vennero ricevuti dall'Ing. Serrato Capo dell'Ufficio Impianti Elettrici che li accompagnò sempre mentre gli ingegneri dei diversi reparti fornivano ampie spiegazioni.

La visita ebbe inizio alle 14 dal reparto formatura a mano ed a macchina, sbavatura ed officina meccanica.

Dopo aver ammirato una colata di 6 tonnellate di acciaio dal forno elettrico, la fucinazione alla pressa da 5.000 tonnellate di lingotti enormi incandescenti, i visitatori poterono ammirare la superba colata di 30 tonnellate di acciaio dal forno Martin ed al riempimento delle lingottiere.

Visitate le officine di lavorazione meccanica dove enormi macchine eseguivano lavorazioni veramente belle, i visitatori passarono nel reparto laminatoi dove un treno trio da 550 azionato da motore elettrico in brevissimo tempo trasforma un lingotto in un profilato ed un treno duo da 850, azionato da motrice a vapore da 10.000 HP, trasforma in lamiere lingotti di notevoli dimensioni.

Nel reparto trattamenti termici poi la meravigliosa tempera di un cannone da 203 destinato all'incrociatore *Trento* ha entusiasmato tutti che seguirono attentamente le operazioni di estrazione dal forno di riscaldamento del colosso incandescente e la sua immersione nel pozzo di tempera.

Chiuse la bella giornata veramente istruttiva la visita allo Stabilimento Elettrolitico.

Inutile aggiungere che il massimo interesse destarono nel bel gruppo di elettrotecnici anche le varie cabine di trasformazione e di conversione alimentanti i diversi reparti e Stabilimenti.

Conclusione: una giornata vissuta in uno dei più belli stabilimenti, vanto della Liguria dove la vita pulsa sotto l'abile guida dell'Ing. Boscaro e di tutti quegli ingegneri addetti ai vari reparti ed ai quali è doveroso porgere un sincero e sentito ringraziamento non privo di ammirazione per l'opera che essi continuamente svolgono.

* *

SEZIONE DI TORINO

Assemblea generale dei Soci - 26 marzo 1926.

Ordine del Giorno:

- 1) Comunicazioni della Presidenza;
- 2) Presentazione del Bilancio Consuntivo 1925 e Preventivo 1926;
- 3) Nomina di un Consigliere per la Sezione di Torino e di otto Consiglieri delegati presso il Consiglio Generale in sostituzione dei Consiglieri scadenti;
- 4) Alcune considerazioni sugli ultimi risultati ottenuti con gli *Accumulatori leggeri tipo Pouchain*, Resoconto dell'Ing. Carlo Palestino.

Presiede il Sig. Ing. Comm. Carlo Palestino. Segretario Ing. Giampietro Cicogna.

Presenti numerosi soci. La seduta è dichiarata aperta dal Presidente alle ore 21,30.

Il Segretario legge il verbale della seduta precedente che è approvato all'unanimità e senza discussioni.

Il Presidente legge una lettera di scuse del Cassiere Rag. Pallavicini che non può intervenire all'assemblea. Comunica il numero dei soci attuali che è di n. 819 dei quali 68 sono stati iscritti nell'anno.

Esprime il dispiacere per il rilevante numero di soci morosi che vengono inoltre a gravare sul bilancio della Sezione per la quota che la Sezione deve inviare alla Sede Centrale e che non incassa dal socio.

Vengono approvate le domande a nuovi soci avanzate dai Signori: Ing. C. Verdun di Cantogno, Ing. Carlo Giordano, Sig. Vasco Zocolini, Mario Gramaglia, Alberto Chimienti, G. B. Profumo, Giuseppe Berrino, Rinaldo Bezzoli, Carlo Spregevoli, Olinto Sassi.

Espone il bilancio 1925 leggendone il consuntivo e la situazione di cassa al 31 dicembre come è stato compilato dal Rag. Pallavicini. Legge quindi il bilancio preventivo per il 1926 che è stato formato con molta prudenza specie nei riguardi del numero delle quote di associazione.

Il Sindaco Ing. Giorelli legge la relazione dei Sindaci che è la seguente:

Egredi Consoci.

Abbiamo verificato le scritture contabili dello scorso esercizio 1925 e «constatata la perfetta corrispondenza tra esse ed i relativi documenti giustificativi ci pregiamo invitarvi ad approvare la contabilità del decorso esercizio che si chiude con un disavanzo della gestione propriamente di L. 2.916,85, che dedotto dagli avanzi delle passate gestioni lascia un fondo a nuovo di L. 3.345,08. Il disavanzo è causato in parte dal mancato pagamento di quote da parte di soci e da spese di trasporto degli annuari.

«Rimangono ancora a disposizione della Presidenza, come residuo, dei fondi speciali L. 1.031,20.

«Mentre vi rassegniamo il mandato favoriti, ci pregiamo esternare il nostro plauso ed additare alla vostra riconoscenza l'opera benemerita, intelligente e solerte del nostro Consocio, Cassiere Rag. Cav. Pallavicini».

Firmato da Giorelli, Gaspare Jean ed E. Pevron.

Il Presidente apre quindi la discussione sui bilanci: nessuno chiede la parola ed i bilanci Consuntivo 1925 e Preventivo 1926 vengono approvati all'unanimità.

Vengono pure approvate all'unanimità la riconferma delle cariche ai componenti la Commissione di Revisione del Bilancio, il Rappresentante in seno alla Federazione ed il Revisore, nelle persone dei Signori:

Commissione revisione bilancio: Signori Ingg. Giorelli, revisore effettivo; Jean Gaspere, rev. eff.; Peyron Emanuele rev. eff.; Treves V. revisore supplente; Ferrero Camillo, rev. supp.

Rappresentante Federazione: Ing. Carlo Giovara.

Revisore alla Federazione: Ing. Lignana.

Viene approvato pure il resoconto fatto dal Presidente sulle spese per il ricevimento agli Ingegneri Elettrotecnici francesi venuti in Italia nel settembre scorso.

Si passa quindi alla elezione dei Consiglieri delegati e del Consigliere di Sezione mediante votazione a schede segrete. Mentre gli scrutatori compiono il loro incarico, il Presidente tiene la conferenza annunciata nell'ordine del giorno, sugli *Accumulatori leggeri tipo Pouchain*. Dalla comunicazione dell'Ing. Palestino risultò essenzialmente la elencazione dei risultati ottenuti dalle esperienze condotte a termine su diversi elementi di tipo Pouchain, sui quali furono eseguite varie prove specialmente di capacità, rendimento ad alti regimi di scarica. Si ottenne da tali esperienze di scaricare tali elementi fino al regime di 24 watt per kg di peso totale, corrispondente a circa 37 watt per kg di peso attivo, con scarica in minuti 45 e cioè con 18 watt-ora per kg di peso totale, corrispondente a 28 watt-ora per kg di peso attivo. Gli elementi in esame dopo tali prove avevano le negative in perfetto stato.

Dai risultati ottenuti l'Ing. Palestino trae la deduzione delle possibilità della risoluzione di nuovi problemi inerenti alla trazione elettrica, e specialmente quelli riguardanti la trazione ad alta velocità con locomotori elettrici ad accumulatori di grande potenza. Egli rammenta che molta strada si è fatta all'estero nella trazione ad accumulatori ed ha felicemente auspicato che l'Italia, all'avanguardia del progresso e della tecnica elettrica, sarà certamente capace di dare, mercè l'opera dei valorosi tecnici italiani, l'esempio di una nuova importantissima evoluzione nella grande trazione ferroviaria, per sfruttare le energie naturali del Paese, emancipando dal carbone nero anche quelle linee per le quali la grande trazione a conduttori di contatto può riuscire troppo gravosa per le elevate spese di installazione e di armamento.

La chiusura del conferenziere, inneggiante ai progressi ed al brillante esercizio delle nostre Ferrovie, specialmente di quelle elettrificate è stata salutata da un applauso vivissimo di consenso da parte di tutti i tecnici convenuti.

Terminata la conferenza l'Ing. Palestino fa la proclamazione degli eletti a consigliere delegato presso la Sede Centrale nelle persone dei Signori:

Bordiga Ing. Clemente, voti 46; Goffi Ing. Felice, voti 46; Lisco Ing. Carlo, voti 46; Mottura Ing. Francesco, voti 46; Orsi Ing. Alessandro, voti 46; Paschetto Ing. Virgilio, voti 46; Salvini Ing. Giuseppe, voti 46; Sodano Ing. Carlo, voti 46.

A Consigliere della Sezione di Torino: Giaccone Griva Cav. Michele, voti 44. Il Consiglio resta composto come segue:

Presidente: Palestino Comm. Ing. Carlo.

Vice Presidente: Arigo Ing. Cav. Giuseppe.

Segretario: Cicogna Ing. Giampietro.

Cassiere: Pallavicini Rag. Cav. Giuseppe.

Consiglieri: Pavia Ing. Dott. Gr. Uff. Nicola; Busso Ing. Carlo; Giaccone Griva Cav. Michele; Rossi Ing. Pier Paolo; Brunetti Ing. Mario; Bosone Ing. Cav. Luigi.

Consiglieri delegati presso il Consiglio Generale: Peri Ing. Cav. Guido; Astuti Ing. Cav. Franco; Cusmano Ing. Andrea; Giupponi Ing. Luigi; Lualdi Ing. Mario; Monnet Ing. Eugenio; Bisagno Cav. Italo; Stanzani Ing. Carlo; Tedeschi Ing. Giulio; Bordiga Ing. Clemente; Goffi Ing. Felice; Lisco Ing. Carlo; Mottura Ing. Francesco; Orsi Ing. Cav. Uff. Alessandro; Paschetto Ing. Virgilio; Salvini Ing. Giuseppe; Sodano Ing. Carlo.

Le sedute viene tolta alle ore 23.

Bilancio dell'Esercizio 1925.

Attivo:

Quote incassate: n. 713 Soci individuali	L. 40.637,—
» 44 Soci collettivi	» 6.600,—
» 1 Socio studente	» 30,—
» 23 Soci indiv. per quote anni prec.	» 1.350,—
Interessi attivi	» 653,85
Incassate per rimborsi vari	» 57,35
Incassate per vendita pubblicazioni varie	» 114,15
Incassate per Onoranze Elettrotecnici francesi	» 9.180,—
Saldo passivo Esercizio 1925	» 2.916,85
Totale	L. 61.539,20

Passivo:

Versate alla Sede Centrale per contrib. sulle quote Soci	L. 31.640,—
Versate alla Federazione Società Scientifiche per contributo spese anno 1925	» 15.600,—
Spese di Segreteria e Cassa	» 1.967,50
Spese postali	» 274,60
Spese per stampati e cancelleria	» 523,50
Spese per abbonamento periodici vari	» 1.035,60
Spese per biblioteca	» 437,—
Spese per Onoranze Elettrotecnici francesi	» 9.512,—
Spese per trasporto annuari 1925	» 425,25
Spese varie	» 123,75
Totale	L. 61.539,20

Situazione di Cassa al 31 dicembre 1925.

Rimanenza in Cassa per Esercizi preidenti al 31 dicembre 1924	L. 5.261,93
Importo Buoni del Tesoro incassati, al 31 dicembre 1924	» 1.000,—
Totale	L. 6.261,93
Saldo passivo Eserc. 1925, come da bilancio	» 2.916,85
L. 3.345,08	
Rimanenza in Cassa per fondo G. Ferraris al 31 dicembre 1924	L. 1.623,70
Rimanenza in Cassa per fondo vittime Gleno al 31 dicembre 1924	» 2.112,—
Totale	L. 3.735,70
Spese per onoranze varie (Ing. Quattrino)	L. 704,50
Al Comitato Festeggiamenti Livorno Ferraris	» 2.000,—
L. 2.704,50	
L. 1.031,20	
Rimanenza in Cassa al 31 dicembre 1925	L. 4.376,28

Titoli di proprietà della Sezione.

Consolidato 5 %, Cartelle n. 147831, 475023, 689602 del valore nominale di	L. 4.200,—
--	------------

Bilancio Preventivo per l'Esercizio 1926.

Attivo:

Quote da incassarsi:	
44 Soci collettivi a	L. 200 L. 8.800,—
450 Soci individuali residenti a	» 70 » 31.500,—
300 Soci individuali non residenti	» 60 » 18.000,—
Interessi attivi	» 600,—
Totale	L. 58.900,—

Passivo:

Alla Sede Centrale:	
44 quote per Soci collettivi a	L. 80 L. 3.520,—
750 quote per Soci individuali a	» 45 » 33.750,—
Alla Federazione	» 16.000,—
Spese di Segreteria e Cassa	» 2.000,—
» postali	» 500,—
» per stampati	» 750,—
» per abbonamenti vari	» 1.500,—
» per conferenze	» 280,—
» per biblioteca	» 300,—
» varie	» 300,—
Totale	L. 58.900,—

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Manifestazioni elettrotecniche internazionali e nazionali.

Chiusa la riunione americana della C. E. I. — con la già annunciata rielezione dell'Ing. Guido Semenza a Presidente generale — già l'attenzione si rivolge alla seconda sessione della World Power Conference che si terrà ai primi di settembre a Basilea, in occasione di quella Esposizione Internazionale di Navigazione interna e di utilizzazione dell'energia idraulica. Pubblichiamo più avanti il programma di massima della manifestazione — alla quale l'Italia partecipa ufficialmente — riservandoci di ritornare su di essa con ulteriori particolari.

Ma prima della riunione di Basilea (che disgraziatamente coinciderà colla riunione di Brescia dell'A.E.I.) avremo un'altra simpatica manifestazione internazionale col viaggio dei nostri colleghi in Francia, organizzato con tanta cordialità e larghezza dalla Société Française des Electriciens. Il successo dell'iniziativa ha superato ogni aspettativa, perchè quasi 200 nostri soci, rappresentanti ogni regione d'Italia, hanno risposto all'invito. L'interessante viaggio si inizierà il 7 del prossimo giugno e non mancheremo di darne ampia relazione ai lettori.

*

Contemporaneamente al viaggio in Francia avremo quest'anno, per simpatica iniziativa della Sezione Veneta, in occasione della Fiera di Padova (5-20 giugno), una mostra di apparecchi elettrici (interruttori, regolatori, relais, ecc.). Il giorno 16 giugno la Sezione visiterà ufficialmente la mostra e come alla visita parteciperà il nostro Presidente generale, così è da augurarsi che vi partecipino numerosi i colleghi delle altre Sezioni.

Prove sui combinatori (controller).

Tutti sanno che nei controller esistono i soffiatori magnetici per spegnere gli archi fra i contatti e che le difficoltà di questo problema dello spegnimento degli archi si fanno tanto più serie, quanto più grande è la potenza dei locomotori e quanto più alta la tensione di linea. Ma pochi hanno idee concrete sulla distribuzione del campo magnetico nei soffiatori e sopra tutto sulla intensità di tale campo nei tipi normalmente usati dal servizio tranviario. Alcuni dati sperimentali al riguardo ha raccolto l'Ing. P. LOMBARDI in una breve nota che compare nel presente fascicolo. Essa fornisce appunto quegli elementi a cui abbiamo accennato riguardo alla intensità e alla distribuzione del campo magnetico, insieme con altre utili indicazioni sulla struttura dei moderni controller.

Le operazioni geometriche.

Nella puntata odierna della sua monografia il Dott. RIMINI riassume lucidamente quanto concerne le quattro operazioni fondamentali (somma, sottrazione, moltiplicazione e divisione) eseguite sui vettori, come introduzione alle interessanti applicazioni che saranno trattate nelle puntate successive. Notiamo che se, per le prime tre operazioni, significati e procedimenti sono famigliari a tutti i tecnici, non altrettanto può dirsi della divisione. L'operazione che, nella sua essenza, si riduce a trovare il vettore inverso o reciproco di un altro vettore dato, ha una importanza veramente preminente in elettrotecnica, perchè da essa discende la costruzione dei diagrammi circolari; e la trattazione generale del procedimento, fatta dal Rimini riuscirà perciò assai utile a molti colleghi.

LA REDAZIONE.

□ FONDAMENTI DI GEOMETRIA APPLICATA ALLE CORRENTI ALTERNATIVE

C. RIMINI



Comunicazione tenuta alle Sezioni di Bologna, Firenze, Milano

(Continuazione, v. N. 13, pag. 274)

III. - LE OPERAZIONI GEOMETRICHE.

7. - La somma e la sottrazione.

La somma $C = A + B$ di due numeri complessi si costruisce immediatamente, noti i punti A e B , (*) ed è il quarto vertice del parallelogrammo avente per lati consecutivi i vettori di A e B , come subito si riconosce risolvendo A e B nelle loro componenti cartesiane (fig. 27).

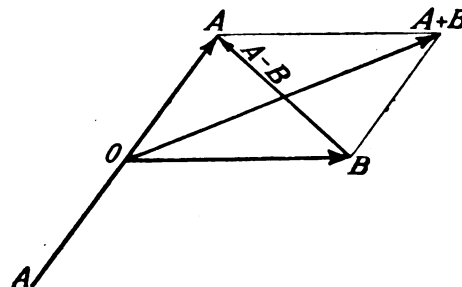


Fig. 27.

Il punto $-A$ è il simmetrico di A rispetto all'origine O (cosicchè risulta $A + (-A) = 0$). E così la differenza $A - B$, come facilmente si vede, è rappresentata dal vettore BA avente l'origine in B e il termine in A .

La somma di n numeri uguali ad A (prodotto di A per l'intero n) corrisponde al punto C allineato con O , A e tale che $OC = n \cdot OA$. La costruzione ha senso anche per n negativo, nel qual caso conduce al simmetrico di C . Ed è ovvia la estensione al caso di n reale qualunque.

8. - Le medie binarie.

La espressione della somma di più vettori $A_1 + A_2 + \dots + A_n$ si semplifica assai qualora si consideri il vettore M media dei dati:

$$M = \frac{A_1 + A_2 + \dots + A_n}{n},$$

conosciuto il quale, è subito nota la somma richiesta, che risulta $= nM$.

Per $n = 2$ si ha:

$$2M = A_1 + A_2,$$

e manifestamente M è il punto medio del segmento $A_1 - A_2$.

(*) Quando non vi sia luogo ad equivoci, indicheremo indifferentemente con A sia il numero A , sia il punto che lo rappresenta nel piano complesso.

Infatti scrivendo:

$$\mathbf{M} = \mathbf{A}_2 + \frac{\mathbf{A}_1 - \mathbf{A}_2}{2}$$

si riconosce subito che per ottenere $\mathbf{M}$ occorre percorrere metà del segmento $\mathbf{A}_2\mathbf{A}_1 = \mathbf{A}_1 - \mathbf{A}_2$, a partire da $\mathbf{A}_2$ (fig. 28).

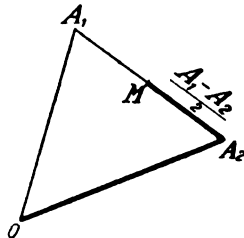


Fig. 28.

Se degli n punti dati, p coincidono con $\mathbf{A}_1$ e q con $\mathbf{A}_2$, il punto medio $\mathbf{M}$ soddisferà a:

$$(p + q) \mathbf{M} = p \mathbf{A}_1 + q \mathbf{A}_2$$

e cioè:

$$\mathbf{M} = \mathbf{A}_2 + \frac{p}{p + q} (\mathbf{A}_1 - \mathbf{A}_2),$$

onde si deduce che esso è ancora un punto della retta $\mathbf{A}_1\mathbf{A}_2$, e precisamente quello che divide il segmento $\mathbf{A}_1\mathbf{A}_2$ in parti inversamente proporzionali ai numeri p e q . Si noti che la costruzione indicata non soffre eccezione se p e q sono di segni contrari, ma naturalmente in questo caso si perverrà ad un punto $\mathbf{M}$ esterno al segmento $\mathbf{A}_1\mathbf{A}_2$. Più generalmente ancora, se k è un numero qualunque, il punto:

$$\mathbf{M} = k \mathbf{A}_1 + (1 + k) \mathbf{A}_2$$

appartiene alla retta che congiunge $\mathbf{A}_1$ con $\mathbf{A}_2$ e le sue distanze da questi stanno fra loro come i valori assoluti di $1 - k$ e k . In ogni caso il punto $\mathbf{M}$ determinato mediante questa costruzione corrisponde al centro delle forze parallele k e $1 - k$ applicate ai punti $\mathbf{A}_1$ e $\mathbf{A}_2$.

In altre parole si può dire che: la condizione necessaria e sufficiente perchè tre punti $\mathbf{A}$, $\mathbf{B}$, $\mathbf{C}$ siano allineati è che esistano tre numeri reali p , q , r aventi somma nulla, tali che

$$(x) \quad p \mathbf{A} + q \mathbf{B} + r \mathbf{C} = 0.$$

Infatti facendo variare k nella precedente, il punto $\mathbf{M}$ percorre tutta la retta $\mathbf{A}_1\mathbf{A}_2$, mentre, ridotta l'uguaglianza stessa alla forma (x), risulta sempre nulla la somma dei coefficienti. Viceversa dalla (x) si deduce

$$\mathbf{C} = -\frac{p}{r} \mathbf{A} - \frac{q}{r} \mathbf{B}$$

ove, a causa di $p + q + r = 0$, i coefficienti di $\mathbf{A}$ e $\mathbf{B}$ sono complementari rispetto all'unità.

9. - Le medie ternarie.

Per $n = 3$, la media $\mathbf{M}$ dei tre vettori $\mathbf{A}_1, \mathbf{A}_2, \mathbf{A}_3$ è:

$$\mathbf{M} = \frac{\mathbf{A}_1 + \mathbf{A}_2 + \mathbf{A}_3}{3}$$

Se indichiamo con $\mathbf{A}_{23}, \mathbf{A}_{31}, \mathbf{A}_{12}$ i punti medi dei tre segmenti $\mathbf{A}_2\mathbf{A}_3, \mathbf{A}_3\mathbf{A}_1, \mathbf{A}_1\mathbf{A}_2$ (lati del triangolo $\mathbf{A}_1\mathbf{A}_2\mathbf{A}_3$), sarà:

$$\mathbf{A}_2 + \mathbf{A}_3 = 2 \mathbf{A}_{23}, \quad \mathbf{A}_3 + \mathbf{A}_1 = 2 \mathbf{A}_{31}, \quad \mathbf{A}_1 + \mathbf{A}_2 = 2 \mathbf{A}_{12}$$

con che si ha:

$$\mathbf{M} = \frac{2 \mathbf{A}_{23} + \mathbf{A}_1}{3} = \frac{2 \mathbf{A}_{31} + \mathbf{A}_2}{3} = \frac{2 \mathbf{A}_{12} + \mathbf{A}_3}{3}$$

I tre valori scritti di $\mathbf{M}$ rappresentano punti delle rette $\mathbf{A}_1\mathbf{A}_{23}, \mathbf{A}_2\mathbf{A}_{31}, \mathbf{A}_3\mathbf{A}_{12}$, dunque queste tre rette sono concorrenti, e precisamente in un punto che divide ciascuno dei segmenti $\mathbf{A}_1\mathbf{A}_{23}, \mathbf{A}_2\mathbf{A}_{31}, \mathbf{A}_3\mathbf{A}_{12}$ nel rapporto $2 : 1$. È il noto teorema delle mediane, che si trova così dimostrato per via algebrica.

Se i tre vettori $\mathbf{A}_1, \mathbf{A}_2, \mathbf{A}_3$ hanno somma nulla, dovrà risultare $\mathbf{M} = 0$, quindi il punto da cui essi sono spiccati, cioè l'origine, sta nel baricentro del triangolo $\mathbf{A}_1\mathbf{A}_2\mathbf{A}_3$ (fig. 29).

Dunque:

Se da un punto, assunto come origine, si conducono i tre segmenti rappresentativi di tre vettori aventi somma nulla, il triangolo formato dagli estremi ha per baricentro il punto scelto.

E se in queste condizioni si sposta il vertice $\mathbf{A}_3$, aggiungendogli il vettore $\mathbf{B}$, $\mathbf{M}$ si ridurrà a $\frac{\mathbf{B}}{3}$ (fig. 29), quindi:

Se due triangoli hanno due vertici comuni, il segmento che congiunge i baricentri è parallelo a quello che congiunge i terzi vertici e vale la terza parte di questo.

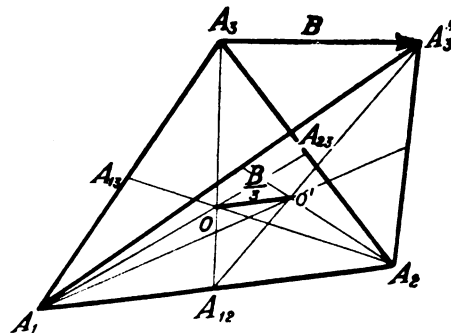


Fig. 29.

Se dei punti dati, p coincidono con $\mathbf{A}_1$, q con $\mathbf{A}_2$, r con $\mathbf{A}_3$, il punto medio $\mathbf{M}$ è dato da:

$$(p + q + r) \mathbf{M} = p \mathbf{A}_1 + q \mathbf{A}_2 + r \mathbf{A}_3$$

e siccome, posto:

$$(q + r) \mathbf{A}_{23} = q \mathbf{A}_2 + r \mathbf{A}_3, \quad (r + p) \mathbf{A}_{31} = r \mathbf{A}_3 + p \mathbf{A}_1, \\ (p + q) \mathbf{A}_{12} = p \mathbf{A}_1 + q \mathbf{A}_2,$$

con che $\mathbf{A}_{23}$ risulta essere il punto che divide $\mathbf{A}_2\mathbf{A}_3$ nel rapporto $r : q$, ecc., si può scrivere:

$$(p + q + r) \mathbf{M} = p \mathbf{A}_1 + (q + r) \mathbf{A}_{23} = q \mathbf{A}_2 + (r + p) \mathbf{A}_{31} = r \mathbf{A}_3 + (p + q) \mathbf{A}_{12},$$

ne segue che $\mathbf{M}$ appartiene a ciascuna delle tre rette $\mathbf{A}_1\mathbf{A}_{23}, \mathbf{A}_2\mathbf{A}_{31}, \mathbf{A}_3\mathbf{A}_{12}$ (fig. 30), cioè:

Divisi i lati di un triangolo secondo tre rapporti $\left(\frac{r}{q}, \frac{q}{p}, \frac{p}{r}\right)$ il cui prodotto vale uno, le congiungenti dei vertici coi punti di divisione opposti concorrono in un punto (teorema di Ceva).

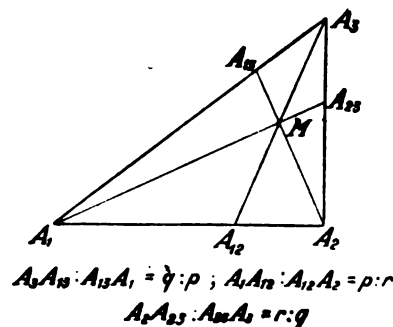


Fig. 30.

Se i tre numeri p, q, r si scelgono proporzionali ai lati $\mathbf{A}_2\mathbf{A}_3, \mathbf{A}_3\mathbf{A}_1, \mathbf{A}_1\mathbf{A}_2$, le tre congiungenti predette coincidono con le bisettrici del triangolo, e ne segue che queste concorrono in un punto.

10. - Le medie quaternarie.

Per $n = 4$, si ponga:

$$\mathbf{A}_2 + \mathbf{A}_3 + \mathbf{A}_4 = 3 \mathbf{A}_{234}, \quad \mathbf{A}_3 + \mathbf{A}_4 + \mathbf{A}_1 = 3 \mathbf{A}_{341},$$

$$\mathbf{A}_4 + \mathbf{A}_1 + \mathbf{A}_2 = 3 \mathbf{A}_{412}, \quad \mathbf{A}_1 + \mathbf{A}_2 + \mathbf{A}_3 = 3 \mathbf{A}_{123}$$

$$\mathbf{A}_i + \mathbf{A}_k = 2 \mathbf{A}_{ik} \quad (i \neq k; i, k = 1, 2, 3, 4)$$

con che $\mathbf{A}_{ik}$ è il baricentro del triangolo $\mathbf{A}_i\mathbf{A}_k\mathbf{A}_l$, e $\mathbf{A}_{ik}$ il punto medio del segmento $\mathbf{A}_i\mathbf{A}_k$. Si avrà:

$$\mathbf{M} = \frac{\mathbf{A}_1 + \mathbf{A}_2 + \mathbf{A}_3 + \mathbf{A}_4}{4} = \frac{\mathbf{A}_1 + 3 \mathbf{A}_{234}}{4} = \frac{\mathbf{A}_2 + 3 \mathbf{A}_{341}}{4} = \\ = \frac{\mathbf{A}_3 + 3 \mathbf{A}_{412}}{4} = \frac{\mathbf{A}_4 + 3 \mathbf{A}_{123}}{4} = \\ = \frac{\mathbf{A}_{12} + \mathbf{A}_{34}}{2} = \frac{\mathbf{A}_{13} + \mathbf{A}_{24}}{2} = \frac{\mathbf{A}_{14} + \mathbf{A}_{23}}{2}$$

cioè: dato un quadrangolo, le quattro congiungenti di ogni vertice col baricentro del triangolo formato dagli altri tre, e le tre congiungenti i punti medi delle due coppie di lati opposti e delle diagonali, concorrono in un punto, che divide le prime nel rap-

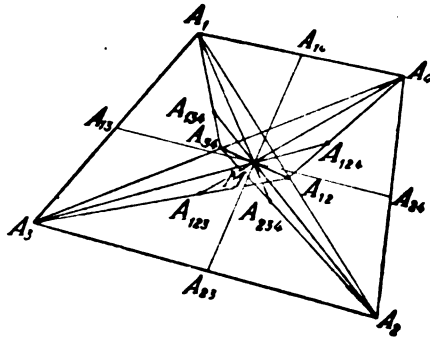


Fig. 31.

porto 3 : 1 e le seconde nel rapporto 1 : 1. Esso rappresenta la media dei vertici del quadrangolo (fig. 31).

11. - Il prodotto.

Il prodotto di due numeri complessi A e B si effettua facilmente: si tratta di modificare la distanza del punto A dall'origine nella misura definita dal modulo di B e poi far ruotare intorno ad O il punto ottenuto per un angolo corrispondente all'argomento di B . Se U è il punto corrispondente all'unità reale, il punto $C = AB$ non è che il terzo vertice del triangolo OAC simile al triangolo OUB , essendo OU e OA lati omologhi.

Interpretando A e B come vettori piani, il risultato della operazione è ancora un vettore piano. Ma non si deve per questo credere che la moltiplicazione sia assimilabile al prodotto vettoriale, quale lo si definisce nella teoria generale dei vettori. Quest'ultimo dà per risultato un vettore esterno al piano dei vettori fattori, il che non avviene per il nostro prodotto. Poi, la moltiplicazione vettoriale propriamente detta è una operazione che non soddisfa nè alla legge commutativa, nè a quella di annullamento del prodotto. Si sa infatti che:

$$A \wedge B = -B \wedge A$$

ed

$$A \wedge B = 0$$

non solo se $A = 0$, oppure $B = 0$, ma anche se A è parallelo a B , mentre, per il prodotto che qui consideriamo:

$$AB = BA$$

e $AB = 0$ solo quando $A = 0$ oppure $B = 0$.

Si tratta qui in sostanza di una operazione, che, essendo la traduzione geometrica della operazione algebrica di moltiplicazione dei numeri complessi, ha comuni con questa tutte le proprietà formali fondamentali, che, come è noto, non differiscono da quelle dei numeri reali.

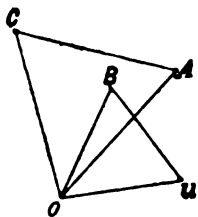


Fig. 32.

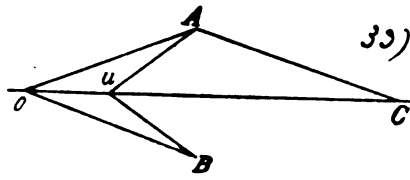


Fig. 33.

Ricorderemo qui che il conjugato di un numero complesso ha per immagine il punto simmetrico rispetto all'asse reale (uguale modulo, argomento uguale e contrario). Due numeri coniugati invero hanno uguali le parti reali, mentre le parti immaginarie differiscono solo per il segno, per modo che ciascuno si deduce dall'altro mutando j in $-j$. Applicando la regola del prodotto geometrico si vede subito che il prodotto di un numero per il suo conjugato produce sempre un numero positivo, e precisamente il quadrato del comune modulo. (Vedi fig. 33 ove il triangolo AOC è simile al triangolo UOB).

12. - Il prodotto scalare.

La teoria generale dei vettori conduce anche ad un'altra formazione che soddisfa a tutte le leggi fondamentali dell'ordinario prodotto algebrico, salvo quella dell'annullamento, ed è il così detto prodotto scalare $A \times B$ corrispondente al prodotto di uno dei vettori per la componente dell'altro nella direzione del primo; cioè:

$$A \times B = AB \cos \varphi$$

essendo φ l'angolo fra A e B . Esso evidentemente non s'annulla soltanto se è nullo A o B , ma anche quando questi vettori sono perpendicolari.

E nel caso in cui A e B rappresentano caratteristiche di grandezze alternative, si può chiedere se e quale significato abbia il detto prodotto $A \times B$. All'uopo si consideri il prodotto $a b$ dei valori istantanei, i quali, attribuendo il valore zero alla fase di B , con che sarà φ il valore della fase di A , sono rispettivamente:

$$a = A \cos (\omega t + \varphi) \quad b = B \cos \omega t.$$

Si avrà:

$$\begin{aligned} ab &= A B \cos (\omega t + \varphi) \cos \omega t = \\ &= \frac{AB}{2} \left\{ \cos \varphi + \cos (2\omega t + \varphi) \right\}. \end{aligned}$$

Il prodotto $a b$ dunque si compone della grandezza fissa

$$\frac{AB}{2} \cos \varphi = \frac{1}{2} (A \times B)$$

cui si aggiungono i valori:

$$\frac{AB}{2} \cos (2\omega t + \varphi)$$

di una grandezza alternativa sinusoidale la cui frequenza è doppia della frequenza fondamentale.

Il diagramma di $a b$ è dunque una sinusoide la cui linea di base (ordinata media) ha l'ordinata $\frac{1}{2} (A \times B)$ (fig. 34 I).

Dunque il prodotto scalare $A \times B$ corrisponde al doppio del valore medio del prodotto dei valori istantanei a e b .

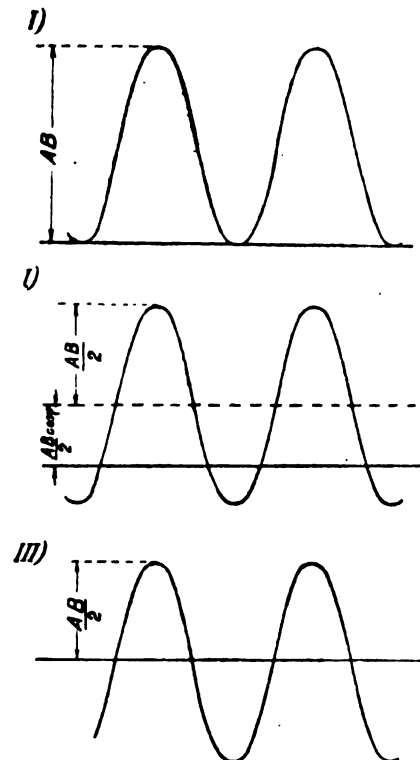


Fig. 34.

La sinusoide che rappresenta $a b$, si svolge tutta al di sopra dell'asse x nel solo caso in cui l'ordinata media predetta corrisponde alla ampiezza della sinusoide stessa (fig. 34 II). Ed in tal caso il prodotto $a b$ non è mai negativo. Ciò naturalmente si può verificare soltanto se $\varphi = 0$, cioè se le grandezze alternative A e B sono in fase.

Se cresce da 0 a $\frac{\pi}{2}$ il ritardo di fase φ della rispetto alla A , la sinusoide presenta dei tratti che scendono al disotto dell'asse x , il che sta ad indicare che il prodotto $a b$, nel corso del periodo, assume anche dei valori negativi. Ed è per questa ragione appunto che il valore medio si abbassa da $\frac{AB}{2}$ ad $\frac{AB \cos \varphi}{2}$.

Quando φ è uguale a $\frac{\pi}{2}$, cioè quando le due grandezze alternative sono in quadratura, la sinusoide ha per base l'asse delle x , (fig. 34 III) e quindi il valore medio di $a b$ è zero ($\cos \varphi = 0$). La ampiezza della sinusoide (massimo valore assoluto del prodotto $a b$) è sempre uguale ad $\frac{AB}{2}$ cioè al semi-prodotto dei valori massimi delle grandezze alternative in questione.

Queste considerazioni acquistano grande importanza nel caso in cui A e B siano le caratteristiche della d. d. p. impressa ai capi di un circuito e della intensità di corrente in esso circolante. In tale caso infatti il prodotto $a b$ corrisponde alla potenza elettrica fornita istante per istante al circuito ed il suo valor medio si trova rappresentato dal semi-prodotto scalare $A \times B$. Anzi se, come generalmente si suole, le caratteristiche sono riferite ai valori efficaci $\frac{A}{\sqrt{2}}$, $\frac{B}{\sqrt{2}}$, anziché ai valori massimi

A e B , si ha la perfetta corrispondenza quantitativa fra il valore medio di $a b$ ed il prodotto scalare $A \times B$.

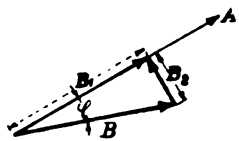


Fig. 35.

Se il vettore B viene scomposto in due, il primo B_1 in fase, il secondo B in quadratura con A , (fig. 35):

$$B = B_1 + B_2$$

essendo

$$B_1 = B \cos \varphi \quad B_2 = B \sin \varphi$$

si avrà:

$$A \times B = A \times B_1 + A \times B_2,$$

e dei due prodotti scalari a secondo membro, il primo equivale ad $A \times B$, mentre il secondo è nullo. La rappresentazione sinusoidale dei corrispondenti prodotti di valori istantanei conduce, per primo, ad un diagramma del tipo (II), con ordinata media $A B \cos \varphi$, per secondo ad un diagramma del tipo (III) di ampiezza $A B \sin \varphi$. Il primo si può intendere che rappresenti la variazione nel tempo della *potenza elettrica reale* del circuito, ed allora il secondo rappresenta la *contemporanea* variazione della *potenza reattiva*. Questa ha certamente nullo il valore medio, ma il suo valore istantaneo raggiunge dei massimi. Ed è appunto il valore assoluto di questi massimi che si suole assumere come *misura della potenza reattiva* in giuoco nel circuito. Tale misura è dunque espressa dal prodotto di A per $B \sin \varphi$, oppure dal prodotto scalare di A per la grandezza $j B$ che precede B di $\frac{\pi}{2}$.

13. - La trasformazione lineare intera.

Se Z è un punto (o vettore) variabile, la espressione

$$Z' = A Z + B$$

rappresenta un nuovo punto del piano che si deduce da Z mediante una omotetia con centro nell'origine ed avente per rapporto A , seguita o preceduta da una rotazione intorno all'origine di un angolo corrispondente all'argomento di A , e seguita poi da una traslazione definita dal vettore B . In ogni caso la figura descritta da Z' sarà omologa a quella descritta da Z secondo una particolare omografia, composta del più generale movimento e della più generale omotetia, in ogni caso dunque tale che conserva l'assoluto del piano. In particolare quindi se Z descrive una retta, una conica, una curva d'ordine n , anche Z' descrive una retta, una conica, una curva d'ordine n ; se la pri-

ma curva è un cerchio o una curva circolare (¹), anche la seconda è pure un cerchio o una curva circolare.

Per le applicazioni, giova notare che la deduzione di Z' da Z può farsi semplicemente sia operando sul punto P che rappresenta Z , sia operando in senso inverso sugli elementi di riferimento (origine, asse reale, unità di misura), con che si ottiene che un medesimo punto P rappresenta tanto Z quanto Z' .

Infatti, se con Z_0 si indica il valore di Z pel quale si annulla Z' , cioè $Z_0 = -\frac{B}{A}$, la precedente si scrive:

$$Z' = A (Z - Z_0)$$

e sotto questa forma essa, da un lato, ci indica che:

per ottenere Z' basta applicare a Z una rotazione attorno a Z_0 misurata dall'argomento di A , accompagnata da una omotetia di centro Z_0 avente per rapporto il modulo A di A ;

ma, d'altro lato, può interpretarsi così:

se P è il punto rappresentativo di Z e O , quello di Z_0 , il vettore O, P rappresenta Z' rispetto ad un asse che forma col

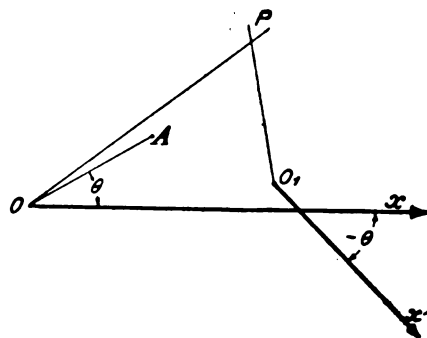


Fig. 36.

precedente un angolo uguale all'argomento di A preso negativamente, essendo l'unità di misura ridotta nel rapporto 1 : A (fig. 36).

14. - La divisione.

La divisione fra i numeri complessi A e B , si riduce alla moltiplicazione di A per $\frac{1}{B}$, per cui basterà che ci occupiamo della operazione di *inversione*, quella cioè che dal numero complesso Z conduce al numero $Z' = \frac{1}{Z}$.

Richiamiamo dall'Algebra che il quoziente di due numeri complessi si costruisce dividendo i moduli e sottraendo gli argomenti. In particolare, essendo 1 un numero avente 1 per modulo e 0 per argomento, si ha subito che se Z e φ sono il modulo e l'argomento di Z , $\frac{1}{Z}$ e $-\varphi$ saranno quelli di Z' . Per ottenere il punto Z' si dovrà dunque mutar segno all'argomento, il che equivale a considerare il punto Z_1 conjugato di Z (simmetrico rispetto all'asse reale), e poi costruire, sulla congiungente l'origine con Z_1 , il punto Z' il cui modulo corrisponde a $\frac{1}{Z}$.

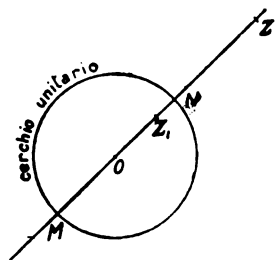


Fig. 37.

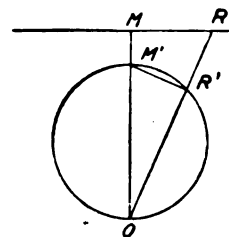


Fig. 38.

Se si immagina tracciato il cerchio di raggio unitario con centro nell'origine, i due punti Z_1 e Z' vengono ad essere conjugati rispetto al cerchio. Infatti se M, N sono i punti d'incontro del cerchio con la congiungente detti punti, (fig. 37) ed O è il centro del cerchio, si ha $OZ_1 \cdot OZ' = 1 = ON^2$, dunque il gruppo MNZ, Z' (Cap. I, n. 1) è armonico.

(¹) Una curva dicesi circolare se, come avviene per il cerchio, passa per i punti ciclici.

15. - La trasformazione per raggi vettori reciproci.

La operazione geometrica che conduce da Z_1 a Z' si chiama *trasformazione per raggi vettori reciproci* oppure *inversione* rispetto all'origine assunta come polo, perchè le distanze (raggi vettori) dell'origine da due punti omologhi sono espresse da due numeri reciproci o inversi. Più generalmente si dà tale nome alla corrispondenza fra due punti P, P' del piano definita da ciò che due punti omologhi sono allineati con un punto fisso O (polo) e sussiste la eguaglianza segmentaria fondamentale:

$$OP \cdot OP' = \text{cost.}$$

La costante al secondo membro si denomina *potenza d'inversione*. A seconda che essa è positiva o negativa, i due punti P e P' giacciono dalla stessa parte o da parti opposte di O . Se la costante è negativa basta considerare in luogo di P il suo simmetrico P_1 rispetto al polo ($OP = -OP_1$) per ottenere fra P_1 e P' una relazione come la precedente, ma in cui la costante ha valore positivo. Possiamo dunque limitarci a quest'ultimo caso: e con una scelta conveniente dell'unità di misura, si potrà senz'altro supporre:

$$OP \cdot OP' = 1.$$

La corrispondenza definita da questa legge è involutoria, perchè la relazione fra P e P' è simmetrica; essa è generalmente biunivoca salvo il caso in cui P coincide col polo. Infatti a questo punto corrispondono manifestamente tutti i punti della retta all'infinito.

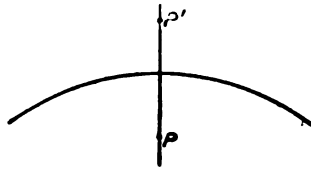


Fig. 39.

Nello studio di questa trasformazione ha una particolare importanza la considerazione del cerchio di raggio uno col centro nel polo, che chiameremo *cerchio fondamentale*, ed i cui punti sono tutti uniti, cioè corrispondenti di sè stessi, e sono manifestamente i soli punti uniti della trasformazione. Abbiamo già veduto che due punti omologhi sono coniugati rispetto a questo cerchio, ed è facile intendere che se il raggio di questo cresce oltre ogni limite fino a diventare una retta, due punti omologhi vengono a trovarsi in posizione simmetrica rispetto a questa (*). Per tale ragione, la trasformazione in oggetto viene talora chiamata *riflessione* rispetto al cerchio fondamentale.

Questa trasformazione non ha il carattere omografico: senz'altro ciò è rivelato dalla esistenza del punto eccezionale O avente infiniti omologhi (le corrispondenze omografiche invece sono tutte biunivoche senza eccezione), ma più esattamente ci possiamo rendere conto di ciò se andiamo a ricercare le linee trasformate delle rette, cioè il luogo descritto da P' quando P scorre su una retta. Se questa passa per il polo, essa è manifestamente unita (*), ma all'infuori di questo caso, la linea omologa di una retta non è una retta: essa è invece un cerchio passante per O . Condotta invero la perpendicolare OM alla retta r e detto M' l'omologo di M , se R è un altro punto di r ed R' il suo omologo, dalla relazione:

$$OM \cdot OM' = OR \cdot OR'$$

si deduce che i triangoli $OM'R'$, ORM sono simili, quindi l'angolo $M'R'O$ è retto, ed il luogo di R' è dunque il cerchio di diametro $M'O$.

Inversamente, la curva omologa di un cerchio passante per O è una retta perpendicolare al diametro del cerchio passante per O .

Invece un cerchio C non passante per O viene trasformato in un altro cerchio C' pure non passante per O (fig. 40).

(*) Infatti la loro congiungente risulta perpendicolare alla retta fondamentale, ed il punto d'incontro con questa costituisce, col punto all'infinito della perpendicolare, una coppia armonica rispetto a quella dei punti omologhi (fig. 39).

(*) Ma queste rette non sono composte di punti uniti, anzi su di esse sono uniti i soli punti di intersezione col cerchio fondamentale, gli altri si corrispondono due a due secondo una proiezione involutoria.

Se infatti P si muove lungo un cerchio C e Q è la seconda intersezione di OP con esso, OQ varierà in modo inversamente proporzionale a OP , e poichè anche OP' , in virtù della relazione segmentaria fondamentale, varia in modo inversamente proporzionale ad OP , saranno OP' ed OQ direttamente proporzionali, quindi P' descrive la curva omotetica a quella descritta da Q , cioè un cerchio C' di cui è facile determinare il centro ed il raggio. Si osservi che i punti generatori non descrivono archi simili, ma invece mentre P descrive l'arco MPN od il suo complementare, P' descrive l'arco $M'P'N'$ od il suo complementare. Se C passa per una coppia di punti omologhi, e solo in questo caso, il cerchio C' coinciderà con C , cioè C sarà unito. In tale caso, come facilmente si riconosce, le tangenti per O a C hanno i punti di contatto sul cerchio fondamentale, cioè i *cerchi uniti* (al pari delle rette unite) *secano ortogonalmente il cerchio fondamentale* (fig. 41).

La trasformazione per raggi vettori reciproci è dunque *omociclica*, cioè trasforma cerchi in cerchi (considerando le rette come casi particolari dei cerchi).

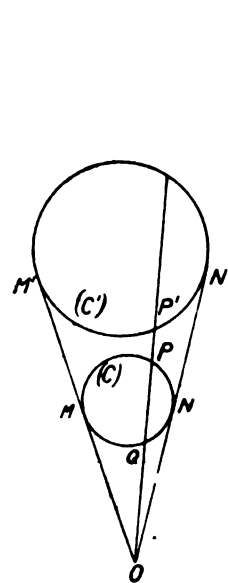


Fig. 40.

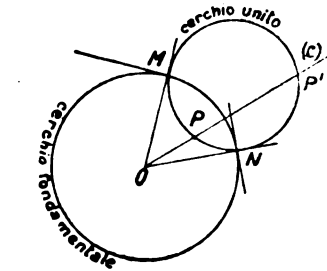


Fig. 41.

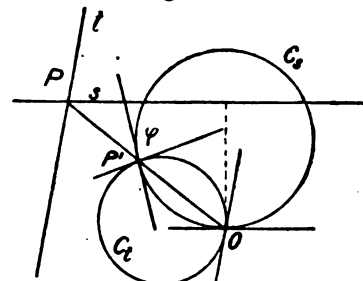


Fig. 42.

Un'altra proprietà importantissima della trasformazione in oggetto è quella di *conservare gli angoli* delle figure: con che si vuol significare che se due curve si intersecano in un punto P e le loro tangenti formano ivi un angolo φ , le tangenti condotte alle curve omologhe nel punto P' omologo di P formano fra loro lo stesso angolo φ . Infatti se s, t sono le due tangenti in P alle prime curve, le tangenti alle curve omologhe risulteranno altresì tangenti ai cerchi C_2 e C_1 che sono corrispondenti delle rette s, t , nel punto P' , che sarà comune a tali cerchi. Ma questi si segano anche in O (fig. 42) ed è noto che l'angolo delle tangenti in O coincide con quello delle tangenti in P' . Ora, per la costruzione dianzi data di tali cerchi, le tangenti ad essi in O sono parallele ad s e t , con che è dimostrato l'asserto. Si noti poi che l'angolo delle tangenti in P' è di verso opposto a quello delle tangenti in O , cosicchè gli angoli risultano conservati in valore, ma non in segno.

16. - Generalizzazione della trasformazione per raggi vettori reciproci.

Per bene comprendere il meccanismo della trasformazione per raggi vettori reciproci e al tempo stesso rendersi esatto conto del modo con cui essa opera sulle figure, è necessario metterla in relazione con l'assoluto, e per facilitare tale ricerca giova studiare in sua vece una trasformazione che si deduce da essa mediante una facile estensione.

Data una conica K e un punto O che, per maggiore chiarezza, supporremo ad essa esterno, facciamo corrispondere ad ogni punto P del piano il punto P' intersezione di OP con la polare p di P rispetto la conica (fig. 43). La corrispondenza così posta ha carattere involutorio, perchè, come è noto, la polare di P' passa per P e quindi l'omologo di P' risulta essere lo stesso P . Essa è pure in generale biunivoca, perchè, dato P , la costruzione indicata conduce ad un punto P' unico e determinato, salvo il caso in cui sia indeterminata la retta OP oppure OP coincida con p . Il primo caso si ha quando P cade in O ,

ed effettivamente si ha in O un punto eccezionale, al quale competono infiniti corrispondenti, perchè qualunque punto P' della polare o di O è da ritenersi omologo di O . Altri punti eccezionali non possono manifestamente presentarsi che nel secondo caso; ed è facile localizzarli perchè dovendo la polare di un tal punto P coincidere con la retta OP , ne segue che deve P giacere sulla conica e OP essere tangente a questa; essi dunque non potranno essere che i punti di contatto J_1 e J_2 delle due tangenti condotte da O alla conica K , cioè le intersezioni di o con la conica stessa. Che tali punti siano in effetto eccezionali, si verifica subito e si constata anzi che al punto J_1 corrispondono tutti i punti della retta OJ_1 ed al punto J_2 tutti quelli della retta OJ_2 . Il triangolo OJ_1J_2 si chiamerà il triangolo fondamentale della trasformazione: esso ha dunque la proprietà che i suoi vertici O, J_1, J_2 hanno per corrispondenti tutti i punti dei lati J_1J_2, OJ_1, OJ_2 rispettivamente. All'infuori di questo triangolo non vi sono altri punti eccezionali, cioè ad ogni punto P del piano, diverso dai vertici, corrisponde un unico punto P' ; ed a questa regola non fanno eccezione, per quanto precede, neppure i punti dei lati. I punti della conica fondamentale K sono, come facilmente si verifica, tutti e soli i punti uniti della trasformazione.

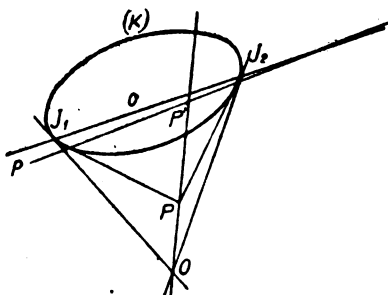


Fig. 43.

Ciò premesso, vediamo quale è la curva omologa di una retta r . All'uopo dovremo esaminare quale è il luogo descritto da P' quando P scorre su r . Supporremo che la r abbia una posizione generica rispetto al triangolo fondamentale, cioè che non passi per alcuno dei suoi vertici. Mentre P scorre su r , le rette OP e la polare p di P rispetto a K descrivono due fasci di raggi (l'uno intorno ad O , l'altro intorno al polo R di r rispetto a K) che manifestamente risultano riferiti proiettivamente, onde il luogo di P' è certamente una conica C_r passante per O ed R . La trasformazione studiata è dunque quadratica ⁽¹⁰⁾. Ed è facile vedere che la conica C_r passa anche per J_1 e J_2 , perchè se P_1 e P_2 sono le intersezioni di r con OJ_1 e OJ_2 , ad essi corrispondono i punti J_1 e J_2 . Dunque la nostra trasformazione muta ogni retta r in una conica C_r circoscritta al triangolo fondamentale (fig. 44). Altri due punti di questa saranno quelli in cui la retta r sega la conica fondamentale K , perchè questi sono uniti per la trasformazione, quindi la C_r è perfettamente determinata, di essa conosciamo anzi sei punti: O, J_1, J_2, M, N, R . La proposizione non soffre eccezione neppure quando r passa per uno dei punti fondamentali, in tale caso però la conica C_r degenera in una coppia di rette. Infatti, se r passa per O , la conica C_r dovendo passare per O, M, N, J_1, J_2 di cui i tre primi sono allineati, necessariamente si spezza nelle rette ⁽¹¹⁾ $OMN = r$ e J_1J_2 . Se r passa per J_1 , riteniamo la conica determinata dai cinque punti $R, O, J_1 = M, N, J_2$. Ma siccome r passa per J_1 , il suo polo R giacerà sulla polare di J_1 che è la retta OJ_1 , quindi i tre primi punti sono allineati e la C_r si spezza quindi nelle rette OJ_1 e NJ_2 . Analogamente dicasi se r passa per J_2 . Si osservi che la retta J_1J_2 nel primo caso, le rette OJ_1, OJ_2 nel secondo e terzo, stanno a rappresentare il contributo recato alla conica C_r dal fatto che la retta r contiene rispettivamente il punto fondamentale O, J_1, J_2 ; per questa ragione si suole prescindere da quella parte di C_r che è rappresentata da un lato del triangolo fondamentale e considerare come effettiva omologa di r la retta r, NJ_1, MJ_2 rispettivamente, con che le rette passanti pel punto fondamentale O appaiono rette unite della trasformazione.

⁽¹⁰⁾ Con questa denominazione si distinguono in generale le trasformazioni che mutano le rette in coniche. Per contro le omografie sono trasformazioni lineari, cioè trasformano rette in rette.

⁽¹¹⁾ Se una conica ha tre punti comuni con una retta, li ha tutti e quindi degenera in una coppia di rette, una delle quali è la congiungente di quei tre punti (cfr. Cap. I, n. 2, 3).

Constatato che la trasformazione muta le rette in coniche, è facile vedere che essa raddoppia in generale l'ordine di una qualunque curva algebrica; essa cioè trasforma una curva C_n d'ordine n in una C'_{2n} di ordine $2n$. Infatti per valutare l'ordine della C' non abbiamo da fare altro che contare le intersezioni di essa con una retta r' ; ma queste saranno tante quante le intersezioni delle curve trasformate di C' ed r' , cioè della C_n con una conica, quindi $2n$ (cfr. Cap. I, n. 3).

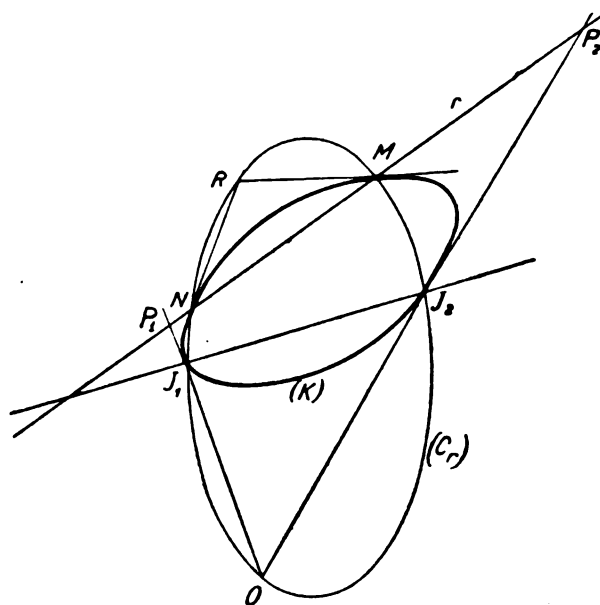


Fig. 44.

Questo risultato appare strano se si pensa al carattere involutorio della trasformazione, in base al quale si sarebbe condotti, a prima vista, a ritenere che, come l'ordine di una curva si raddoppia operando in un senso, dovesse inversamente dimezzarsi operando in senso opposto. Ma non è così; ed anzi interessa rendersi esatto conto di tale apparente anomalia per ben comprendere la struttura della trasformazione. All'uopo ricordiamo che ogni punto dei lati del triangolo fondamentale ha per corrispondente un certo vertice del triangolo stesso, ed ogni vertice ha per corrispondente un intero lato, dal che segue che, se una curva interseca uno dei lati in 1, 2, 3... punti, la sua trasformata avrà nel vertice corrispondente un punto semplice, doppio, triplo..., mentre se una curva passa per uno dei punti fondamentali 1, 2, 3... volte (cioè ha quel punto per punto semplice, doppio, triplo...), la sua trasformata conterrà tutto il lato corrispondente, il quale anzi dovrà contarsi altrettante volte.

Ciò premesso, se C_n è una curva generica d'ordine n , essa avrà n punti comuni con ciascuno dei lati del triangolo fondamentale, quindi la sua trasformata C'_{2n} presenterà nei tre punti O, J_1, J_2 tre punti n -pli. Cerchiamo ora la trasformata di C'_{2n} . Essa sarà una curva di ordine $4n$, della quale però fanno parte i tre lati del triangolo fondamentale contato ciascuno n volte, il che importa in tutto il distacco di $3n$ rette; la parte rimanente sarà dell'ordine $4n - 3n = n$ ed è appunto la C_n da cui eravamo partiti.

In particolare una conica C_2 avrà in generale per omologa una curva C_4 del quarto ordine avente tre punti doppi in O, J_1, J_2 , semprechè la conica non passi per alcuno dei punti fondamentali, perchè ogni passaggio per uno di questi fa sì che dalla C_4 si stacca una retta. Così, se la C_2 passa per O , la sua omologa, a prescindere dalla retta J_1J_2 , è una curva di terzo ordine passante per J_1, J_2 (corrispondentemente alle ulteriori intersezioni di C_2 con OJ_1, OJ_2) ed avente un punto doppio in O (corrispondente alle due intersezioni di C_2 con la retta J_1J_2). E se la C_2 passa per J_1, J_2 , dalla sua omologa C_4 si staccano le rette OJ_1, OJ_2 , rimanendo così una conica la quale passerà per J_1 e J_2 . Se infine C_2 passa per O, J_1, J_2 , la sua omologa si ridurrà ad una retta, che unitamente ai tre lati del triangolo fondamentale completa la curva del quarto ordine.

Abbiamo notato che la conica fondamentale K è tutta composta di punti uniti, ma vi sono infinite altre coniche omologhe di sè stesse pur non essendo composte di punti uniti. È facile trovarle: intanto, perchè una conica abbia per omologa una conica C_1 anzichè una curva di quarto ordine, occorre che da questa si stacchino due rette, per il che è necessario che C_2 passi per due dei punti fondamentali. Siano essi ad esempio J_1 e J_2 . Se

poi C_2 deve coincidere con C_2' , ad un punto P di C_2 dovrà corrispondere un punto P' situato sulla C_2 stessa, dunque questa oltre contenere due punti fondamentali, contiene anche una coppia di punti omologhi. Inversamente si verifica subito che ogni conica C_2 passante per due punti fondamentali, per es., J_1 e J_2 , e per una coppia di punti omologhi P, P' è omologa di sè stessa: avendo essa infatti a comune con la conica fondamentale K i punti J_1, J_2 , ne avrà altri due M, N che, essendo uniti nella trasformazione, giaceranno anche su C_2' ; questa dunque ha sei punti comuni con C_2 e quindi coincide con essa.

Se si suppone che la conica K sia un cerchio ed il punto fondamentale ne sia il centro, la trasformazione studiata si riduce alla riflessione rispetto a tale cerchio. I punti J_1, J_2 sono in questo caso i punti ciclici del piano, la loro congiungente è la retta all'infinito, le coniche per J_1, J_2 sono i cerchi del piano, ecc., ecc., e basterà adattare le considerazioni precedenti a questo caso particolare per ritrovare tutte le proprietà della trasformazione per raggi vettori reciproci ⁽¹²⁾, e rendersi esatto conto che il suo contegno rispetto ai cerchi è dovuto unicamente al fatto che nell'assoluto del piano risiedono due degli elementi eccezionali della trasformazione.

Ci limiteremo a segnalare le seguenti proposizioni, che mettono in luce la generazione di talune curve particolarmente importanti in Elettrotecnica ⁽¹³⁾:

La linea inversa di una conica generale è una curva di quarto ordine avente un punto doppio nel polo e due punti doppi in ciascuno dei punti ciclici (*quartica bicircolare*) e viceversa.

La linea inversa di una conica passante pel polo è una curva di terz'ordine avente un punto doppio nel polo e passante per i punti ciclici (*cubica circolare*) e viceversa.

17. - La trasformazione lineare fratta sulla variabile complessa.

Riassumendo: le operazioni sul numero complesso generale Z rappresentate dalle uguaglianze

$$Z' = Z + A \quad Z' = AZ \quad Z' = \frac{1}{Z}$$

si traducono geometricamente:

la prima, in una traslazione;

la seconda, in una rotazione accompagnata da una omotetia;

la terza, in una riflessione rispetto all'asse reale accompagnata da una riflessione rispetto al cerchio di raggio uno col centro nell'origine.

Ad una successione di operazioni dello stesso tipo darà luogo la operazione rappresentata da

$$Z' = \frac{AZ + B}{CZ + D},$$

cioè la trasformazione lineare fratta generale sulla variabile complessa. Infatti, effettuando la divisione indicata al secondo membro, e detto L il quoziente, M il resto:

$$L = \frac{A}{C} \quad M = B - \frac{A}{C} D,$$

si può scrivere:

$$Z' = L + \frac{M}{CZ + D}$$

con che è messo in evidenza quanto sopra asserito.

Ne segue senz'altro che: se Z percorre un cerchio, altrettanto avviene di Z' (la retta deve qui intendersi come caso particolare del cerchio). E si potrebbe anche vedere che i due cerchi risultano riferiti proiettivamente, ma avremo modo di stabilire più semplicemente questa importante proposizione per altra via.

Analogamente a quanto si è fatto al n. 9, la rappresentazione della variabile Z' si può dedurre assai semplicemente da quella di Z effettuando una sola inversione, e sostituendo alle altre operazioni una conveniente modificazione degli elementi di riferimento.

All'uopo cominciamo con l'assumere per nuova origine O_1

⁽¹²⁾ Anche la conservazione, con inversione, degli angoli, si potrebbe far discendere da una analoga proprietà della trasformazione quadratica più generale considerata, basandosi sulle proprietà dei fasci di coniche e sulla definizione proiettiva di angolo (Laguerre).

⁽¹³⁾ Cfr. BLOCH: Die Ortskurven der graphischen Wechselstromtechnik. - Zürich, Rascher, 1917.

il punto $Z_0 = -\frac{D}{C}$ (che rappresenta il valore di Z corrispondente a $Z' = \infty$). Se poniamo poi:

$$T = Z - Z_0 \quad \text{ed} \quad N = \frac{M}{C},$$

la precedente diviene

$$Z' = L + \frac{N}{T}.$$

Invertiamo ora il punto T — che qui indicheremo con P_1 — rispetto ad O_1 , con potenza di inversione K qualunque: perverremo ad un punto P_2 cui, rispetto ad O_1 , compete il valore $\frac{K}{T_1} = U$ (con l'apposizione dell'indice 1 indichiamo i numeri complessi coniugati, cioè il risultato del mutamento di j in $-j$). Con ciò la precedente, dopo aver mutato j in $-j$, diviene:

$$Z'_1 = L_1 + \frac{N_1}{K} U.$$

Questa, posto:

$$U_0 = -\frac{L_1 K}{N_1}$$

cui corrisponde un punto, che chiameremo O_2 , si può scrivere:

$$Z'_1 = \frac{N_1}{K} (U - U_0),$$

nella quale uguaglianza si legge, per così dire, la seguente proposizione:

Costruito il punto O_2 , tale che il vettore $O_1 O_2$ corrisponda ad U_0 , indicando con P_2 il punto che si ottiene da P_1 mediante inversione rispetto ad O_1 con potenza K , il vettore $O_2 P_2$ rappresenta Z'_1 , essendo il sistema di riferimento definito da ciò che:

l'origine è in O_2 ;

l'asse reale si ottiene dal precedente mediante una rotazione negativa di un angolo uguale ad $\arg \frac{N_1}{K} = \arg N_1 - \arg K = -\arg N - \arg K$, equivalente ad una rotazione positiva di $\arg N + \arg K$ (si noti che $\arg K$ è uguale a 0 o a π secondo che K è positiva o negativa);

l'unità di misura è variata nel rapporto $K : N$.

Per avere Z' basterà poi semplicemente intendere invertito il verso positivo degli angoli (cfr. n. 14).

Se il luogo di P_1 è un cerchio (C) , lo stesso cerchio può essere utilizzato per la rappresentazione di P_2 . Basta scegliere K in guisa che (C) risulti unito nell'inversione, cioè prendere K uguale alla potenza del punto O_1 rispetto a (C) ⁽¹⁴⁾. Con ciò le coppie di punti corrispondenti P_1 e P_2 non sono altro che le coppie di punti del cerchio (C) allineati con O_1 , quindi è immediata la deduzione di P_2 da P_1 .

A titolo di esempio, proponiamoci di rappresentare geometricamente la relazione:

$$\frac{1}{Z'} = G + \frac{1}{Z}$$

essendo Z mobile su un cerchio (C) e $G = Ge^{j\theta}$ un numero complesso costante di modulo G e di argomento θ , e ciò utilizzando lo stesso cerchio (C) .

Scrivendo la precedente sotto la forma normale si ha:

$$Z' = \frac{Z}{GZ + 1}.$$

Dunque è:

$$A = 1, B = 0, C = G, D = 1,$$

e quindi:

$$L = \frac{1}{G}, M = -\frac{1}{G}, N = -\frac{1}{G}, Z_0 = -\frac{1}{G}.$$

Il punto O_1 corrispondente a $Z_0 = \frac{1}{G} e^{j(\pi - \theta)}$ si ottiene semplicemente portando una lunghezza $\frac{1}{G} = OO_1$ nella direzione

⁽¹⁴⁾ Vedi Cap. seg. n. 24.

Fra gli apparecchi studiati, e di cui qui si fa parola, appartengono a questo gruppo quelli:

- A. E. G. Thomson Houston K 2
- " " " K 10
- " " " B 18
- Officine di Charleroi

in servizio sulle automotrici dell'Azienda Autonoma delle Tramvie Municipali di Roma, e generalmente impiegati sulle vetture equipaggiate con motori di potenza moderata (2×18 a 2×26 kW).

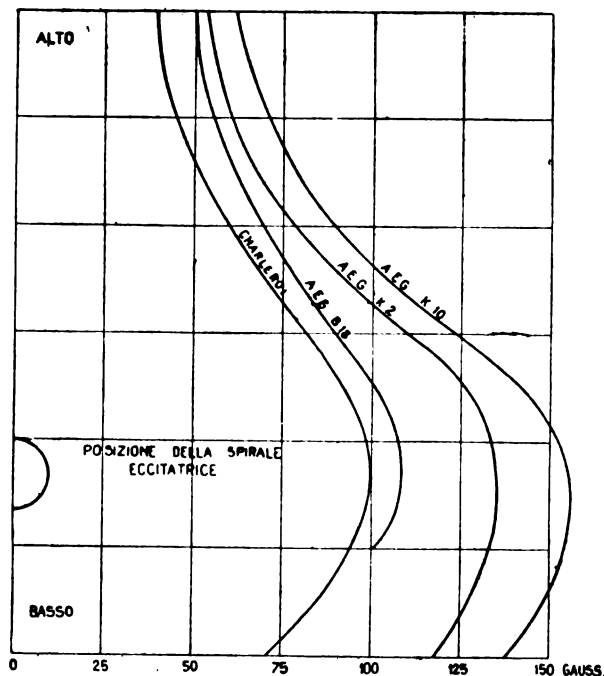


Fig. 1.

Asportati i cilindri di manovra ed i blocchi di contatto dei *controller*, si è rilevata su ogni ossatura magnetica la distribuzione del campo nella regione in cui si formano gli archi di apertura, eccitando tale campo con una corrente dell'ordine di 120 A.

I diagrammi relativi sono riportati nella fig. 1. Il loro andamento, in relazione alla posizione del nucleo che sopporta la spirale eccitatrice, risponde alla previsione teorica che può farsene in base alla riluttanza magnetica offerta ai singoli tubi di flusso. Esso consente la determinazione della zona di campo più intenso, la quale — nei *controller* progettati più razionalmente — coincide con quella in cui tendono a formarsi gli archi più pericolosi, fra i contatti che danno luogo alla commutazione dei due motori dalla inserzione in serie a quella in parallelo.

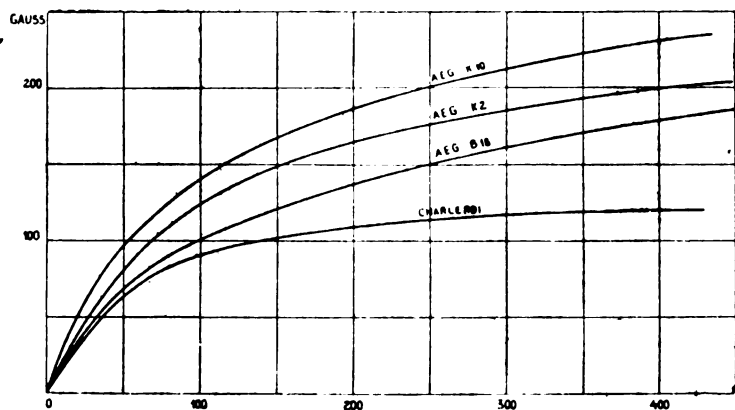


Fig. 2.

La conformazione dei circuiti magnetici, simile nei vari tipi, fa sì che l'andamento di questi diagrammi sia analogo; il vario numero di spire eccitanti, e le diverse dimensioni delle membrature e dell'interferro, determinano le notevoli differenze dei valori assoluti da tipo a tipo.

Così nel K 10 (con un interferro di circa 15 cm ed 85 spire) l'intensità di campo varia fra un minimo di 60 Gauss —

alla sommità del *controller* — ed un massimo di 155 circa all'altezza della spirale eccitatrice; nel Charleroi (con una distanza fra le piastre di 25 cm) si hanno invece nei punti corrispondenti, rispettivamente, 40 e 100 Gauss; e valori intermedi si trovano nel K 2 (con 85 spire e 14 cm di interferro) e nel B 18 (con 65 spire e 17 cm di interferro).

Col variare della corrente eccitatrice, varia in ogni punto la intensità del campo. Le curve della fig. 2, rilevate nella regione d'interferro più vicina alla spirale magnetizzante, indicano l'andamento del fenomeno. Esse risultano non dissimili dalle caratteristiche di eccitazione degli ordinari circuiti magnetici delle macchine dinamo-elettiche; la curvatura però ne varia più gradualmente per la presenza del grande interferro dovuto alla distanza delle due piastre.

Le osservazioni sopra riportate circa la distribuzione ed i valori numerici della intensità di campo nei vari *controller*, valgono anche qui a chiarire l'andamento uniforme e la divergenza quantitativa delle caratteristiche.

Per avere idea della saturazione delle membrature magnetiche, si può valutare l'importanza relativa che, nella riluttanza totale dei circuiti, acquistano i termini ad esse corrispondenti. Se detta saturazione fosse molto bassa, i termini relativi ai nuclei ed alle espansioni di ferro porterebbero supplementi di riluttanza trascurabili; ma nei casi in esame accade invece diversamente, come si rileva portando in conto la forza magnetomotrice applicata al complesso dei tronchi.

Se, per esempio, si astrae dai tronchi di materiale magnetico nel soffiatore unico di un *controller* A. E. G. Thomson Houston K 10 con 85 spire e 15 cm di interferro, si ha per il campo in prossimità della spirale, con una corrente di 120 A, un valore di $\frac{0,4 \pi \times 85 \times 120}{15}$, cioè di circa 850 Gauss. Esso

è molto superiore a quello reale — circa 155 Gauss —, come poteva invece far prevedere l'andamento delle caratteristiche di fig. 2. La curvatura relativamente accentuata di esse è dovuta appunto alla sempre maggiore importanza che, al crescere della saturazione, acquistano i termini di riluttanza corrispondenti ai tronchi metallici.

5. - *Controller a soffiatori distinti.*

Degli apparecchi del secondo gruppo, di tipo più moderno, è caratteristica la presenza di molteplici circuiti magnetici, utilizzati ciascuno per il soffiamento degli archi di un determinato contatto o gruppo di contatti. I vari circuiti hanno i nuclei, su cui sono avvolte le spire eccitanti, l'uno sul prolungamento dell'altro, a costituire quasi un'unica colonna da cui vengono a sporgere — od a cui vanno ad appoggiarsi — le espansioni magnetiche in forma di piastre di ferro annegate nei diaframmi incombustibili. Queste formano le estremità polari dei successivi circuiti magnetici; la sagoma di esse è adatta a fornire a ciascun campo la distribuzione più conveniente per la energica soffiatura dell'arco nella zona in cui tende a prodursi.

Di tale gruppo sono stati studiati i *controller*:

- Officine Dick Kerr
- Compagnia Generale di Elettricità B 54
- " " " K 35;

di questi i primi due sono in servizio sulle automotrici dell'Azienda delle Tramvie Municipali di Roma, ed in particolare il B 54 rappresenta il tipo più moderno, adatto per le vetture equipaggiate coi motori più potenti per un complesso di 2×43 kW; il terzo invece è usato sulle motrici della Società delle Tramvie e Ferrovie Elettriche di Roma (Tramvie dei Castelli) per quattro motori da 37-57 kW o per due da 74 kW.

Il Dick Kerr ha 12 circuiti magnetici eccitati da un'unica spirale, che si estende per l'intera altezza del *controller* ed è percorsa da tutta la corrente derivata dalla linea; tale spirale è suddivisa in 12 sezioni, di un centinaio di spire ciascuna, avvolte alternativamente in senso contrario, onde nel nucleo cilindrico di ferro, che serve di comune sostegno, vengono a provocarsi 13 poli conseguenti di polarità alternata. La brevità dei singoli circuiti magnetici, la esiguità dell'interferro di ciascuno (circa 4 cm) ed il notevole numero di spire eccitanti fanno sì che in questo *controller* le intensità di campo siano le più elevate, come mostra in fig. 3 la caratteristica magnetica rilevata per uno dei 12 circuiti analoghi.

Il B 54 ed il K 35 hanno un insieme di circuiti magnetici, attivanti lo spegnimento degli archi, simile a quello ora descritto; le spirali eccitatrici però non vi sono percorse in serie da tutta la corrente derivata dalla linea, ma ciascuna di esse, es-

sendo in serie col contatto corrispondente, viene attraversata, solo quando questo è inserito, dalla relativa corrente.

La fig. 4 rappresenta quanto interessa il soffiamento magnetico per uno dei contatti del B 54. Il segmento metallico (1), affidato all'albero (2) del controller, e da esso isolato, allontanandosi dal dito di contatto (3) determina la formazione dell'arco. La bobinetta (4), percorsa dalla corrente stessa che va al dito, eccita il campo magnetico nel circuito di cui fa parte le lamine di ferro dolce annegate nei tramezzi come *a*. Tale campo soffia l'arco orizzontalmente ed in fuori, avendo le sue linee dirette mediamente nell'interfero secondo la verticale.

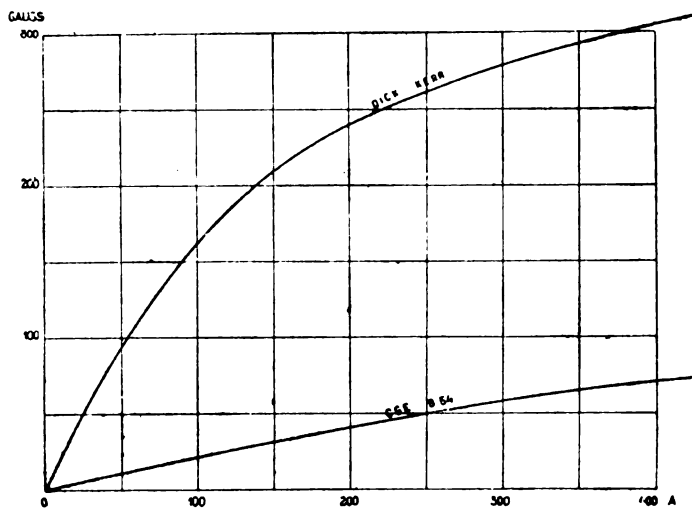


Fig. 3.

La caratteristica per uno dei generici circuiti ora descritti è riportata nella fig. 3; se ne rileva l'andamento sensibilmente rettilineo, dovuto alla dimensione notevole dell'interfero ed alla conformazione delle membrature magnetiche, onde si manifesta l'effetto delle masse libere e del conseguente campo smagnetizzante.

Dal paragone delle curve del Dick Kerr e del B 54 risulta la grande differenza delle loro intensità di campo: mentre, con la corrente per es. di 120 A già assunta per riferimento, nel Dick Kerr si crea un campo di 180 Gauss, nel B 54 non si raggiungono i 30 Gauss. Il paragone poi, esteso ai controller a soffiatore centrale, mostra questa intensità di campo rispettivamente superiore ed inferiore alle corrispondenti di tutti gli altri apparecchi studiati (155 ÷ 100 Gauss).

Non è però a dedursene, a carico del B 54, un meno favorevole risultato nello spegnimento degli archi; chè anzi nei controller della Compagnia Generale tale funzione si è sperimentalmente verificata molto soddisfacente, essendovi facilitata dal fitto ed opportunamente disposto sistema di tramezzi, deflettori e separatori, incombustibili.

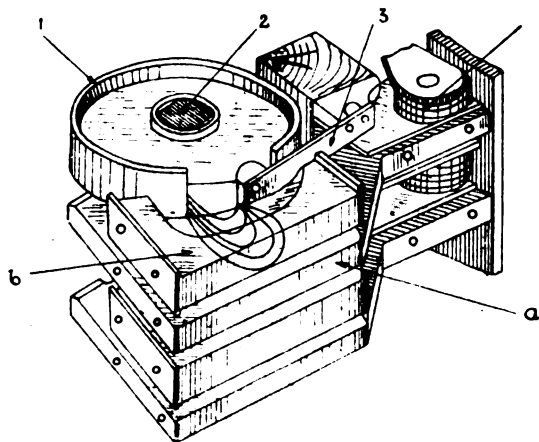


Fig. 4.

I primi di questi, provvisti dell'anima di ferro dolce (come *a* della fig. 4) hanno il compito di delimitare le celle di spegnimento. I secondi (come *b*) suddividono l'arco in parti che si svolgono — parallelamente fra loro ed al piano di movimento dei contatti — in spazio ristretto e fra pareti che si avvicinano. L'arco viene così ridotto di sezione, ha resistenza e su-

perficie raffreddante aumentate, ed è costretto a mantenere un andamento nettamente perpendicolare alle linee di forza del soffiatore magnetico, la cui azione diviene la più efficace possibile (Brevetto originale americano di J. Tritle, italiano, della C. G. E.: Reg. Gen. n. 193426).

In un'analisi più particolareggiata la fig. 5 riporta infine una serie di caratteristiche rilevate sui circuiti magnetici del K 35.

In questo controller, delle 14 distinte spirali eccitatrici, 13 sono di 6 spire, uguali ed intercambiabili, e sono proporzionate ciascuna per una metà della corrente che l'automotrice complessivamente assorbe, una è di 7 spire e di sezione doppia, perchè destinata ad esser percorsa da tutta la corrente derivata dal trolley, ed a soffiare l'arco; il suo circuito magnetico offre però una riluttanza maggiore, poichè nel vano fra le piastre polari devono trovar posto blocchi di contatto di dimensione maggiore, ed esse risultano perciò più lontane.

Dalla curva [1] si rilevano, in corrispondenza delle intensità di corrente in quest'ultima spirale, i valori del campo prodotto nella zona in cui si manifestano gli archi. La curva [2] dà le intensità del campo di una delle 11 bobine eguali, non estreme. La [3] si riferisce ad una delle due bobine estreme (superiore ed inferiore), uguali alle precedenti, ma eccitanti circuiti magnetici di maggiore riluttanza, poichè nei tramezzi incombustibili estremi, verso l'esterno del controller, mancano le già descritte piastre di ferro, annegate in quelli intermedi.

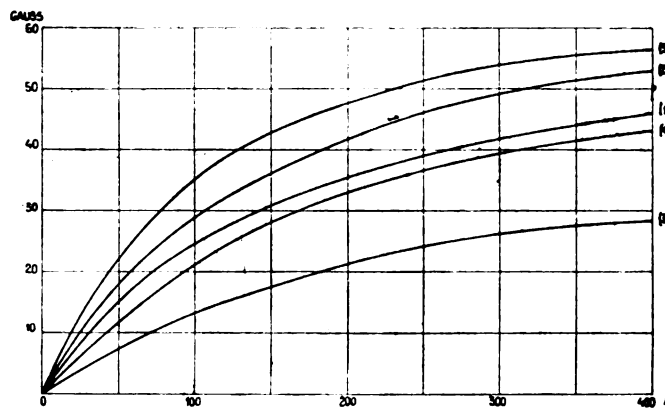


Fig. 5.

Nelle varie combinazioni di circuiti costituenti le diverse condizioni di marcia, trovansi coppie di bobine contigue percorse da correnti concordi e discordi. Si riporta perciò nelle curve [4] e [5] l'andamento del campo di una delle 11 bobine uguali, quando una delle vicine è attraversata, in serie con essa, da corrente in direzione tale da determinare la opposta o la stessa polarità nell'intervallo fra le due.

Anche per i soffiatori di questo tipo, se si calcola la intensità approssimativa del campo in base alla forza magnetomotrice, occorre portare in conto la riluttanza del circuito tenendo presente che, a diminuirla, le membrature magnetiche rivelano una limitata efficacia per la loro particolare configurazione e per le condizioni speciali di saturazione cui sono soggette.

Il sistema di soffiamento a circuiti magnetici distinti è realizzato anche nei controller più recenti del Tecnomasio Italiano Brown Boveri. Di questi combinatori è interessante la particolarità di non avere più — come quelli finora descritti — i contatti striscianti determinati da dita, rispetto alle quali scorrono i segmenti conduttori portati dall'albero. Questo sistema vi è sostituito da un insieme di veri interruttori separati, al comando dei quali provvede l'albero dell'apparecchio fornito di opportuni naselli.

Roma - Laboratorio di Elettrotecnica
della R. Scuola d'Ingegneria.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

== Sunti e Sommari ==

APPLICAZIONI VARIE.

D. W. MC. LENEGAN — L'elettricità nell'industria della fabbricazione del ghiaccio artificiale. (Gen. El. Rev., dicembre 1925, pag. 846).

Nella fabbricazione del ghiaccio artificiale, in cui si tratta sostanzialmente di togliere calorie all'acqua per ottenere il ghiaccio, si ha questo paradosso che bisogna pur spendere energia, e quindi calore, per ottenere questa eliminazione di calorie. Ammesso questo, il che del resto è confermato dalla pratica, resta da vedere quale energia è più conveniente utilizzare in questa fabbricazione; e l'A. mostra efficacemente come anche in questo campo l'elettricità è ormai incontrastabilmente vittoriosa.

Questo è principalmente dovuto alla riconosciuta superiorità dei motori elettrici sulle motrici a vapore nel comando dei compressori occorrenti in questo genere di impianti, sia per la maggiore economia di esercizio che i primi consentono, sia per la minore spesa di impianto e per il risparmio nello spazio occupato dai macchinari stessi. Inoltre i macchinari elettrici meglio si presentano ad essere collocati in qualsiasi posizione del fabbricato e non presentano esigenze speciali per la loro installazione.

E' interessante seguire l'A. nella rapida esposizione, che egli fa, del diagramma di lavorazione seguito in una fabbrica di ghiaccio per mostrare le varie applicazioni dell'elettricità nelle varie fasi della lavorazione stessa; l'esposizione è da lui fatta, diremo così, a ritroso, partendo dal prodotto finito per giungere all'inizio del processo di fabbricazione. Come è noto, il pane di ghiaccio viene ottenuto entro casse verticali di lamiera riempite precedentemente di acqua ed immerse in una grande vasca contenente una soluzione salina per abbassarne il punto di congelamento: questa viene artificialmente mantenuta ad una temperatura inferiore allo zero per mezzo di serpentini di raffreddamento in essa immersi e nei quali circola ammoniaca in parte allo stato di vapore a bassa pressione. Trovandosi l'ammoniaca alla temperatura, in cui essa cambia di stato per passare da liquido a vapore, essa può assorbire il calore che le viene ceduto dall'acqua circostante senza variare la propria temperatura, ma impiegando l'energia ricevuta per accrescere la propria vaporizzazione. L'energia così assorbita dall'ammoniaca viene poi eliminata nel seguente modo: dopo aver circolato nei serpentini a bassa pressione l'ammoniaca viene portata a mezzo di compressori ad una pressione che varia da 10 a 15 atmosfere. Il gas ammoniacale ad alta pressione viene poi fatto passare attraverso i tubi di un condensatore, nel quale circola acqua alla temperatura ambiente; in tal modo viene asportato il calore generato nella compressione del gas e per la diminuita temperatura esso si condensa e passa allo stato liquido. Dal condensatore il liquido ammoniacale viene poi passato in un piccolo recipiente ove gli viene consentito di espandersi attraverso ad una valvola di riduzione della pressione, che scende a poco più di un'atmosfera. Nell'espandersi l'ammoniaca parzialmente vaporizza e la sua temperatura scende a $15^{\circ} \div 18^{\circ}$ sotto zero, dopo di che viene immessa nei serpentini della vasca. Il compressore funziona come pompa termica od elevatore, che consente di poter togliere all'ammoniaca alla temperatura ambiente quella quantità di calore che le era stata ceduta ad una temperatura inferiore.

Naturalmente per far questo, occorre spendere un lavoro nei compressori e questi possono essere opportunamente comandati mercé l'applicazione dei motori elettrici. Inoltre la soluzione salina e l'acqua nel condensatore devono essere fatte opportunamente circolare e a questo provvedono pompe comandate elettricamente coi relativi dispositivi di avviamento e protezione. Se poi l'energia è fornita ad una tensione troppo elevata per essere direttamente usata nei motori si impone l'adozione dei trasformatori per abbassare la tensione dell'energia elettrica. Questo è il quadro complessivo dell'uso dell'elettricità in un impianto di questo genere. Naturalmente a questi impieghi principali se ne aggiungono altri di carattere secondario, ma non meno importanti pel buon funzionamento dell'impianto, quali: pompe per l'eliminazione dell'aria dai pani di ghiaccio durante la solidificazione, eliche per mettere in moto la soluzione salina negli angoli morti della vasca, pompe per la circolazione dell'acqua del condensatore nel caso in cui questa non possa essere rinnovata, senza parlare di grue, mezzi trasportatori, ecc., comuni anche ad altri generi di impianti e nei quali l'applicazione dell'energia elettrica è ormai entrata nell'uso comune.

Per il comando dei compressori di ammoniaca si prestano ottimamente motori sincroni a basso numero di giri direttamente accoppiati ai compressori stessi, e col rotore montato direttamente sull'albero del compressore. Motori di questo tipo vengono normalmente costruiti per potenze da 20 a 800 HP ed anche più, e malgrado il basso numero

di giri hanno un rendimento non inferiore a quello di un motore a induzione con trasmissione a cinghia. Le basse velocità consentono poi di costruire motori che assorbono basse correnti all'avviamento, e perciò si è potuto sviluppare sempre più la costruzione di sincroni, che possono essere avviati direttamente alla tensione di linea.

Lo studio del problema dell'adozione di un volano adatto è poi ormai approfondito in un modo tale che si può prestabilire con larghissima approssimazione la fluttuazione, entro cui sarà contenuto l'assorbimento di corrente dalla linea da parte del motore, per effetto delle variazioni di carico.

L'A. chiude il suo interessante studio sull'applicazione dell'elettricità a questa industria con una tabella riassuntiva nella quale espone i diversi tipi di macchine, i vari tipi di motori adatti e il genere di comando e di trasmissione raccomandati per i singoli casi.

C. G. E.

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

E. E. BURGER — Scaricatori per circuiti di trasmissione e di distribuzione. (Gen. El. Rev., dicembre 1925, pag. 857).

Col sempre crescente estendersi delle linee di trasmissione e delle reti di distribuzione, la protezione contro le sovratensioni di linea è sempre più necessaria; è perciò interessante lo studio dell'A., che si è proposto di analizzare da un punto di vista economico il problema della protezione contro le sovratensioni.

Premesso che diverso è il concetto che deve essere di guida nella scelta dei sistemi di protezione, a seconda che si tratti di reti di distribuzione o di linee di trasmissione, l'A. viene a parlare prima delle linee di trasmissione, che devono essere equipaggiate con scaricatori di ampie dimensioni per garantire la sicurezza dei costosi macchinari installati alle estremità di esse e per assicurare la continuità del servizio. Tuttavia per il fatto che in generale gli squilibri di tensione hanno origine in punti distanti dalle centrali o dalle sottostazioni e si propagano come onde verso gli estremi, si ha un'attenuazione della primitiva sovratensione per le perdite stesse inevitabili che si hanno, lungo la linea.

Invece nelle reti di distribuzione le tensioni in gioco sono minori, i macchinari sono più vicini e la rete concentrata in un'area minore. In questo caso è perciò molto probabile che il disturbo possa aver origine nelle immediate vicinanze di una località ove sono installati dei macchinari e non si deve perciò far conto su di un'attenuazione, lungo il percorso di propagazione, della sovratensione originaria. Qui però la continuità del servizio ha minore importanza che non per le linee di trasmissione, di guisa che considerazioni di ordine economico circa il costo dei macchinari installati, possono avere un grande peso nella scelta degli apparecchi di protezione adatti. Nelle reti di distribuzione si possono seguire due diversi concetti nello studiare la protezione: l'uno consiste nell'adottare un numero notevole di scaricatori a brevi distanze l'uno dall'altro in modo che la tensione indotta totale del sistema venga mantenuta al disotto di un dato valore critico; l'altro consiste nell'adottare tipi di scaricatori della massima efficienza con bassa resistenza interna e con grande capacità di scarica e nel collocarli in determinati punti della rete, dove il bisogno della protezione è più sentito. Per meglio chiarire il suo pensiero l'A. paragona le linee elettriche a delle condotte d'acqua nelle quali il livello dell'acqua rappresenti la sovratensione indotta; lo scopo da raggiungere consiste nel far in modo che questo livello sia ridotto nel minor tempo possibile, il che si può ottenere collocando numerose piccole valvole nel fondo della condotta oppure altre in numero minore ma di maggior portata a maggiore distanza. In questo caso, dimensionando opportunamente le valvole, si potrà essere sicuri di avere una sovratensione minore nelle immediate vicinanze del punto ove è installata la valvola, lo scaricatore per le reti elettriche, e dove appunto interessa maggiormente che si eserciti l'azione protettiva. E questo fatto di particolare importanza, è molto spesso trascurato nello studio di un sistema di protezione di reti di distribuzione. In vista di ciò oggidì si ritiene che sia preferibile installare gli scaricatori di ampia capacità nelle vicinanze dei punti delicati della rete, che non distribuirli uniformemente lungo la linea.

E' vero che sono ancora poco note la natura e la grandezza dei disturbi che si producono per sovratensioni nelle linee, di modo che può accadere che, malgrado l'esistenza degli scaricatori, si verifichino dei guasti e in questi e nelle macchine che essi devono proteggere, ma la tendenza dei costruttori moderni è di fornire degli apparecchi per quanto possibile sicuri, senza raggiungere un costo proibitivo. A questi concetti sono ispirati gli scaricatori sia del tipo a celle che a pallottoline a strato di ossido costruiti dalla G. E. Co. Il primo tipo per la sua area maggiore e per il maggior contenuto di perossido di piombo, che rappresenta il materiale attivo nell'esplicare la funzione protettiva, è particolarmente adatto per le lunghe linee di trasmissione, il secondo invece è più indicato per le reti di distribuzione.

C. G. E.

pratica facilmente raggiungibile, si è costretti quindi ad operare unicamente su quello $\frac{v_1}{v_2}$. Ma poichè le tensioni v_1 e v_2 in generale sono strettamente legate alla regolazione delle rispettive reti di distri-

od anche, introducendo la tensione v_2 che si ha in B:

$$k = \frac{U_1}{U_2} \frac{v_1}{v_2 (1 + \varepsilon \cos \alpha)} \quad (8)$$

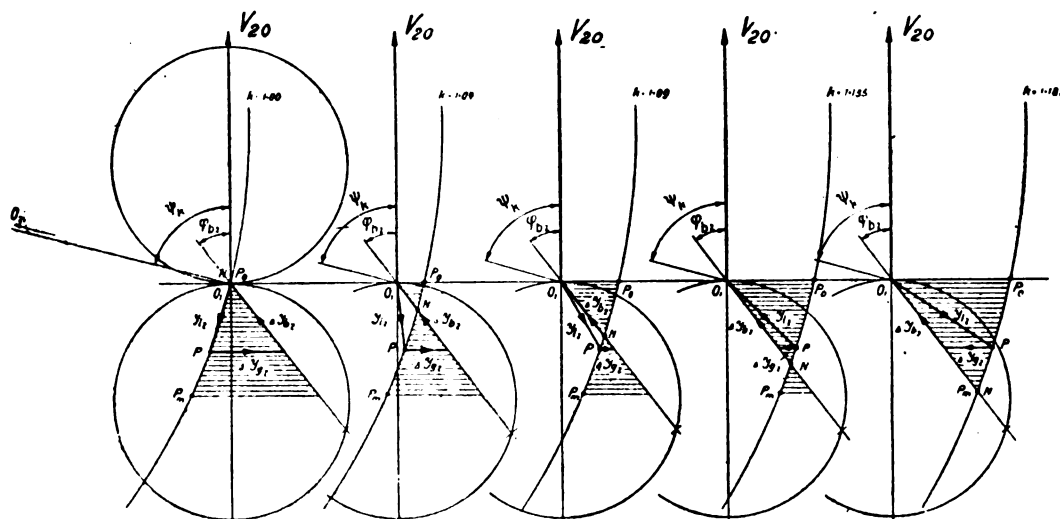


Fig. 3.

buzione, esse non possono modificarsi a piacere. Di fronte a tali difficoltà l'autore dimostra che l'unica soluzione praticamente possibile

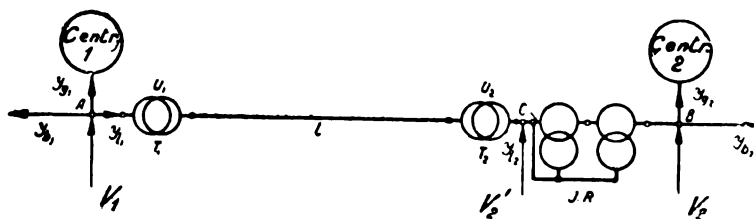


Fig. 4.

è quella offerta dai regolatori ad induzione. La figura 4 indica una installazione del genere ed in essa $I R$ rappresenta appunto un dop-

dove ε rappresenta la tensione aggiuntiva del regolatore ed α il suo angolo di rotazione. La (8) mostra come, mediante un apparecchio ad induzione, possa ottenersi una variazione continua di k e conseguentemente una regolazione perfetta del fattore di potenza della linea L .

L'autore passa quindi a descrivere il regolatore ad induzione studiato dalla Società Oerlikon e rappresentato schematicamente nella figura 5.

Al bilanciere W di un regolatore tipo Thury sono fissate due bobine voltmetriche E_1, E_2 , ciascuna delle quali si muove nell'interferro di una elettrocalamita (M_1, M_2) eccitata da una bobina amperometrica (I_1, I_2). Una stessa fase della linea alimenta in serie I_1 e I_2 , mentre E_1 e E_2 sono alimentate dallo statore di uno sfasatore 3, il cui rotore è derivato dalla linea nel punto dove si vuole regolare il fattore di

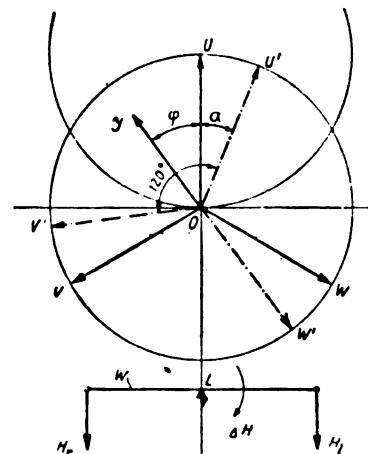


Fig. 6.

potenza. Siano (fig. 6) U, V, W le tre tensioni della linea, U', V', W' le tensioni indotte nello statore dello sfasatore, le quali possono essere sfasate di un angolo α qualunque rispetto a quelle di linea. Sia inoltre I la corrente delle bobine I_1 e I_2 sfasata di φ rispetto a U . Allora si ricava facilmente che agli estremi del bilanciere W agiranno due forze:

$$H_l = I \cos(\varphi + \alpha) \quad \text{e} \quad H_r = -I \cos(60^\circ + \varphi + \alpha)$$

Se esse non sono eguali la loro differenza:

$$\Delta H = I [\cos(\varphi + \alpha) + \cos(60^\circ + \varphi + \alpha)] \quad (9)$$

sposterà il bilanciere dalla sua posizione di equilibrio e provocherà il funzionamento del regolatore a induzione, in modo da ristabilire l'equilibratura fra H_l e H_r , ossia l'equilibrio del bilanciere. Ora la (9) dice che ΔH si annulla per $(\varphi + \alpha) = 60^\circ$ e $(\varphi + \alpha) = 240^\circ$, quindi il bilanciere sarà in equilibrio solo quando lo sfasamento fra corrente e tensione sulla linea L sia uguale a $(60 - \alpha)$ o a $(240 - \alpha)$. Al primo caso corrisponde un ritiro ed al secondo una fornitura di energia da parte del circuito che si considera. Ne segue evidentemente che, agendo sullo sfasatore 3, ossia variando l'angolo α , è possibile ottenere che il regolatore ad induzione mantenga sulla linea L il fattore di potenza che si desidera.

L'autore conclude dimostrando come il regolatore descritto sia insensibile alle variazioni della tensione alle sbarre ed alla quantità di energia che le centrali si scambiano fra loro.

pio regolatore ad induzione. Le equazioni precedenti sussistono ancora se si riferiscono al punto C, ed in particolare potrà scriversi:

$$k = \frac{U_1}{U_2} \frac{v_1}{v_2} \quad (7)$$

TRAZIONE E PROPULSIONE.

A. LATERNER — **Criteri tecnici ed economici nella costruzione dei moderni locomotori per grande trazione.** (Schweiz. Bauzeitung, 21 novembre 1925, pag. 353).

Lo studio mette a raffronto diversi tipi di locomotori americani ed europei di recente costruzione, dando uno schizzo illustrativo e le caratteristiche di ciascuno di essi. L'esame di queste tabelle mostra che più diffusi sono i tipi a corrente continua e monofasi. Nei primi l'impiego dei 3000 volt è limitato alla pratica americana, mentre negli altri paesi è preferito generalmente, la tensione di 1500 volt la quale offre una costruzione più facile.

Un confronto rigorosamente esatto fra i diversi tipi non è possibile perchè non tutti i locomotori presentano le stesse caratteristiche: ad esempio manca in alcuni l'equipaggiamento per il riscaldamento elettrico dei treni e per la frenatura elettrica. Anche il carico per asse varia da tipo a tipo, per quanto non si notino grandi scarti: la pressione di 20 tonn. per asse appare come una buona media che tende a normalizzarsi. Il comando degli assi motori presenta sempre una grande varietà di tipi, pur notandosi una certa diffusione, specialmente nella pratica americana, del comando tipo tram che è preferito per la sua grande semplicità.

Nei locomotori americani si nota, inoltre, una maggiore utilizzazione del peso aderente.

L'unità di misura adottata dall'Autore per i suoi confronti è data dal « coefficiente di utilizzazione »: $Z = \frac{G}{P_v}$ dove:

G = peso del locomotore in kg;

P_v = potenza virtuale del locomotore.

La potenza virtuale è data a sua volta dall'espressione:

$$P_v = \frac{P}{2} \left(\frac{V_m}{V_n} + 1 \right) \text{ dove}$$

P = potenza oraria ai cerchioni in HP;

V_m = velocità massima;

V_n = velocità corrispondente alla potenza oraria.

Il valore di Z varia, nei locomotori americani a corrente continua ed a 3000 volt, da 37,5 a 56 kg/HP. Bisogna però tener conto, nel valutare queste cifre, sia della mole dei locomotori americani sia della mancanza del riscaldamento elettrico dei treni.

Nei tipi monofasi europei il coefficiente di utilizzazione varia da 31,4 a 41 kg/HP; mentre nei tipi bifasi e trifasi a 16,6 periodi oscilla fra 30 e 55 kg/HP. Nei recentissimi locomotori di prova trifasi italiani, a frequenza industriale, costruiti per 10.000 volt e 45 periodi, il valore di Z è ridotto a 33 ÷ 34,5 kg/HP.

Tenendo conto di tutti i fattori di differenziazione, si può concludere che, sotto questo riguardo, i locomotori monofasi europei sono per lo meno equivalenti ai locomotori a corrente continua americani. Superiori a questi appaiono invece i locomotori europei a 3000 volt a corrente continua, specialmente se si tien conto del fatto che, quando si aumentasse la potenza di questi ultimi al livello dei tipi americani, il coefficiente di utilizzazione potrebbe scendere a valori inferiori ai 36,5 kg/HP che rappresentano il limite attuale.

Dal punto di vista del peso, i locomotori monofasi ed i locomotori a corrente continua a 3000 volt di costruzione europea sono praticamente equivalenti. I locomotori a 1500 volt risultano invece indubbiamente più leggeri. Sono stati costruiti recentemente un locomotore merci A-A + A-A per la Parigi-Orléans senza dispositivi di ricupero ed un locomotore per treni diretti 2-A-A + A-A-2 per la P. L. M. con dispositivi di ricupero, i quali con potenze orarie di 1700 e 2400 HP raggiungono coefficienti di utilizzazione di 30 e 32 kg/HP inferiori ai più piccoli valori ottenuti fin qui coi locomotori monofasi. La tensione di 1500 volt semplifica inoltre l'impianto di riscaldamento, che può essere inserito direttamente sulla tensione di linea e questa circostanza appare all'autore assai più importante che non quella della possibilità di impiego della terza rotaia citata generalmente in appoggio al sistema.

Il locomotore monofase più potente, attualmente in costruzione, è quello commesso dalla Ferrovia del Lötschberg alle officine di Sécheron. Esso sarà del tipo 1-A-A-A + A-A-A-1 ed avrà una potenza oraria di 4200 HP ai cerchioni. Gli assi motori saranno comandati indipendentemente per mezzo di albero cavo e attacco elastico con molle a spirale. Il locomotore peserà 140 tonn. ed a questo peso corrisponde un coefficiente di utilizzazione di 34,5 kg/HP. Il locomotore 1-C-C-1 delle Ferrovie Federali, l'unico tipo che può stargli a paragone, ha un coefficiente di utilizzazione di 40,5 kg/HP.

g. a. r.

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

:: :: :: **CRONACA** :: :: ::**Conferenza mondiale dell'energia**

Riunione Sezionale - Basilea, 31 agosto-12 Settembre 1926.

La riunione, organizzata dal Comitato Nazionale Svizzero coll'approvazione del Consiglio Esecutivo Internazionale della Conferenza mondiale dell'energia, sarà tenuta presso la sede della Esposizione Internazionale di Navigazione Interna e della Utilizzazione dell'Energia Idraulica, Basilea (Svizzera).

Lo scopo della Conferenza Mondiale dell'Energia è di considerare come le risorse scientifiche ed industriali di energia possano meglio essere utilizzate nazionalmente ed internazionalmente:

1) Considerando le risorse potenziali di ogni paese in energia idraulica, petroli e minerali;

2) Con esperienze comparative sullo sviluppo dell'agricoltura scientifica, dell'irrigazione e dei trasporti per terra, per aria e per acqua;

3) Con relazioni di ingegneri civili, elettrotecnici, meccanici, navali e minerari; esperti tecnici ed autorità scientifiche ed industriali;

4) Con scambi di idee fra i consumatori di energia ed i produttori degli strumenti del lavoro;

5) Con conferenze sulla educazione tecnica per rivedere i metodi educativi nei diversi paesi e considerare i mezzi con cui far progredire il livello medio di esistenza;

6) Con discussioni sugli aspetti economici e finanziari della industria nazionale ed internazionale;

7) Con scambi di idee sulla possibilità di stabilire un ufficio mondiale permanente per radunare dati, per indagare sulla quantità delle risorse mondiali e per lo scambio di informazioni industriali e scientifiche attraverso rappresentanti retribuiti nei diversi paesi.

PROGRAMMA TECNICO.**A) Utilizzazione dell'energia idraulica e navigazione interna:**

a) In generale (p. e. flusso idrico e quantità di depositi nei fiumi come funzione del tempo, influenza della regolazione dei fiumi, dei laghi e delle chiuse sul flusso idrico).

b) Dettagli tecnici:

Utilizzazione della energia idraulica.

- 1) Ingegneria civile; lavori sopra e sotto il suolo;
- 2) Macchinario idraulico ed accessori;
- 3) Macchinario elettrico ed accessori;
- 4) Impianti di distribuzione.

Navigazione interna.

- 1) Ingegneria civile; lavori sopra e sotto il suolo;
- 2) Navi, zattere, battelli;
- 3) Armamento.

c) Considerazioni economiche, (per es. costi di produzione d l'a energia in relazione colla posizione degli impianti, costi di trasporto e tempo dei trasporti in paragone con altri sistemi di trasporto).

d) Relazione tra l'utilizzazione della energia idraulica e la navigazione interna.

B) Scambi di energia elettrica fra diversi Paesi.

a) Particolari generici sulle possibilità esistenti e progettate di tali scambi e loro vantaggi e svantaggi.

b) Influenza dei fattori che rendono difficile lo scambio di energia elettrica.

1) Leggi nazionali ed internazionali;

2) Diritti doganali di importazione ed esportazione stabiliti sulla energia elettrica quando essa passa le frontiere nazionali.

3) Questioni legali riguardanti lo scambio di energia.

c) Influenza dello scambio di energia sul funzionamento delle centrali elettriche e sul costo di produzione della energia stessa.

C) Relazione economica fra energia elettrica prodotta con sistemi idraulici ed energia elettrica prodotta con sistemi termici; condizioni per le quali i due sistemi possono vantaggiosamente coesistere:

La questione non deve essere trattata in generale, ma soltanto sulla base di esempi concreti (installazioni già completate o progetti che siano stati compiutamente finiti). Perchè le conclusioni delle varie relazioni possano essere confrontate l'un l'altra, sarebbe desiderabile che i fattori che hanno avuto una influenza importante sulle conclusioni, siano menzionati separatamente e che siano segnati i prezzi che sono stati presi come base.

D) L'elettricità nell'agricoltura:

a) In generale;

b) Descrizione tecnica delle varie possibili applicazioni di energia elettrica;

c) Considerazioni economiche.

E) Elettificazione ferroviaria:

- a) In generale (p. es. scelta del sistema e criterio di tale scelta);
- a) Descrizioni tecniche:
 - 1) Centrali di produzione;
 - 2) Stazioni di conversione e trasformazioni; (Per quanto differiscono dai sistemi consueti di produzione dell'elettricità).
 - 3) Impianti di linee;
 - 4) Locomotori ed impianti di altri organismi rotanti usati per elettificazione.
- c) Aspetti economici con speciali considerazioni di quei vantaggi della elettrotrazione che non possono essere espressi numericamente.

I delegati italiani che prenderanno parte alla riunione sezionale di Basilea della Conferenza Mondiale della Energia, rappresentanti dei vari Ministeri interessati e delle più importanti Associazioni Elettriche e Tecniche italiane, sono i Signori:

Prof. Ing. *Giuseppe Sartori* - Presidente della A. E. I. e delegato del Ministero dei Lavori Pubblici;

Col. G. *Arturo Grocco* - Delegato del Ministero della Economia Nazionale;

Comm. Ing. *Oreste Jacobini* - Delegato del Ministero delle Comunicazioni;

Ing. Prof. *Elvio Soleri* - Delegato della Assoc. Elettrotecnica Italiana;

Ing. *Domenico Civita* - Delegato della Associazione Esercenti Imprese Elettriche;

Ingg. *Renzo Norsa* e *Carlo Bonomi* - Delegati della Associazione Nazionale Industrie Elettriche;

N. N. - Delegato della Associazione Nazionale Ingegneri ed Architetti.

* *

APPLICAZIONI TERMICHE.

L'ospedale di Salt Lake City (S. U.) è munito di una grandiosa cucina completamente servita elettricamente. Essa è provvista di due forni da pane capaci di cuocere 15.000 forme di pane in otto ore. Un altro forno può cuocere contemporaneamente 150 chili di cibi diversi. Due cucine tipo Hôtel possono tostare 400 fette per ora. Vi sono poi due gelatiere, scaldapiatti, lavapiatti, pela-patate, ed altri apparecchi tutti azionati elettricamente. Il carico normale è di circa 43 kW; con una potenza assorbita di 67 kW possono essere serviti fino a 2000 pasti al giorno. Si asserisce che l'installazione è soddisfacente sia dal lato del servizio che da quello economico, in confronto alle vecchie installazioni a combustione.

CONDUTTURE.

L'attraversamento di una città da parte di una linea ad altissima tensione, è stato arditamente realizzato in America. La linea a 165.000 volt doveva seguire il percorso di una strada della città; si costruirono due file di pali, una a ciascun fianco della strada, fra i quali furono tesi cavi metallici trasversali opportunamente isolati. I conduttori sono sostenuti da questi cavi. La linea è anche notevole per il largo uso fatto sui conduttori di schermi metallici per l'effetto corona.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

La saldatura ad arco dei pezzi di ghisa è stata per molto tempo ritenuta impossibile specialmente in causa degli inconvenienti che derivano dalle sollecitazioni interne indotte nei materiali. Nella Zeitsch. des Ver-Deut. Ing. del 7 novembre 1925 viene descritto un nuovo metodo che ha dato soddisfacenti risultati. I pezzi da saldare devono essere prima riscaldati fino al rosso; la saldatura viene poi compiuta usando come elettrodo una verga di ghisa, e con forte intensità di corrente. La zona da saldare viene allora completamente fusa e si ottiene così una perfetta amalgamazione senza soffiature od altri difetti. Il metodo fu applicato per saldature di grossi pezzi di fusione.

IDRAULICA.

L'applicazione dei termometri elettrici alla misura delle temperature nell'interno delle dighe permette di raccogliere dati preziosi per la questione che tanto interessa nei riguardi della stabilità delle dighe stesse. La Revue Gén. de l'Electr. del 7 novembre 1925 descrive l'installazione di questo genere che è stata compiuta in due dighe da poco costruite in Francia. Si sono disposti a diverse profondità entro lo spessore delle dighe delle piccole spirali di nichel opportunamente protette. La variazione di resistenza di queste spirali, misurata con un ponte di Wheatstone permette di determinare la temperatura corrispondente con l'approssimazione di un decimo di grado.

IMPIANTI.

Il più grande impianto idroelettrico dell'Austria è quello recentemente entrato in servizio a Partenstein. Mediante una diga attraverso il fiume Mühl, si è creato un serbatoio della capacità di 900.000 m³; con uno svaso di 5 m si possono utilizzare 750.000 m³ su di un salto di 165 m. La Centrale contiene tre gruppi con turbine ad asse verticale, a 600 giri, da 10.000 kW azionate ad alternatori trifasi da

12.000 kVA, 5500 V. Sullo stesso asse principale del gruppo, sopra la girante è montata una piccola turbina Pelton a senso di rotazione contrario a quello della turbina principale; la piccola Pelton ausiliaria è utilizzata come frenatura per l'arresto rapido del gruppo. L'energia generata nella Centrale è trasformata a 110.000 V in una cabina all'aperto.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

L'effetto dell'eclissi solare sulle ricezioni radiotelegrafiche. — Se, ed in quali proporzioni l'eclissi solare influenzi le trasmissioni radiotelegrafiche è una questione tuttora incerta e le discussioni che, particolarmente in questi ultimi anni, si sono svolte in proposito, non sempre sono giunte a conclusioni fra loro concordi.

Il *Pickara*, volendo apportare un contributo all'argomento, organizzò, nel Nord America, durante l'eclissi solare del 24 gennaio 1925, una serie molto estesa di osservazioni: osservazioni i cui risultati sono riportati nel n. 5 dei *Proc. Inst. Radio Eng.* (vol. 13, ottobre 1925, pag. 539). Il criterio con cui esse furono disciplinate fu il seguente: mentre un certo gruppo di stazioni (W G Y; W B Z, ecc.), trasmetteva con onda continua, la cui lunghezza era compresa entro la gamma di onde per le quali si manifestano più sentite le variazioni in intensità dal giorno alla notte (gamma riservata generalmente alle radiodiffusioni), un altro gruppo di stazioni aveva il compito di ricevere i corrispondenti segnali e notarne la eventuale variabilità in relazione all'eclissi. Da alcuni, le misure alla ricezione furono fatte quantitativamente con metodi noti (¹), da altri invece, solo qualitativamente.

Dato il gran numero di sperimentatori chiamati a partecipare alle osservazioni, i risultati di queste costituivano un materiale non facilmente analizzabile in un breve volgere di tempo; tuttavia l'A., dal primo esame critico di essi, giunge alla conclusione (in parte intuitiva) che: Per trasmissioni di frequenza e distanza tali che, normalmente la loro ricezione è migliore di notte piuttosto che di giorno, l'eclissi dà un contributo benefico. Per contro, per trasmissioni la cui frequenza e distanza si traducono normalmente in una ricezione migliore di giorno che di notte, l'eclissi diminuisce la ricezione. In sostanza, l'effetto dell'eclissi sarebbe equivalente, per le alte frequenze, ad un puro «effetto della notte».

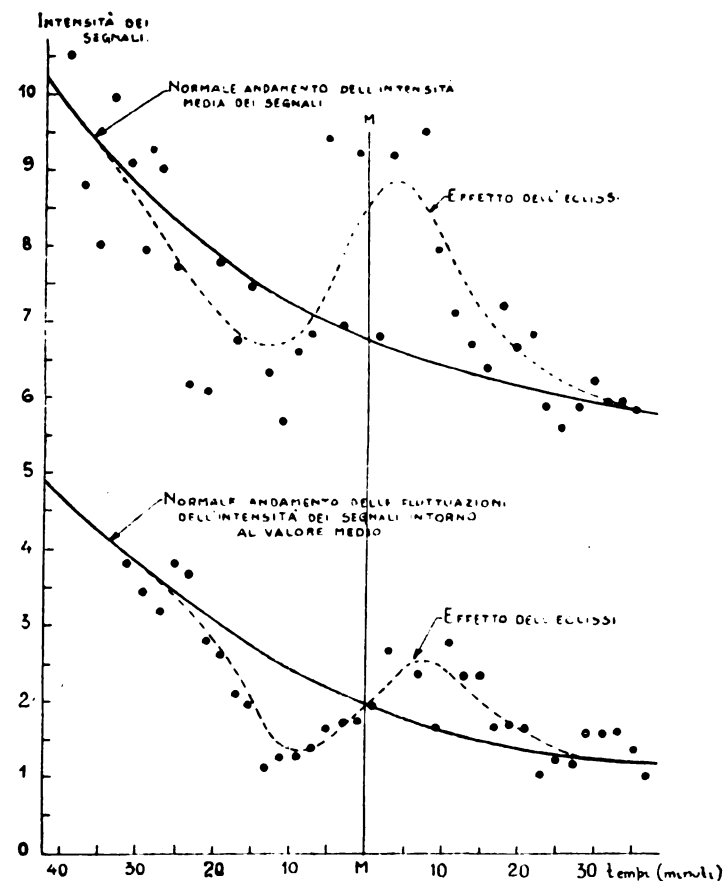


Fig. 1.

L'A. riassume graficamente ed in vario modo gran parte dei risultati sperimentali ottenuti e trova che, se ci riferiamo al normale andamento dell'intensità media dei segnali, l'effetto dell'eclissi si traduce in ciò che al suo inizio i segnali diminuiscono in intensità, indi passano per un minimo, per salire poi ad un massimo e riprendere più o meno rapidamente il valore normale (fig. 1). Tale conclusione troverebbe conferma nel noto «effetto Nagaoka» (²). V. Go.

(¹) L'Elettrotecnica, vol. XII, n. 11, 15 aprile 1925, pag. 276 e Boll. R. T., n. 31, vol. III, pag. 197.

(²) H. NAGAOKA: «Sull'effetto dell'eclissi solare nelle radiotrasmissioni». — Math. Phys. Soc. Tokyo, Proc. 7 - dicembre 1924, pag. 428.

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Terni - Società Anonima per l'Industria e l'Elettricità - Roma e Genova — Capitale L. 600.000.000.

Il bilancio dell'ultimo esercizio, ora approvato, ha registrato un utile di L. 30.556.673 che permette di assegnare un dividendo di L. 32 alle azioni.

Laboratorio Elettrotecnico Ing. Luigi Magrini - Bergamo — Capitale L. 10.000.000.

L'esercizio chiuso al 31 dicembre 1925 ha segnato un utile netto di L. 1.009.414 sul quale si distribuisce un dividendo di L. 9 per ogni azione.

Società Elettrica Alto Cremonese - Milano — Cap. L. 1.600.000.

Il bilancio dell'ultimo esercizio segna un utile netto di L. 227.779 sul quale viene assegnato un dividendo di L. 12 per ogni azione.

Società Varesina per Imprese Elettriche - Varese.

L'esercizio chiuso al 31 dicembre 1925 ha realizzato un utile di L. 1.489.111 col quale si distribuisce un dividendo dell'8 per cento agli azionisti.

Soc. Elettrica della Venezia Giulia - Trieste — Cap. L. 30.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'esercizio 1925 con un utile di L. 1.950.919, ripartendo un dividendo dell'8 per cento.

Società Telefonica Tirrena - Firenze — Capitale L. 75.000.000.

Il bilancio chiuso al 31 dicembre 1925 riguarda un solo semestre di esercizio. Esso contempla un utile di L. 1.244.323 che consente un dividendo del 6 per cento agli azionisti.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Elettrica Alto Cremonese - Milano.

Venne approvato l'aumento del capitale sociale da L. 1.600.000 a L. 2.400.000 emettendo 8000 azioni da L. 100.

Società Anonima Veneta Impianti Elettrici - Asolo.

Eleva il capitale sociale da L. 800.000 a L. 1.000.000.

Società Isolatori Materiale Elettrico - Livorno.

E' stata approvata la riduzione del capitale sociale da L. 1.000.000 a Lire 900.000; successivamente il capitale è stato aumentato a L. 1.200.000.

* *

Parecchi avvenimenti di notevole importanza hanno tenuto agitato e preoccupato l'ambiente politico e finanziario di Europa, durante il mese di aprile ora decorso.

Il fatto forse capitale fu costituito dall'improvvisa notizia della conclusione di un nuovo Patto fra Germania e Russia. Il lavoro della Germania per arrivare a stringere relazioni sempre più intime colla sua grande vicina di oriente datano ormai da lungo tempo e sono ben note. Tutti ricordano il colpo di scena durante la Conferenza di Rapallo, dalla quale sortì anziché l'atteso accordo europeo, un accordo a due fra Russia e Germania. Non minore sorpresa ha suscitato l'attuale mossa tedesca che viene quasi a costituire una risposta di ripicco alla mancata ammissione nella Società delle Nazioni.

E' superfluo mettere in rilievo l'enorme importanza che un blocco russo-tedesco potrebbe assumere così nei riguardi politici come in quelli economici ed industriali, per la vita delle Nazioni occidentali. La Russia è notoriamente il più grande emporio di materie prime, non escluso l'elemento uomo. La Germania da parte sua ha nel più alto grado la capacità di organizzazione e possiede uno sviluppo industriale vastissimo; essa è quindi nelle migliori condizioni per valorizzare le risorse russe. Da questa collaborazione, supponendo che essa potesse divenire sufficientemente stretta ed esclusiva, potrebbe naturalmente nascere un predominio industriale e commerciale dal quale l'economia delle altre Nazioni avrebbe a soffrire nel modo più grave.

Non meno importanti sono i riflessi politici del gesto germanico. Si comprende che il disarmo tedesco diventerebbe una burletta ogni qual volta la Germania potesse organizzare in Russia le sue fabbriche di materiale bellico e potesse sfruttare le disponibilità di materie prime ivi esistenti. Non si può d'altra parte fare troppo assegnamento sulla barriera polacca la quale non sarebbe in grado di resistere in alcun modo ad una pressione combinata da parte delle sue vicine.

Il Trattato ora stipulato non contiene apparentemente nulla di minaccioso. Esso stabilisce l'intenzione dei due Governi di giungere ad amichevoli accordi su tutte le questioni politiche ed economiche e sancisce la neutralità di uno dei contraenti nel caso che l'altro sia attaccato da una terza potenza o che contro di esso si stabilisca una coalizzazione pel boicottaggio economico e finanziario.

Come queste clausole possano accordarsi col riconfermato intendimento della Germania di entrare nella Società delle Nazioni, non si riesce veramente a comprendere, ad onta delle dichiarazioni e delucidazioni di Stresemann. L'incompatibilità è stata a gran voce rilevata in Francia e altrove e non mancherà di essere avanzata al Con-

siglio della Società delle Nazioni, quando dovrà essere ripresa in considerazione la domanda di ammissione della Germania.

L'allarme francese è accresciuto dalle gravi preoccupazioni di carattere interno che travagliano la Nazione. La questione finanziaria è sempre più grave. Tutti i provvedimenti escogitati successivamente e messi in opera dai Ministri delle Finanze susseguendosi in questi ultimi tempi non hanno giovato ad impedire che il franco si andasse sempre più indebolendo; la sua discesa si è fatta veramente impressionante ed ha assunto in qualche momento il ritmo di una vera caduta.

Si tratta di una crisi grave di sfiducia, non del tutto giustificata ma che può a lungo andare, portare conseguenze perniciose. Il franco francese trascina nella sua discesa anche quello belga il quale pure ha segnato quotazioni così basse come mai aveva raggiunto. E il movimento non accenna a fermarsi.

Preoccupazioni pure molto gravi si nutrono in Inghilterra. Il bilancio dell'esercizio 1925-26 si è chiuso con un disavanzo di 14 milioni di sterline. Il deficit è dovuto specialmente alla perdurante crisi dell'industria del carbone la quale ha pesato sul bilancio dello Stato in modo penoso. Si afferma che senza i sussidi che si dovettero concedere alla industria carboniera il bilancio avrebbe potuto chiudersi con un avanzo di 5 milioni di sterline. Sono cioè circa 120 milioni di sterline che andarono a gravare sui contribuenti inglesi per sostenere l'industria carboniera.

Nè la crisi si è, con questo, risolta; che anzi essa tende a divenire sempre più grave ed acuta e minaccia di precipitare il Paese in una situazione difficilissima.

Non è dunque una atmosfera molto propizia quella che si apre la Conferenza Economica Internazionale che si va preparando attraverso il lavoro del Comitato preparatorio presso la Società delle Nazioni. A questo proposito si nota un primo insuccesso, che infirma in parte l'importanza pratica delle conclusioni a cui la Conferenza potrà giungere. Accenniamo al rifiuto opposto dalla Russia a prendere parte ai lavori del Comitato preparatore e quindi anche della Conferenza.

Qualche sensazione hanno destato le dichiarazioni di Churchill sui debiti di guerra e le considerazioni che esse hanno provocato in America. In complesso si ha l'impressione che l'America e l'Inghilterra comincino a comprendere l'impossibilità pratica di continuare la politica finanziaria fino ad ora seguita nei riguardi dei debitori di guerra, e che si preparino ad affrontare l'eventualità che i versamenti da parte di questi non abbiano a durare per tutta la lunga serie di anni che sarebbe stabilita dalle convenzioni.

*

Il viaggio dell'On. Mussolini a Tripoli e la celebrazione della giornata coloniale compiuta con solennità in tutta Italia e nelle più lontane colonie, ha suscitato un vasto ciclo di commenti, di osservazioni, di critiche e di timori nell'ambiente politico europeo.

Le manifestazioni di crescente potenza e di tendenze espansioniste della nuova Italia ha fatto nascere molte preoccupazioni ingiustificate e non sono mancate voci più o meno interessate, all'estero, a gettare l'allarme sulle pretese velleità belliche dell'Italia.

Si deve tuttavia convenire che nella parte più importante della opinione pubblica e sopra tutto nelle sfere responsabili dell'estero si è manifestata una chiara tendenza verso il riconoscimento della giustezza delle aspirazioni italiane. Il malto trattamento fattoci dopo la vittoria e la incoercibile forza di espansione che deriva dal continuo aumentare della nostra popolazione, sono entrambi ragioni che inducono l'opinione pubblica europea a considerare con serietà la opportunità che all'Italia sia dato agio di trovare nuovi campi di azione per la propria attività e nuovi campi di lavoro per i suoi figli.

Autorevoli voci si sono sentite all'estero in tal senso ed esse non mancheranno di lasciare una traccia che maturerà a suo tempo quando l'occasione si presenti. E l'occasione potrà venire da più parti, tanto più che si riprende in considerazione anche la opportunità di autorizzare espansioni coloniali della Germania.

Ad ogni modo, senza voler ipotecare il futuro, il viaggio del primo Ministro a Tripoli rimane un fatto di grande importanza, per il suo significato politico e per le sue conseguenze economiche e demografiche. Esso è un buon sintomo del rinnovato interessamento dell'Italia per le questioni coloniali, a torto troppo a lungo trascurate fra noi, ed è insieme un incitamento a nuove iniziative ed una promessa di maggiore appoggio da parte del Governo.

Lo sfruttamento agricolo delle colonie mediterranee è già avviato su larga scala. L'iniziativa dei nostri coltivatori che hanno ridato vita feconda ad altre terre vicine e non meno abbandonate di quelle tripoline, ha cominciato ad affermarsi anche in Cirenaica ed in Tripolitania. Lo stabilimento di zone di colonizzazione ha già superato lo stadio sperimentale; sono ormai numerose le intraprese di dissodamento e di colonizzazione su scala industriale. Non è soverchio ardimento sperare che le due colonie del nord-Africa abbiano, in un limite di tempo abbastanza breve, a compensare la Nazione dei passati sacrifici.

L'attenzione del nostro Governo non si ferma tuttavia a queste due colonie.

Mentre il viaggio a Tripoli dell'On. Mussolini faceva sorgere tante dicerie e non poche inquietudini, altri allarmi si manifestavano specialmente in Francia, intorno a conversazioni intrecciate fra Roma e Londra per la sistemazione dei rapporti coll'Abissinia. E' noto come

esista a questo riguardo un accordo a tre fra Italia, Inghilterra e Francia; si spiega quindi come a Parigi possa esser sorta qualche preoccupazione sulla portata delle trattative italo-inglesi. Ufficialmente però venne dichiarato a più riprese che esse si limitavano a considerare la sistemazione dei bacini idrici alimentari del Sudan, e la costruzione di una ferrovia di penetrazione dall'Eritrea. Nessuna base hanno le voci corse circa pretesi accordi sulla spartizione dell'Abissinia in zone di influenza, mentre non è escluso che nelle conversazioni incorse si sia considerato da un punto di vista più vasto il problema coloniale italiano.

Il proposito ben definito di favorire ed accelerare l'opera di valorizzazione delle colonie, ha avuto una manifestazione concreta in un Decreto che autorizza per l'esercizio 1925-26 una maggiore spesa di 13.500.000 lire per la Tripolitania; tale somma sarà prelevata dall'avanzo accertato nel bilancio 1924-25 nel rendiconto finanziario consuntivo della Tripolitania. Analogamente sull'avanzo accertato nel consuntivo finanziario della Cirenaica nel bilancio 1922-23 viene autorizzato un prelievo di 1.250.000 lire per la concessione di mutui agricoli industriali per le colonie dell'Africa orientale.

*

Colla fine del marzo 1925, scadeva il *modus vivendi* commerciale in vigore fra la Grecia e l'Italia. Le discussioni in corso per il nuovo Trattato di Commercio non sono arrivate alla loro conclusione, e si è perciò addivenuti ad una proroga del *modus vivendi*.

Come è noto i nostri rapporti colla Grecia sono molto migliorati negli ultimi tempi e questo fatto si ripercuote favorevolmente anche sulle trattative commerciali in corso. Si assicura infatti che esse procedono con spirito di grande cordialità e che vi è la certezza di giungere ad un accordo soddisfacente. Le questioni sono particolarmente delicate trattandosi di due Paesi che hanno molte produzioni affini, come ad esempio, quella dell'olio, del vino, della pesca. Ciò spiega come gli studi e le trattative richiedano parecchio tempo.

Anche colla Romania, dopo il cambiamento di Governo ivi avvenuto, le relazioni hanno ripreso un tono di vera cordialità, la quale era andata alquanto smorzandosi sotto il governo di Bratianu poco entusiastico amico dell'Italia. Il nuovo Ministro degli Esteri a Bucarest si è espresso in termini molto calorosi verso il nostro Paese. Va notato anche che il Presidente dei Ministri Averescu è amico personale dell'On. Mussolini, così che certamente faciliterà il ristabilirsi di amichevoli relazioni. Ne può venire un vantaggio notevole per i due Paesi i quali possono per molti aspetti reciprocamente compensarsi colle rispettive produzioni agricole ed industriali.

Rimane fra l'Italia e la Rumenia la nube del mancato riconoscimento dell'annessione della Bessarabia, che coinvolge questioni molto complesse nei rapporti internazionali. Bisogna sperare che si trovi il modo di superare o di girare questa difficoltà senza guastare i nostri rapporti né colla Rumenia, né colla Russia.

Questo appare un fattore sempre più importante nelle prospettive economiche per il futuro delle relazioni intraeuropee. Lo sviluppo agricolo ed industriale della Russia assume un ritmo sempre più accelerato e merita di essere attentamente seguito.

La Germania dal canto suo moltiplica le iniziative per la penetrazione in Russia. Una organizzazione operaia tedesca ha addirittura avanzato una domanda di concessione per fondare un villaggio industriale tedesco nella Russia meridionale. La Germania è attualmente la nazione che ha ottenuto il maggior numero di concessioni nel territorio dei Soviet, contandone 493. Seguono a grande distanza la Inghilterra con 170 concessioni, gli Stati Uniti con 153, la Francia con 125 e l'Italia con 43. Anche per quanto riguarda l'esportazione dei prodotti della nafta russa, la Germania tiene uno dei primi posti; in questo ramo però è superata dall'Inghilterra che è il miglior cliente per combustibili fossili liquidi della Russia, e dall'Italia la quale nell'anno 1924-25 ha importato complessivamente 14.998.000 pud di nafta e derivati.

L'attività commerciale germanica merita tutta la nostra attenzione perchè da essa dipende la possibilità da parte della Repubblica tedesca di mantenere gli impegni derivanti dal Patto Dawes, al quale è legata tanta parte del nostro progetto di pagamento dei debiti di guerra.

Fino ad ora i versamenti della Germania in conto riparazioni proseguono regolarmente secondo il ritmo previsto dal Patto. Secondo le notizie ufficiali diramate dall'Agente dei pagamenti delle riparazioni, durante il mese di marzo del corrente anno, la Francia avrebbe incassato 47.513.664 marchi-oro, l'Inghilterra 17.573.608 marchi-oro, l'Italia 8.096.049 marchi-oro. La somma toccata all'Italia è costituita per 5.348.199 marchi-oro, da carbone; per 1.656.643 marchi-oro dai trasporti del carbone; per 390.722 marchi-oro da prodotti chimici e per il rimanente 700.483 marchi-oro da consegne diverse.

Parecchie manifestazioni importanti di indole tecnico economica e di portata internazionale si svolsero nel mese di aprile nel nostro Paese. Particolarmente notevole fra esse l'Assemblea dell'Istituto Internazionale di Agricoltura solennemente inaugurata alla presenza del Re. Pure a Roma fu tenuto il Congresso internazionale di Silvicultura al quale parteciparono oltre 500 rappresentanti di tutta Europa e di gran parte dell'America. Di portata soltanto nazionale furono invece il Congresso di irrigazione tenutosi a Bari e a quello degli Imprenditori e Costruttori che si riunì a Trieste.

*

La lunga discussione trascinantesi al Senato americano intorno all'accordo per la sistemazione del debito italiano di guerra, si è finalmente conclusa. Il Presidente Coolidge ha firmato il Trattato e perciò esso è ormai divenuto perfetto e definitivo. L'opposizione dei senatori contrari al Patto fu accanita fino agli ultimi giorni e il voto favorevole fu ottenuto con una maggioranza che, per quanto maggiore delle aspettative, non è certo cospicua.

Comunque sta il fatto che ogni equivoco è ormai rimosso e che le nostre relazioni finanziarie coll'America acquistano una chiarezza ed una agilità di cui non potevano fino ad ora godere. E' lecito attendere benefici influssi sui cambi, almeno nel senso di rafforzare ulteriormente la stabilità della lira la quale, da parecchi mesi si mantiene ferma sulle sue posizioni senza essere affatto influenzata dalle ripercussioni degli avvenimenti politici ed economici di notevole importanza che si vanno svolgendo in Europa.

La discussione al Senato americano, è stata anche interessante per le varie manifestazioni di tendenze avvenute e per i giudizi che, sulla nostra situazione politica ed economica, sono venuti alla luce nei discorsi dei diversi oratori. Non sono mancate naturalmente le critiche anche aspre e le dichiarazioni di timori e di sfiducia. Tuttavia può ben dirsi che nel suo complesso il Senato americano abbia manifestato salda fede nel nostro avvenire e nella robustezza del nostro organismo economico.

Di tale fiducia del resto il mondo finanziario e l'opinione pubblica americana hanno da tempo dato segni ben concreti e tangibili. Basti ricordare gli abbondanti finanziamenti concessi sul mercato americano, a buone condizioni, a molte nostre Società industriali e ad Enti pubblici, Comuni e Provincie. Si era anche tentato di spargere la falsa notizia che il noto prestito dei 100 milioni di dollari fosse stato un insuccesso e che esso fosse ormai quotato assai basso. Opportunamente una smentita del nostro Ministro delle Finanze ha ristabilito la verità, riconfermando quanto già era noto, cioè che il prestito era stato subito coperto più volte in poche ore, e precisando che la sua quotazione attuale è del tutto normale.

I nostri debiti di guerra restano così completamente stabiliti, poiché, come è noto, l'accordo coll'Inghilterra è già formalmente perfetto e d'altra parte colla Francia non esistono che pochi conti correnti di guerra che all'incirca si equilibrano fra le due parti.

Questa sistemazione giunge tanto più opportuna in quanto perdurano i sintomi di aggravamento della nostra bilancia commerciale. Lo sbilancio che era andato attenuandosi durante la fine dello scorso anno, ha ripreso a divenire cospicuo nei primi mesi dell'anno in corso. Tuttavia la situazione non sembra tale da destare inquietudine. Secondo le previsioni avanzate dal senatore Mortara nelle sue « Previsioni economiche per il 1916 », lo sbilancio complessivo di quest'anno non dovrebbe superare i sei miliardi di lire. Se si tiene conto dello svilimento della moneta, questa somma corrisponde molto da vicino al valore dello sbilancio commerciale negli anni normali di prima della guerra.

D'altra parte noi possiamo sempre contare su quella partita, per noi tanto importante, che è costituita dalle così dette esportazioni invisibili, cioè le rimesse degli emigranti, e il movimento dei forestieri. Queste bastano ampiamente a compensare il plus valore dei nostri acquisti all'estero e ad equilibrare la nostra bilancia degli scambi internazionali. Valutazioni ufficiali eseguite per conto del Ministero delle Finanze permettono di ritenere che nel corso dell'anno 1925, i forestieri venuti in Italia dalle più disparate parti del mondo, abbiano qui lasciato circa tre miliardi e mezzo di lire. Per l'anno in corso, già la corrente turistica si annuncia grandiosa e dalla America si ha notizia che i posti sui trasatlantici che si recano in Europa e particolarmente in Italia sono prenotati a distanze di mesi!

Non è poi vano sperare che il disavanzo previsto negli scambi possa essere attenuato nel corso dell'anno. La nostra industria è in lavoro a pieno sebbene risenta qualche contrazione in confronto allo scorso anno. Molto dipenderà anche dalla riuscita della battaglia del grano: da essa è lecito attendersi qualche risultato positivo, se anche non si voglia esagerare nell'ottimismo. Certamente essa varrà ad attenuare in una certa misura la necessità di importare grano dall'estero: la misura sarà tuttavia data principalmente dall'esito generale della campagna granaria sulla quale è ancora troppo presto per avanzare delle previsioni.

I provvedimenti doganali francesi, ai quali si è altra volta accennato, sono stati oggetto di grandi discussioni negli ambienti direttamente interessati ed hanno riscosso anche l'attenzione del Governo. Si sa che conversazioni ufficiose sono state intrecciate col Governo francese per arrivare ad una intesa che permetta di tutelare gli interessi di parecchie nostre industrie, gravemente colpite dai provvedimenti deliberati in via alquanto precipitosa, sotto l'urgenza della penosa situazione economica.

Già la svalutazione del franco metteva la nostra industria in condizione di difficile concorrenza per mantenere il prezzo del prodotto italiano al livello di quello del prodotto fabbricato in Francia. La crisi economica della Repubblica produceva d'altra parte una spontanea contrazione dei consumi, della quale naturalmente la nostra esportazione si risentiva a sua volta. L'aumento delle tariffe doganali, facendo ulteriormente aumentare il prezzo dei nostri prodotti, genera in fine una situazione pressochè insostenibile al nostro movimento di esportazione in Francia.

Ciò appare tanto più grave quando si consideri che mentre nel 1923 e nel 1924 il movimento degli scambi commerciali fra i due Paesi si era chiuso a nostro vantaggio rispettivamente per 350 milioni e per 250 milioni, nello scorso anno noi abbiamo importato dalla Francia 300 milioni di lire di merci in più di quanto abbiamo potuto esportarne colà. Ora naturalmente, tale sbilancio non potrà che crescere ulteriormente e in modo rilevante.

Si comprende quindi come il nostro Governo abbia dovuto interessarsi prontamente della questione che può avere una ripercussione non trascurabile sulla nostra economia generale. Non si conoscono ancora i risultati delle conversazioni che si sono intrecciate: si sa soltanto che esse procedono con spirito di cordiale ben volere d'ambo le parti. Ciò può far bene sperare sul loro esito sebbene sussista la difficoltà principale consistente nel fatto che le nuove tariffe furono approvate dalla Camera dei Deputati a Parigi; tutte le eventuali modificazioni dovrebbero quindi a loro volta ritornare alla Camera per l'approvazione.

Ad onta delle difficoltà che siamo andati citando, il movimento delle navi nei nostri porti si mantiene elevato, ed è questo il sintomo migliore del ritmo sostenuto della nostra vita industriale e commerciale.

Durante il mese di febbraio approdarono complessivamente nei nostri porti 10.367 navi per una stazza di 4.706.039 tonnellate e sbarcarono 2.040.054 tonnellate di merci e 114.924 passeggeri. Nello stesso mese partirono 10.419 navi per una stazza di 4.698.363 imbarcando 572.504 tonnellate di merci e 122.351 passeggeri. A questo movimento la bandiera nazionale partecipò con 11489 piroscafi e per 7565 velieri.

Una misura dello sviluppo assunto dalle nostre industrie può essere desunta dal gettito delle tasse di fabbricazione alle quali sono soggetti alcuni prodotti. Nell'esercizio 1924-25 il gettito complessivo di queste tasse raggiunse 1500 milioni, cifra mai toccata per lo innanzi! Questa somma così rilevante è dovuta per circa la metà, e precisamente per 716 milioni all'imposta sullo zucchero, in corrispondenza ad un consumo di 1.921.000 quintali. La tassa sullo spirito fruttò 366 milioni, per un consumo di 253.000 ettolitri. Minori entrate diedero l'imposta sul gas e sulla luce elettrica, per 130 milioni; quella sui fiammiferi per 111 milioni; quella sulla birra per 70 milioni, ecc.

L'aumento di gettito di questa categoria di imposte è stato veramente grandioso. Dai 230 milioni che esse fruttarono nell'esercizio 1913-14, si toccarono, dopo la guerra, i 585 milioni nel 1919-20, per salire a 663 nel 1920-21, a 996 nel 1921-22 per arrivare alla cifra citata nell'ultimo esercizio decorso.

*

Il gettito delle imposte si mantiene del resto elevatissimo in linea generale, anche nell'esercizio corrente. Nei primi otto mesi di esso, le entrate ordinarie e straordinarie hanno infatti superato le previsioni per ben 1617 milioni di lire. Ad onta delle maggiori spese introdotte successivamente allo stato di previsione dell'esercizio, l'aumento delle entrate ha permesso di realizzare un avanzo netto che si annuncia non lontano dai 400 milioni per tutto l'esercizio.

Dal conto di cassa pubblicato dal Tesoro si deduce che nei primi nove mesi dell'esercizio 1925-26, le entrate effettive hanno superato i pagamenti per spese effettive ordinarie e straordinarie, di ben 2565 milioni di lire. Complessivamente dal 1° luglio 1925 al 31 marzo 1926 vennero infatti eseguiti incassi per 18.741 milioni di lire ed effettuati pagamenti per 13.684 milioni, con un avanzo di cassa di 5057 milioni. Il fondo di cassa al 31 marzo era di 5071 milioni, presentando una diminuzione di 474 milioni rispetto al 28 febbraio.

La situazione del bilancio dei primi nove mesi di esercizio presenta un avanzo effettivo di 582 milioni mentre lo stato di previsione segnava per l'intero esercizio un avanzo di 178 milioni. Tale avanzo fu conseguito sebbene sui nove mesi decorsi abbiano gravato maggiori spese per complessivi 1933 milioni di lire. Al 31 marzo la quota di stanziamento che non era stata ancora impegnata era di 861 milioni, in confronto a 366 milioni alla stessa data dell'esercizio precedente.

La situazione dei debiti pubblici registra una diminuzione di 22 milioni durante il mese di marzo. Alla fine di tale mese il debito pubblico raggiungeva il valore di 92.673 milioni. Durante il mese di marzo diminuirono notevolmente i Buoni ordinari del Tesoro, mentre aumentarono i Buoni novennali e le obbligazioni delle Venezia. La circolazione bancaria di Stato e dei bisogni del Commercio, aumentava complessivamente, al 31 marzo, a 20.393 milioni con un aumento di 96 milioni rispetto al mese precedente e con una diminuzione di 357 milioni in confronto alla cifra segnata alla fine di gennaio del corrente anno.

La contrazione negli investimenti delle Società per azioni si è fatta sentire in misura notevole durante il marzo. Mentre infatti lo scorso anno si aveva avuto in tale mese un aumento di 901 milioni nel capitale delle Società azionarie, nel marzo 1926 l'aumento fu di soli 441 milioni. Questa contrazione è benefica e gioverà, se prolungata, a ristabilire un più giusto equilibrio fra le possibilità reali del risparmio nazionale e le richieste degli investimenti industriali.

La situazione finanziaria e monetaria è oggetto di largo studio da parte del Ministro del Tesoro, il quale ha annunciato un provvedimento di grande importanza, cioè la istituzione di un unico Istituto di emissione. Fino ad ora, come è noto, esistevano in Italia tre Istituti

tutti autorizzati all'emissione di biglietti, cioè la Banca d'Italia, il Banco di Napoli ed il Banco di Sicilia.

La molteplicità degli Istituti di emissione può dar luogo ad inconvenienti di vario genere, qualora non regni fra essi la più perfetta intesa. In realtà la intesa, fra noi, vi fu e ciò si rivelò specialmente utile durante il delicatissimo periodo monetario della guerra e del dopo guerra. Tuttavia inconvenienti sussistono. Uno ad esempio è quello della diversa copertura ossia del rapporto fra riserve e circolazione, mentre a tutti i biglietti dei tre Istituti la legge assegna pari valore; effettivamente tale rapporto che è di 11.35 per la Banca d'Italia, è di 9.02 per il Banco di Napoli e di 8,10 per il Banco di Sicilia.

L'Istituto unico di emissione, ha poi il vantaggio di permettere con più agevolezza di seguire criteri unici e severi nel regolare la emissione e di costituire il più alto regolatore delle diverse forme ed iniziative della produzione. L'iniziativa ha anche un riflesso di politica interna in quanto viene a sanzionare ancora di più il ragguunto spirito unitario della Nazione, sopprimendo una delle ultime manifestazioni del vecchio regionalismo.

Negli altri Stati, specialmente d'Europa, si può dire che di fatto esista quasi ovunque una unica Banca di emissione. Negli Stati Uniti di America vi sono bensì molte banche che hanno il potere di emettere biglietti ma in realtà la potenza regolatrice del mercato monetario è concentrata in un Ente unico che raggruppa le dodici Banche federali di riserva.

Naturalmente in conseguenza delle nuove funzioni a cui la Banca d'Italia sarà chiamata, si dovrà procedere all'aumento del capitale. In proposito corrono delle voci non ancora ufficiali ma che si ritengono fondate. Si asserisce cioè che in un primo tempo il capitale azionario sarebbe portato da 180 milioni a 270 milioni, mediante trasferimento a capitale di 90 milioni della riserva colla emissione di 150.000 azioni che verrebbero assegnate agli azionisti in ragione di una per ogni due azioni possedute. In un secondo tempo si procederebbe alla sistemazione definitiva del capitale sociale in modo da assicurare alla Banca una efficienza pienamente corrispondente alle sue funzioni.

I due vecchi Banchi conterranno una funzione importantissima nella economia nazionale. Liberati dagli impegni e dalle responsabilità speciali che spettano agli Istituti di emissione, essi potranno assumere su vasta scala il compito di sovvenzionatori delle imprese e delle iniziative che sorgeranno nel mezzogiorno d'Italia. Il Ministro Volpi ha chiaramente indicato questa nuova funzionalità dei Banchi meridionali, nel suo discorso pronunciato a Napoli. Il Ministro ha anche accennato ad un rafforzamento, da compiersi a tale scopo, dell'organismo dei due Istituti.

Il discorso del Ministro è stato notevole anche per la chiara impostazione da esso fatta della assillante questione delle abitazioni, e per l'esposizione delle direttive del Governo a tale riguardo. A tale proposito si parla da varie parti di altre iniziative che verrebbero prese dal Governo, dopo quella, altra volta ricordata, dello stanziamento dei 100 milioni. Si tratterebbe di una specie di demanio delle abitazioni che verrebbe creato mediante la costruzione di un gran numero di edifici destinati specialmente agli impiegati dello Stato. Nulla di positivo è tuttavia noto ancora a tale riguardo.

La fusione delle tre Banche di emissione ha dato occasione al rinnovarsi di proposte, già varie volte avanzate da parte degli agricoltori, per delle provvidenze intese a favorire il credito agrario. Si è invocata in recenti Congressi di industriali agricoli e di coltivatori, la istituzione di un Ente unico destinato appunto al Credito agrario. La proposta è ora allo studio presso il competente Ministero.

L'iniziativa per l'Azienda dei petroli si va concretando. Vengono ancora una volta ripresi in considerazione i piani in tante occasioni studiati per le ricerche di combustibili liquidi nel nostro sottosuolo. Le esplorazioni profonde saranno compiute in tutte le località dove è riconosciuta la presenza di formazioni più o meno ricche di questi preziosi liquidi. In particolare si assicura che verranno fatti assaggi su vastissime zone della Emilia e in seguito nel Lazio, in Basilicata e nella Sicilia; trivellazioni saranno anche eseguite in località della Valle Padana dove sono state di recente osservate manifestazioni petrolifere di qualche importanza.

Una manifestazione notevole della tecnica e della industria italiana si è avuta alla Fiera di Milano la quale si è presentata quest'anno molto ampliata ed arricchita. Complessivamente si presentarono oltre 5500 Ditte espositrici; l'area occupata dagli edifici di nuova costruzione è stata di oltre 29.000 metri quadrati. Particolarmente importante era il nuovo Padiglione della meccanica, di oltre 12.000 metri quadrati, dove erano rappresentate molte delle principali Case italiane.

*

Mentre nella prima metà del mese, le Borse avevano mantenuto l'andamento sostenuto che esse avevano assunto alla fine del mese precedente, nelle ultime settimane subentrò una corrente di realizza la quale fu dapprima assorbita con relativa facilità dal mercato, ma finì poi col prevalere.

Il mercato si è andato così appesantendo fino a perdere buona parte dei vantaggi realizzati nelle precedenti settimane. La tendenza allo alleggerimento di molte posizioni si delineò nettamente e non poté essere completamente contenuta.

Le cause di questo movimento restano quelle più volte accennate pel passato e non infirmano la saldezza della nostra compagine economica. Ciò è dimostrato in modo particolare dall'andamento dei cambi il quale si può definire veramente brillante.

Da tempo oramai la nostra lira ha dimostrato di essersi resa indipendente dalle vicende delle altre valute latine ed il suo comportamento attuale è stato la migliore riprova di questa riacquistata indipendenza.

Mentre infatti il franco francese e quello belga andavano di giorno in giorno perdendo di quota, la lira non si risentiva affatto di tale fenomeno e manteneva invariabili le sue posizioni. La saldezza della lira è stata anche osservata e molto commentata all'estero ed è un meritato premio alla energica politica di risanamento finanziario che l'Italia ha saputo seguire affrontando i necessari sacrifici con ferma volontà di riuscita.

La approvazione del Senato americano all'accordo dei debiti di guerra non ha avuto ripercussioni sul nostro mercato; essa era stata già scontata anticipatamente.

Soltanto i titoli di Stato ne hanno risentito lievemente con un leggero vantaggio della loro quotazione. Sia il Consolidato che la Rendita si sono dimostrati fermissimi resistendo assai bene alla debolezza generale delle quotazioni.

Le voci corse circa il progettato aumento di capitale della Banca d'Italia hanno naturalmente avuto ripercussione sull'andamento di questo titolo il quale ha avuto in certi momenti un contegno brillante in contrasto colla tendenza degli altri titoli. Anch'esso però fu poi colpito da una accentuata reazione in seguito a dichiarazioni ufficiali che sembrano limitare assai le previsioni ottimistiche dei portatori delle Banche d'Italia. Nel complesso tutto il comparto dei bancari si è dimostrato abbastanza resistente.

Parecchie falcidie si notano fra i titoli tessili, alcuni dei quali come ad esempio quelli della seta artificiale retrocedono di diversi punti. Verso la chiusura del mese si delinea però un movimento di ripresa che risolveva tutto il comparto.

Particolare interesse ha richiamato il gruppo dei titoli di trasporto e ferroviari. Essi hanno dimostrato un movimento insolitamente vivace e registrano in generale delle plus valute notevoli.

Debole invece e poco movimentato si è presentato il comparto dei titoli meccanici e metallurgici che declinano lentamente e progressivamente.

I titoli alimentari ed in particolari quelli saccariferi hanno registrato momenti di grande animazione e di speciale favore del mercato. Verso la chiusura tuttavia cedono anch'essi alla tendenza pesante che ha predominato nelle ultime riunioni del mese.

Al contrario gli immobiliari dopo un periodo di debolezza protrattosi per qualche settimana, chiudono in vivace ripresa.

I titoli elettrici riproducono nel loro andamento il diagramma generale di pesantezza del mercato, per quanto non manchino sintomi di resistenza e di sostenutezza.

RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei titoli elettrici nell'aprile 1926.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	632	637	650
Conti	250	441	404	395
Vizzola	500	1272	1168	1142
Bresciana	100	229	224	222
Adamello	200	251	258	250
Unione Esercizi Elettrici	50	99	100	100
Elettrica Alta Italia	250	304	292,50	290
Officine Elettr. Genovesi	250	334	314	312
Adriatica	100	191	189	188
Negri	100	296	285	280
Ligure Toscana	200	281	280	282
Generale Elettr. della Sicilia	100	120	125	120
Elettrica Brioschi	250	430	400	394
Emiliana Esercizi Elettrici	35	43	42	42
Idroelettrica Trezzo	250	410	415	403
Elettrica Valdarno	100	131	131	132
Tirso	250	217	215	211
Terni	400	438	483	485
Elettriche Meridionali	250	301	285	290
Idroelettrica Piemontese	125	207	203	204
Elettrica Sarda	100	180	180	170
Dinamo	100	123	120	123

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, summi e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20%, per spese di Amministrazione.

:: :: NOTE LEGALI :: ::

Il nuovo decreto sulle tariffe dell'energia elettrica.

La Gazzetta Ufficiale del 30 aprile 1926 pubblica il Regio Decreto 4 marzo 1926, n. 681, col quale viene regolato in via definitiva il sopraprezzo per l'energia termica e apporta modificazioni alle disposizioni sul prezzo dell'energia in genere.

Prima di addentrarci nell'esame del testo del decreto conviene esaminare per primo l'articolo 7 che è a parer nostro il più importante di tutti; con tale articolo si ammette che possano essere riveduti anche i contratti posteriori al 1919, ma anteriori al 22 luglio 1923, purché si tratti di contratti che hanno costituito contratti vecchi, che avrebbero dovuto aver ancora vigore e che furono sostituiti da altri per metterli in relazione cogli aumenti di cui ai decreti 31 ottobre 1919 e 13 marzo 1921.

Tale disposizione legislativa viene dunque a confermare la retta interpretazione che dei decreti precedenti aveva dato la Corte di Napoli e la Corte di Bologna (vedi *Elettrotecnica* 1925, pag. 259 e pag. 446) che avevano appunto giudicato che il decreto 13 marzo 1921, n. 288 non aveva carattere innovativo ma era solo uno svolgimento ed una integrazione del precedente decreto 31 ottobre 1919 e che perciò spiegava la sua influenza solo sui contratti stipulati prima del 31 ottobre 1919 (Corte d'Appello di Napoli, 5 novembre 1924) e che il decreto 1633 del 22 luglio 1923 è inapplicabile a sua volta ai contratti stipulati dopo il 13 marzo 1921 (Corte d'Appello di Bologna, 23 marzo 1925).

Questa seconda sentenza è stata cassata dalla Corte Suprema il 12 febbraio 1926 perché la Corte di Cassazione ha stabilito che la controversia doveva essere risolta da arbitri poichè nel contratto in questione eravi la clausola compromissoria, ciò non pertanto resta la sentenza di Bologna come importante affermazione di principio alla quale dovranno uniformarsi gli arbitri poichè dopo il decreto 4 marzo 1926 non resta ombra di dubbio su questo importante e discusso principio di diritto, che tante controversie ha originato.

Resta perciò oggi confermato dalla legge, in maniera inequivocabile che i contratti posteriori al 31 ottobre 1919 non sono rivedibili; e giustamente la legge fa eccezione per quei contratti stipulati dopo il 31 ottobre 1919 ma prima del 22 luglio 1923 (data del decreto n. 1633) quando tali contratti non sono altro che la modificazione di altri contratti anteriori al 1919, e che, se non fossero stati sostituiti da altri, sarebbero sempre in vigore. Ne viene di conseguenza che i contratti invece stipulati dopo il 1919 ma che sono nati « ex novo » non sono soggetti a revisione.

Tale è il principio più importante stabilito dal nuovo decreto, principio che era stato già da noi sostenuto, come abbiamo visto su queste colonne.

Scendendo all'esame degli altri articoli, vediamo come l'art. 1 autorizzi i venditori di energia comunque prodotta a continuare ad applicare fino alla scadenza dei contratti stessi gli aumenti di cui ai decreti 31 ottobre 1919 e seguenti (13 marzo 1921 e 22 luglio 1923) con diritto però da ambo le parti a revisione ogni quinquennio a cominciare dal 1° gennaio 1928.

L'art. 2 determina la procedura da seguire per la revisione e l'art. 3 stabilisce modalità speciali per i contratti e convenzioni che riguardano collettività di utenti.

L'art. 4 dà norme per la costituzione delle Commissioni arbitrali.

L'art. 5 considera i contratti che interessano lo Stato e le sue amministrazioni la cui revisione è fatta, in difetto di accordo, dal Ministero dei Lavori Pubblici, così l'art. 6 dà dei consigli e delle norme alle Commissioni arbitrali ed alla III Sezione del Consiglio di Stato, che è quella incaricata dei pareri al Ministero dei Lavori Pubblici.

Dell'art. 7 abbiamo già parlato e osserviamo che mentre con esso si viene ad ammettere una revisione per i contratti stipulati tra il 1919 ed il 22 luglio 1923, ma solo ed in quanto siano sostituzioni di altri contratti che avrebbero dovuto essere ancora in vigore, nessuna revisione è ammessa per i contratti stipulati dopo il 22 luglio 1923 anche se sostituzioni di altri contratti (fanno solo eccezione i contratti stipulati da aziende in cui sia partecipe lo Stato per cui è ammessa revisione in via eccezionale se stipulati entro al 31 dicembre 1923).

L'art. 8 concede al compratore la facoltà eccezionale di scioglimento anticipato del contratto se esso non ritiene di accettare i nuovi prezzi.

L'art. 9 proroga i contratti fra aziende produttrici e aziende municipalizzate, se scadenti entro il 31 dicembre 1926, colle modificazioni di prezzo da determinarsi dalle Commissioni arbitrali.

L'art. 10 annulla tutte quelle convenzioni che ostacolano lo sviluppo della energia idroelettrica e che adottano miglioramenti tecnici con aggravio sugli utenti.

Infine l'art. 11 disciplina la « vexata questio » del sopraprezzo termico, fonte sino ad ora di una innumerevole serie di decreti che vanno dal 27 febbraio 1919 al 31 dicembre 1925 stabilendo che i venditori di energia ai quali sia stato riconosciuto il diritto di esigere il sopraprezzo termico possono continuare ad esigerlo fino alla scadenza dei contratti, cioè d'accordo coi clienti, sostituendo al sopraprez-

zo un aumento fisso o inserendo nel contratto una clausola per la determinazione del sopraprezzo. In difetto provvederà il Ministero dei Lavori Pubblici. L'articolo lascia impregiudicata la questione se sui contratti posteriori al 27 febbraio 1919 sia possibile imporre il sopraprezzo termico.

Evidentemente in relazione ed in analogia al disposto dei decreti per i sopraprezzi in genere e più specialmente all'art. 7 di quest'ultimo decreto e alle sentenze citate, riteniamo di no.

L'art. 12 contempla gli aumenti dei canoni di concessione d'acqua e così l'art. 13 in relazione alle imprese produttrici di energia a mezzo di canali demaniali.

L'art. 14 estende le disposizioni del decreto alle nuove provincie e l'art. 15 abolisce le Commissioni consultive prefettizie, l'art. 16 abroga i precedenti decreti 18 dicembre 1919, 1° dicembre 1921; 1° febbraio 1922 e 22 luglio 1923, e l'art. 17 stabilisce che il decreto 4 marzo 1926 entrerà in vigore il 15 maggio c. a.

Restano così riassunte e regolate con un solo decreto tutte le vigenti disposizioni in materia, semplificando altresì la legislazione ed eliminando anche dei punti dubbi e controversi di grande importanza pratica.

Avv. LEONE PESCI.

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

Disposizioni sulle tariffe dell'energia elettrica.

Regio Decreto-legge, 4 marzo 1926, n. 681, pubblicato nella « Gazzetta Ufficiale del Regno », n. 100 del 30 aprile 1926.

VITTORIO EMANUELE III

PER GRAZIA DI DIO E PER VOLONTÀ DELLA NAZIONE

RE D'ITALIA

Visto il Nostro decreto-legge 22 luglio 1923, n. 1633, recante disposizioni sul prezzo dell'energia elettrica;

Visti i Nostri decreti-legge 11 gennaio 1925, n. 31; 8 febbraio 1925, n. 165, e 31 dicembre 1925, n. 2462, con i quali è stata prorogata l'applicazione di alcune disposizioni del precedente decreto-legge;

Visto l'altro Nostro decreto-legge 25 febbraio 1924, n. 456, relativo all'aumento dei canoni demaniali;

Riconosciuta l'opportunità di regolare in via definitiva il sopraprezzo per l'energia prodotta termicamente e di apportare alle disposizioni vigenti sul prezzo dell'energia elettrica altre modificazioni suggerite dall'esperienza, coordinando in unico testo le disposizioni relative, la cui emanazione ha carattere di urgenza;

Visto l'art. 3, n. 2, della legge 31 gennaio 1926, n. 100;

Sulla proposta del Nostro Ministro Segretario di Stato per i Lavori Pubblici, di concerto con quelli per l'economia nazionale, per le Comunicazioni, per le Finanze e per la Giustizia e gli Affari di Culto;

Udito il Consiglio dei Ministri;

Abbiamo decretato e decretiamo:

Art. 1. — I venditori di energia elettrica, comunque prodotta, potranno continuare ad applicare, fino alla scadenza dei contratti, delle convenzioni e delle concessioni in corso, gli aumenti che, in esecuzione dei Regi decreti-legge 31 ottobre 1919, n. 2264; 13 marzo 1921, n. 288, e 22 luglio 1923, n. 1633, hanno già attuati od hanno diritto di attuare, nelle tariffe e nei prezzi delle forniture in essi contemplati, a meno che non abbiano diversamente convenuto mediante accordi diretti con i compratori. Anche le rinnovazioni tacite avranno luogo sulla base dei prezzi così aumentati.

Però alla data del 1° gennaio 1928 e successivamente all'inizio di ogni quinquennio e fino alla scadenza del relativo contratto, potrà farsi luogo alla revisione dei detti aumenti a norma di quanto dispone l'articolo 6 allo scopo di decidere se debbano essere mantenuti fermi o aumentati ulteriormente o diminuiti.

Art. 2. — La domanda per la revisione autorizzata dal capoverso dell'articolo precedente, dovrà essere comunicata dalla parte istante all'altra, entro 30 giorni dalle date stabilite nel capoverso medesimo, mercé lettera raccomandata con ricevuta di ritorno.

Entro 15 giorni da quello di ricevimento della richiesta, l'interessato dovrà dichiarare all'istante se intenda addivenire a trattative per la revisione. Qualora esso non risponda entro il termine ora indicato o risponda negativamente o qualora non si raggiunga l'accordo fra gli interessati entro un mese dalla data suddetta, l'istante potrà promuovere la costituzione del Collegio arbitrale a norma degli articoli seguenti.

Art. 3. — Nei riguardi dei contratti, delle convenzioni e delle concessioni che abbiano riferimento a tariffe per una collettività di utenti, in rappresentanza di questi, la revisione autorizzata dal capoverso dell'art. 1 può essere domandata dal Comune al concessionario e rispettivamente da questo al Comune, ed è fatta stabilendo una variazione alle percentuali già applicate in dipendenza dei citati decreti-legge 31 ottobre 1919, n. 2264; 13 marzo 1921, n. 263, e 22 luglio 1923, n. 1633.

Art. 4. — La revisione autorizzata dal capoverso dell'art. 1 in difetto di accordo tra le parti, è fatta da un Collegio arbitrale, il quale è costituito a norma del contratto, se questo contiene una clausola compromissoria, o, altrimenti, da tre arbitri, di cui due nominati ri-

spettivamente dal venditore e dall'utente, ed il terzo, che assume le funzioni di presidente, scelto dai due primi o, qualora essi non vi provvedano entro 30 giorni dalla loro nomina, dal Presidente del Tribunale, sentiti gli arbitri stessi. Qualora una delle parti non abbia provveduto alla nomina dell'arbitro entro 30 giorni dalla data della domanda di arbitrato, l'altra potrà promuovere tale nomina da parte del Presidente del Tribunale. I detti arbitri hanno i poteri di amichevoli compositori, ed osservano nell'esplicamento del loro mandato, le norme dettate per i giudizi arbitrali dal Codice di procedura civile.

Devono però pronunciare la loro decisione entro 60 giorni dalla costituzione del Collegio.

Art. 5. — Nei riguardi dei contratti, delle convenzioni e delle concessioni, che interessano le Ferrovie dello Stato od altre Amministrazioni statali, la revisione autorizzata dal capoverso dell'art. 1, è fatta, in difetto di accordo fra le parti, dal Ministro per i lavori pubblici, su parere della III Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, la quale si pronuncerà, sentite le parti.

Contro il provvedimento del Ministro non è ammesso altro ricorso che quello per legittimità al Consiglio di Stato in sede giurisdizionale.

Art. 6. — La III Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ed i Collegi arbitrali di cui all'art. 4 nel pronunciarsi sulla chiesta revisione degli aumenti dei prezzi dell'energia elettrica, terranno conto della natura dei singoli contratti e delle loro particolari pattuizioni, dell'uso cui l'energia elettrica è destinata, delle condizioni di fatto attuali degli impianti e di quelle di esercizio delle aziende di produzione e di distribuzione, e possibilmente anche delle condizioni, delle tariffe e dei prezzi praticati da aziende analoghe, in quanto fra loro confrontabili, della stessa Provincia o zona.

Art. 7. — Le disposizioni dell'articolo precedente si applicano in tutte le revisioni che avranno luogo dopo l'entrata in vigore del presente decreto, comprese quelle ora in corso e non ancora eseguite.

La revisione di cui all'art. 1 può essere ammessa anche nei riguardi di quei contratti che furono stipulati posteriormente al 1919 ma anteriormente al 22 luglio 1923, in sostituzione di contratti che avrebbero dovuto aver ancora vigore, semprechè la stipulazione di tali nuovi contratti sia avvenuta in occasione od in dipendenza delle revisioni consentite dai decreti-legge 31 ottobre 1919, n. 2264, e 13 marzo 1921, n. 288.

La revisione di cui all'art. 1 è altresì ammessa per i contratti di vendita di energia elettrica stipulati entro il 31 dicembre 1923 da aziende produttrici nelle quali lo Stato sia compartecipe.

Le istanze devono essere proposte entro trenta giorni dalla entrata in vigore del presente decreto.

I Collegi arbitrali e la Sezione III del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, a seconda dei casi, dovranno tener conto, così agli effetti dell'ammissibilità della revisione, come a quelli della misura dell'aumento di prezzo, di tutte le nuove clausole che eventualmente abbiano modificato il contratto originario, allo scopo di stabilire se ed in qual misura esse abbiano attribuito ai venditori di energia elettrica vantaggi superiori a quelli risultanti dall'applicazione delle norme autorizzanti le revisioni.

Art. 8. — Nei casi in cui la richiesta di revisione dei prezzi della energia sia stata avanzata dal venditore, il compratore che non creda di accettare le decisioni del Collegio arbitrale, di cui all'art. 4, ha facoltà di risolvere il contratto col primo del mese successivo, dandone avviso al venditore entro 10 giorni dalla ricevuta notificazione della sentenza.

Art. 9. — I contratti di fornitura di energia tra aziende produttrici ed aziende elettriche municipalizzate, che siano per scadere prima del 31 dicembre 1926, sono, nell'interesse di queste ultime, prorogati di diritto fino alla detta data, nei limiti delle potenze generate presso le aziende produttrici medesime e che siano disponibili per contratti stipulati con altre aziende produttrici.

In difetto di accordo fra le parti, la determinazione dei prezzi nel periodo di proroga è fatta dal Collegio arbitrale, nominato con le norme di cui al precedente art. 4.

L'azienda municipalizzata, che non intendesse avvalersi della proroga, dovrà darne avviso all'altro contraente almeno sei mesi prima della scadenza del contratto, ovvero entro 15 giorni dalla data di entrata in vigore del presente decreto.

Le disposizioni del presente articolo si applicano anche nel caso in cui i Comuni gestiscano in economia i servizi suddetti.

Art. 10. — Sono dichiarate nulle, e prive di effetto, tutte le clausole contenute nei capitoli di concessione o nelle convenzioni fra Comuni ed Aziende elettriche, che ostacolano, direttamente od indirettamente, la sostituzione di energia idroelettrica o prodotta con l'uso di combustibili nazionali ad energia prodotta termicamente con combustibile da importarsi dall'estero, ovvero l'adozione di provvedimenti tendenti al miglioramento tecnico ed economico dell'esercizio, purchè dalla sostituzione o dalla adozione dei suddetti provvedimenti non venga aggravio finanziario al Comune od agli utenti, nel qual caso chi richiede la sostituzione deve assumere a suo carico l'aggravio medesimo.

Ogni contestazione al riguardo è deferita al giudizio arbitrale di cui all'art. 4.

Art. 11. — I venditori di energia elettrica ai quali in virtù delle norme sinora vigenti, sia stata riconosciuta la facoltà di esigere dai propri clienti un sopraprezzo per il maggior costo del combustibile, possono, d'accordo con i clienti stessi, continuare ad esigerlo dal 1° aprile 1926 fino alla scadenza dei contratti o col sostituire ad esso

un aumento fisso o con l'inserire nei contratti medesimi una clausola che stabilisca le modalità per la determinazione del sovrapprezzo.

In difetto di accordo è deferito al Ministro, sentita la III Sezione del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, od ai Collegi arbitrali, a seconda dei casi, il pronunciarsi sia sulla questione se l'aumento è da autorizzare avuto riguardo all'epoca, alle modalità ed alla natura del contratto, sia ancora sulla misura dell'aumento stesso o sulla formulazione della clausola anzidetta. Ove provveda il Ministro si applica quanto dispone il capoverso dell'art. 5.

Nella risoluzione delle dette ultime questioni si terrà conto specialmente oltre che dei criteri di massima stabiliti nell'art. 6, della necessità della produzione di energia per via termica, delle cause che l'hanno determinata e della possibilità di migliorare gli impianti a questo fine usati. In ogni modo per la determinazione del sovrapprezzo, non si potrà computare una quantità di combustibile che ecceda quello normalmente consumato in centrali analoghe recentemente costruite ed esercite secondo i più moderni criteri della tecnica.

Ai fini dell'applicazione di questo articolo le Ditte venditrici dell'energia prodotta termicamente pubblicheranno entro un mese dalla entrata in vigore di questo decreto, delle tabelle da cui risultino gli elementi in base ai quali nell'ultimo triennio fu determinato il sovrapprezzo.

Al 1° gennaio 1928, e poi successivamente all'inizio di ogni quinquennio potrà, su richiesta di una delle parti, procedersi a revisione del detto aumento fisso.

Per l'applicazione di questo articolo si osservano le norme stabilite negli articoli 2 a 5.

E' poi demandato al Prefetto di disporre con suo decreto, quando si tratti di collettività di utenti, l'applicazione degli aumenti e dei sovrapprezzi concordati fra le parti o stabiliti dal Collegio arbitrale.

Art. 12. — La rivalsa sui consumatori di energia idroelettrica fino all'importo dei due terzi dell'aumento del canone demaniale per la concessione dell'acqua, consentita alle imprese produttrici-distributrici, dall'art. 3 del R. decreto-legge 25 febbraio 1924, n. 456, si eserciterà sotto forma di aumento dei prezzi contrattuali convenuti anteriormente al giorno d'entrata in vigore di tale decreto-legge, e fino alla scadenza dei contratti, delle convenzioni e delle concessioni in corso.

L'aumento comprensivo anche degli arretrati può essere proposto entro 30 giorni dalla entrata in vigore del presente decreto, osservandosi per il resto le disposizioni degli articoli 2 a 6.

Art. 13. — Le imprese produttrici-distributrici di energia prodotta con le acque dei canali demaniali sono pure ammesse ad aumentare i prezzi contrattuali di vendita di energia, convenuti prima dell'entrata in vigore del R. decreto-legge 25 febbraio 1924, n. 456, per rivalersi dei due terzi dell'aumento del canone demaniale che sia stato o venga concordato od imposto in applicazione dell'art. 1 dello stesso Regio decreto-legge.

L'aumento comprensivo anche degli arretrati può essere proposto dall'impresa produttrice-distributtrice all'utente entro 30 giorni dalla entrata in vigore del presente decreto quando si riferisca ai nuovi canoni già concordati od imposti, e negli altri casi, entro 30 giorni dal provvedimento che concede od impone il nuovo canone.

Art. 14. — Tutte le disposizioni del presente decreto si applicano anche alle nuove Provincie in quanto non contradicano a pattuizioni già intercorse fra le parti prima dell'entrata in vigore del medesimo. Tali pattuizioni conserveranno la loro efficacia quando anche importino aumenti superiori o diversi da quelli consentiti in applicazione del presente decreto.

Di conseguenza anche nelle nuove Provincie si potrà far luogo agli aumenti consentiti dai Regi decreti-legge 31 ottobre 1919, n. 2264; 13 marzo 1921, n. 288, e 22 luglio 1923, n. 1633, e 25 febbraio 1924, n. 456.

Art. 15. — Le Commissioni consultive costituite giusta l'art. 10 del decreto-legge 22 luglio 1923, n. 1633, cesseranno di funzionare dopo l'espletamento delle pratiche di cui abbiano già iniziato l'esame e, in ogni caso, nel termine massimo di 60 giorni dalla entrata in vigore del presente decreto.

In difetto di accordi provvedono senz'altro i Collegi arbitrali da nominarsi a norma dell'art. 4. In rappresentanza delle collettività di utenti, possono agire sempre i Comuni.

Art. 16. — Sono abrogati i decreti-legge 18 dicembre 1919, n. 2547; 1° dicembre 1921, n. 1653; 1° febbraio 1922, n. 61; 22 luglio 1923, n. 1633, ed ogni altra disposizione contraria a quelle contenute nel presente decreto.

Art. 17. — Il presente decreto entrerà in vigore nel 15° giorno dalla pubblicazione nella *Gazzetta Ufficiale* e sarà presentato al Parlamento per la conversione in legge.

Il Ministro proponente è autorizzato alla presentazione del relativo disegno di legge.

Ordiniamo che il presente decreto, munito del sigillo dello Stato, sia inserito nella raccolta ufficiale delle leggi e dei decreti del Regno d'Italia, mandando a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Dato a Roma, addì 4 marzo 1926.

VITTORIO EMANUELE.

MUSSOLINI - GIURIATI - BELLUZZO
- CIANO - VOLPI - ROCCO.

Visto, il Guardasigilli: ROCCO.

Registrato alla Corte dei Conti, addì 28 aprile 1926.

Atti del Governo, registro 247, foglio 151 — COOP.

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani. (*)

- N. 204762 — TORTAROLO O.: Raccordo a spina per lampade e apparecchi elettrici in genere. — 26-11-1921.
- N. 187761 — ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS GESELLSCHAFT: Riscaldatore di liquidi elettrico. — 30-6-1920.
- N. 204289 — BADISCHE ANILIN e SODA FABRIK: Procédé pour récupérer des produits de valeur de gas provenant de la distillation du charbon. — 22-10-1921.
- N. 205430 — BOILLAT A.: Apparecchio per il riscaldamento di liquidi o per la produzione di vapore mediante l'elettricità, per la preparazione istantanea di infusioni o per altri scopi industriali. — 15-12-1921.
- N. 205850 — ELECTRO-HEATER Co. Inc.: Riscaldatore d'acqua elettrico. — 1-12-1921.
- N. 206221 — LIVADAS R.: Riscaldatore elettrico a riflessione. — 13-12-1921.
- N. 205032 — MAGGIONI A.: Fornello elettrico ad uso domestico. — 5-11-1921.
- N. 205332 — MASONI A.: Dispositivo per ridurre a luce bianca la luce delle lampade elettriche in uso e per togliere l'effetto delle vibrazioni dovute alle correnti alternate. — 6-12-1921.
- N. 205005 — MOLTKE H. I. F.: Dispositivo per il riscaldamento elettrico. — 2-11-1921.
- N. 229591 — ROVEGLIA G.: Apparecchio elettrico per riscaldamento di liquidi. — 10-4-1924.
- N. 229236 — SCHWEIZERISCHE GASAPPARATENFABRIK SOLOTHURN «ELECTRA» FABRIK ELEKTRISCHER HEIZ e KOCHAPPARATE: Impianto per il riscaldamento elettrico di pavimenti. — 3-4-1924.
- N. 225644 — SILVESTRI G.: Processo e dispositivo per la trasmissione del calore da una sorgente termica a corpi liquidi e gasciformi. — 3-11-1923.
- N. 229716 — STAHL UND WALZWERK HENNIGSDORF A. G.: Dispositivo di protezione per il cilindro di raffreddamento degli elettrodi di forni con riscaldamento ad arco. — 22-4-1924.
- N. 205796 — VACCARO F. M.: Stufa elettrica a corrente d'aria per radiazione e per riflessione. — 15-12-1921.
- N. 204935 — VENIER F.lli (Ditta): Evaporatore di sostanze odorose od antisettiche applicabile alle lampade elettriche in generale. — 22-11-21.
- N. 219425 — ZERO WATT (Soc. An.): Accumulatore elettrotermico in acqua calda a due diverse temperature. — 3-4-1924.
- N. 204959 — GALTAROSSA A. e ONGARO G.: Processo per ottenere un concime fosfomanganese al forno elettrico. — 25-11-1921.
- N. 229061 — AKTIEBOLAGET VULCANVERKEN: perfezionamenti nei carburatori per motori a combustione interna. — 21-3-1924.
- N. 207354 — AKT. GES. ESCHER WYSS & C.: Une turbine à fluide moteurs élastiques comportant disposée à l'intérieur de son enveloppe sur moins une boîte à ajuage annulaire pour le fluide moteur. — 23-2-1922.
- N. 208183 — ALMEN JOHN O.: Perfectionnements dans la commande de l'arbre moteur par les pistons dans un moteur à combustion interne à plusieurs cylindres. — 27-3-1922.
- N. 201907 — AMANDRIE DU CHAFFAUT ROGER J. COUPIER M. J. E.: Moteur à combustion à quatre temps, à deux pistons mobiles opposés. — 23-9-1921.
- N. 207941 — ANDRIOLI V.: Dispositivo di circolazione per caldaie. — 6-3-1922.
- N. 227549 — ARREGHINI M.: Perfezionamenti alle valvole d'aspirazione e di scarico nei motori del tipo Diesel a quattro tempi. — 29-1-1924.
- N. 302223 — BABCOCK & WILCOX Ltd. (Soc.): Caldaia a tubi d'acqua. — 6-5-1924.
- N. 207578 — BATTISTINI T.: Rigenerazione dei gas nei motori a scoppio. — 24-2-1922.
- N. 206593 — BENELLI G.: Perfezionamento nei motori veloci a due tempi con aspirazione nel carter. — 14-1-1922.
- N. 207105 — BISCHOF B. & HACCIUS C.: Moteur à explosion à deux temps. — 16-1-1922.
- N. 227648 — BLATTO A.: Applicazione comando valvole in testa a mezzo ruote coniche ed albero verticale ai motori a scoppio per motociclette. — 26-1-1924.
- N. 207257 — BONA VOGLIA F.: Comando a leva differenziale per economizzatore di benzina. — 11-2-1922.
- N. 204029 — BOSCH R. A. G.: Magnéto d'allumage avec dérivation pour les lignes de force du champ de l'armature. — 22-10-1921.
- N. 205912 — Lo stesso: Appareil d'allumage à aimant électrique. — 12-12-1921.
- N. 208479 — Lo stesso: Installation d'allumage avec batterie pour moteurs à combustion interne. — 22-3-1922.
- N. 207697 — BOUT F. G.: Perfectionnements avec carburateurs de moteurs à explosion. — 15-2-1922.
- N. 206832 — THE BRISTOL AEROPLANE COMPANY Ltd.: Perfezionamenti riguardanti ingranaggi epiciclici. — 11-1-1922.
- N. 229895 — BRUNNER ERSTE MASCHINEN FABRIKS GESELLSCHAFT: Impianto motore a vapore specialmente per turbine. — 26-4-1924.
- N. 229958 — BUSSETI U. GUAITA A.: Apparecchio per formazione della miscela esplosiva nei motori a scoppio alimentati con combustibili liquidi pesanti o meno volatili della benzina. — 18-4-1924.

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20% di sconto sulle tariffe normali sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. 111.
(N.B. — Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali).

- N. 229959 — Gli stessi: Dispositivo per polverizzare e vaporizzare combustibili liquidi pesanti o meno volatili della benzina. - 18-4-1924.
- N. 229978 — Gli stessi: Motore a due tempi. - 19-4-1924.
- N. 207108 — CAPPELLETTI C.: Cambio di velocità e di moto per organi rotanti funzionante in virtù di fluidi densi. - 19-1-1922.
- N. 230082 — CARDELLINO M. M.: Apparecchio per l'accensione dei motori a scoppio. - 19-4-1924.
- N. 207665 — CARPINTERI M.: Avvisatore elettrico di minimo livello per caldaie particolarmente conveniente per macchine per caffè espresso. - 10-2-1922.
- N. 207107 — CAVALLONE L.: Nuovo sistema per ottenere perfetta chiusura con pezzi rigidi combacianti specialmente adatto nella chiusura dei carter dei motori a scoppio. - 17-1-1922.
- N. 207678 — CHAUTRIERS & ATELIERS AUGUSTIN NORMAND: Perfectionnements aux distributeurs de fluides sous pression. - 14-2-1922.
- N. 206529 — CHARLES LOUIS AUGUST: Dispositif de distribution pour moteurs polycylindrique à combustion interne. - 2-1-1922.
- N. 206939 — CHATEAUX J.: Filtre pour carburant liquide. - 27-1-1922.
- N. 206456 — CHIANDANO S.: Disposizione per l'alimentazione del combustibile ai motori a combustione interna. - 21-1-1922.
- N. 207565 — CHICAGO PNEUMATIC TOOL COMPANY: Perfectionnements aux outils à air comprimé. - 22-2-1922.
- N. 207570 — La stessa: Perfectionnements dans les connexions des vilebrequins et des pistons pour outils pneumatiques et analogues. - 23-2-1922.
- N. 206765 — COMPAGNIE ELECTRO-MECANIQUE: Procédé et dispositif de démarrage automatique par contacteurs pour moteurs à courant continu ou alternatif. - 3-1-1922.
- N. 207724 — CORNING GLASS WORKS: Candela di accensione per motori ad esplosione e sistema per la sua fabbricazione. - 18-2-1922.
- N. 207710 — De DOMENICO S.: Perfezionamenti nelle caldaie a vapore. - 16-2-1922.
- N. 207325 — DEHLE & SEWERIN: Carburateur à pulvérisation. - 20-2-1922.
- N. 206974 — DELCISTIA Z.: Trasformazione della forza delle onde del mare in energia per uso industriale. - 27-1-1922.
- N. 229833 — DE LUCA A.: Sistema per comprimere aria (o eventualmente altro fluido) mediante l'energia di cilindri motori a combustione interna e tali che convenga l'impiego del fluido così compresso con o senza ulteriore riscaldamento comunque ottenuto, ad azionare motrici adatte ed in particolare turbine, senza pregiudizio degli altri eventuali usi del fluido compresso medesimo. - 8-4-1924.
- N. 207640 — DE MATTEIS C. & ALBANO E.: Caldaia elettrica per la produzione di a. q. calda e di vapore. - 7-2-1922.
- N. 230118 — DAVICO P.: Spina a vite per la chiusura del condotto del tappo di decompressione o simile nei motori a scoppio. - 28-4-1924.
- N. 206919 — DEPPE W. P.: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne. - 25-1-1922.
- N. 207738 — DOXFORD R. P. & KELLER K. O.: Perfezionamenti ai motori a combustibile liquido e al loro modo di funzionamento. - 21-2-1922.
- N. 207766 — DROGO A.: Carburateur. - 25-2-1922.
- N. 217764 — DUECO G.: Perfezionamenti nei motori a stantuffo. - 24-2-1922.
- N. 208100 — DUMANOIS E. P.: Carburateur à gaz. - 22-3-1922.
- N. 207590 — ECLIPSE MACHINE COMPANY: Perfezionamenti nei dispositivi di messa in moto dei motori a combustione. - 25-2-1922.
- N. 229898 — JANDI J.: Articolazione per meccanismo di direzione dei motori. - 26-4-1924.
- N. 201240 — FAVATA F. F.: Machine motrice, dans laquelle la transformation de l'énergie calorifique en travail du corps qui évolue, s'effectue à travers et conjointement avec un autre corps. - 20-7-1921.
- N. 229809 — FEDELE G.: Motore ad aria compressa. - 24-4-1924.
- N. 181559 — FERAT E. T.: Perfectionnements dans les magnétos. - 28-1-1920.
- N. 207220 — FERRALL M.: Perfezionamenti nei focolai a griglia a catena per caldaie. - 4-2-1922.
- N. 207175 — FERRARI L.: Innovazioni nelle macchine ad espansione. - 1-2-1922.
- N. 230059 — FIGARI G. V.: Motore a combustione interna a due tempi senza valvole. - 25-4-1924.
- N. 257554 — FISCHER H.: Dispositif pour la production rapide de vapeur. - 21-2-1922.
- N. 228529 — FRIES R.: Dispositivo per il raffreddamento e per facilitare il ricambio delle candele di accensione. - 5-3-1924.
- N. 196809 — PROVA SGARBI & C.: Perfectionnements apportés aux moteurs à deux temps. - 2-3-1921.
- N. 226703 — FUEL SAVING Co.: Apparecchio per pulire le piastre anteriori dei focolari delle caldaie. - 19-12-1923.
- N. 208205 — GATTI M.: Motore a combustione interna. - 29-3-1922.
- N. 214117 — GAVAGNIN T.: Motore rotativo a scoppio. - 19-9-1922.
- N. 230089 — GENERAL MOTORS RESEARCH CORPORATION: Perfezionamenti ai sistemi e prodotti per trasportare i depositi di carbonio dai cilindri dei motori. - 22-4-1924.
- M. 230090 — La stessa: Perfezionamenti ai sistemi e prodotti per asportare i depositi di carbonio dai cilindri dei motori. - 22-4-1924.
- N. 207235 — GENNARI L.: Motore rotativo. - 7-2-1922.
- N. 204727 — GIACHINO G.: Perfezionamenti nei carburatori. - 22-11-1921.
- N. 230142 — GRACZYK J.: Carburatore ad aria compressa. - 3-5-1924.
- N. 220441 — GREGIORE P. J.: Perfectionnements apportés aux moteurs à combustion interne à deux temps à aspiration et à distribution par tiroir. - 9-5-1923.
- N. 206308 — GRIFFON G.: Perfectionnements aux carburateurs pour moteurs à explosion. - 27-12-1921.
- N. 205144 — GRUNWALD C.: Dispositif de refroidissement pour moteurs à combustion interne. - 17-11-1921.
- N. 206514 — HACKIER L.: Perfectionnements aux moteurs à deux temps sans soupapes. - 31-1-1922.
- N. 204134 — HANSA METALLWERKE A. G.: Carburateur soupape pour moteurs à combustion interne. - 4-10-1921.
- N. 204113 — HEPBURN DONALD M. E. K.: Dispositivo per fornire liquidi ai cilindri dei motori. - 3-10-1921.
- N. 230233 — HUERMANN H.: Processo di lavoro per motori a combustione. - 7-5-1924.
- N. 204620 — JEHLMANN A. & HEINTERMANN G.: Vaporisateur pour alimenter les moteurs à explosions d'huiles de goudron d'huiles Diesel et autres combustibles liquides semblables à point d'ébullition élevé. - 22-11-1921.
- N. 190909 — INGERSOLL RAND COMPANY: Installation de production de force motrice. - 22-9-1920.
- N. 207066 — KAMIN G.: Motrice a vapore a quattro cilindri. - 12-1-1922.
- N. 205145 — F. KRUPP A. G. GERMANIAWERK: Piston pour moteur à combustion interne. - 17-11-1921.
- N. 208053 — La stessa: Dispositif injection de combustible pour moteurs à combustion. - 17-3-1922.
- N. 207064 — LANCELLOTTI G.: Diffusore mobile per carburatori da motori a scoppio. - 30-1-1922.
- N. 229167 — LANZ H.: Montaggio di sicurezza per la marcia a vuoto di motori ad olio pesante. - 31-3-1924.
- N. 226722 — LEPORE C.: Valvola per la separazione del vapore. - 12-12-1923.
- N. 207695 — MARCHANT A.: Appareil automatique à débit limité pour l'alimentation de moteurs à explosion. - 15-2-1922.
- N. 206987 — MARCHINI E.: Motori a cilindri rotanti. - 24-1-1922.
- N. 230111 — MARTINUZZI P. F.: Motore a due tempi. - 26-4-1924.
- N. 207929 — MICHL R.: Moteur synchrone destiné à la commande électrique de mécanisme d'horlogerie. - 4-3-1922.
- N. 207250 — MONGE C.: Nouveau carburateur. - 9-2-1922.
- N. 207298 — MUELLER R.: Candela d'accensione per motori a combustione interna. - 16-2-1922.
- N. 204063 — PARSONS C. A.: Perfezionamenti riguardanti impianti di più unità di turbine a vapore. - 28-10-1921.
- N. 230116 — PIANCA E.: Apparecchio per il funzionamento a combustibili densi per motori a scoppio. - 26-4-1924.
- N. 207984 — PISETTA G. & SONVICO D.: Motore rotativo. - 13-3-1922.
- N. 207618 — POEBING O.: Sistema ed apparecchio per regolare l'efflusso dell'acqua nelle turbine idrauliche. - 3-2-1922.
- N. 207458 — REMBOLD V.: Telaio per macchine a stantuffo a cilindri verticali e specialmente per motori a combustione. - 9-2-1922.
- N. 206599 — REYNOLDS T.: Pot d'échappement pour moteurs à combustion interne. - 16-1-1922.
- N. 206827 — RIBIS G. P.: Perfectionnements aux bougies d'allumage pour moteurs à explosion. - 11-1-1922.
- N. 207828 — RICCI G.: Ruote ad asse verticale con pale mobili per la utilizzazione della spinta delle onde del mare e del vento. - 4-2-1922.
- N. 207683 — ROCCA A.: Apparecchio per la rettifica dei cilindri di motori a combustione interna. - 15-2-1922.
- N. 228989 — ROLLS ROYCE Ltd.: Perfezionamenti della carburazione di combustibili liquidi per motori a combustione interna. - 24-3-1924.
- N. 230031 — SANTANDREA J. A.: Perfezionamenti nella costruzione delle palette delle turbine. - 1-5-1924.
- N. 206524 — SCARICABAROZZI G. & PANE L.: Dispositivo applicabile sul tubo di aspirazione dei motori a scoppio per l'immissione di aria supplementare nella miscela combustibile. - 2-1-1922.
- N. 207283 — SCHUMM G.: Carburateur pour moteurs à combustion interne. - 14-2-1922.
- N. 206224 — SCOTT B. D.: Perfezionamenti ai motori a combustione interna. - 14-12-1921.
- N. 207613 — SCOTT D.: Perfezionamenti nei motori a combustione interna. - 2-2-1922.
- N. 207620 — SERRA E.: Motore rotativo ad esplosione. - 4-2-1922.
- N. 205147 — SCHIELDS G., MORRIL C. L.: Perfectionnement dans les moteurs rotatifs. - 19-11-1921.
- N. 206479 — SIEMENS ELEKTROWARME GESELLSCHAFT m. b. H.: Dispositivo a comando elettrico per l'alimentazione di caldaie. - 25-1-1922.
- N. 204026 — SJOGREU W.: Carburatore ad iniettore con una sola apertura di zampillo per la marcia a vuoto e pieno carico in una valvola di strozzamento disposta ad un ugello di miscela. - 22-10-1921.
- N. 229869 — SOC. AN. DES ATELIERS DE CONSTRUCTIONS MECANQUES ESCHER WYSS: Palette del distributore e della ruota mobile per macchine centrifughe ed in particolare turbine ad acqua, vapore a gas. - 17-4-1924.
- N. 228590 — SOC. AN. POUR L'EQUIPEMENT EL. DES VEHICULES.: Accoppiamenti di dinamo o dinamo-motore per motori a scoppio con accensione a rocchetto. - 13-3-1924.
- N. 207616 — Soc. FRANCAISE DE CHALEUR E LUMIERE: Chaudière à gas pour eau chaude ou vapeur. - 3-2-1922.
- N. 207244 — SUZET R.: Perfectionnements aux procédés et appareils pour développer de la force motrice. - 8-2-1922.
- N. 206484 — SWEETLAND E. J.: Sistema e filtro per depurare l'olio di lubrificazione che circola nei motori a combustione interna. - 25-1-1922.
- N. 201037 — THOMAS A. & C.: Carburateur conjugué pour moteurs à explosion. - 2-7-1921.
- N. 207318 — TIBBURY W.: Dispositivo perfezionato per utilizzare l'energia dei gas combusti di motori a combustione per promuovere il flusso di un liquido o di un gas in un tubo o in un condotto simile. - 17-2-1922.
- N. 206321 — TREMOLIERES G. H., TERRIER L.: Carburateur. - 28-12-1921.
- N. 207231 — TRIVELLONI A.: Perfezionamenti nei motori a due tempi in generale e particolarmente nei motori veloci. - 7-2-1922.
- N. 230005 — VITALI L.: Vaporizzatore sistema Vitali per l'uso della nafta nei motori per autoveicoli terrestri e marittimi e per motori agricoli e industriali. - 22-4-1924.
- N. 202154 — WEIR G. & J. Ltd. & LAUG C. R.: Dispositif de réglage pour pompes d'alimentation de chaudières. - 1-9-1921.
- N. 206728 — WENNERBY A. O. L.: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne à deux ou en plus grand nombre de cylindres. - 28-1-22.
- N. 205951 — WEST T. H.: Perfectionnements aux carburateurs. - 15-12-1921.
- N. 204585 — WILSC. H.: Ventilateur pour moteur à hydrocarbure. - 7-11-1921.
- N. 206573 — ZAMPA P.: Processo ed apparecchio per l'alimentazione ossidobronzica dei motori a combustione interna. - 10-1-1922.
- N. 206458 — ZARRI F.: Candela d'accensione per motori a combustione. - 21-1-1922.
- N. 206250 — AKTIEBOLAGET LUNGSTROMS ANGTURBIN: Perfezionamenti nei condensatori per locomotive muniti di accumulatori. - 17-12-1921.

- N. 230021 — BARONE R.: Dispositivo per il controllo elettrico della manovra dei deviatori ferroviari con indicazione permanente della posizione dei deviatori stessi, tanto se sono manovrati da apparati centrali idrodinamici come se manovrati da apparati a trasmissione flessibile e rigida. — 1-5-1924.
- N. 179836 — BAJMA RIVA O.: Guaina per ricoprimento di giunti nelle condutture elettriche di contatto per trolley ad archetto. — 14-11-1919.
- N. 207646 — COMPAGNIE DE SIGNAUX ET D'ENTREPRISES ELECTRIQUES.: Appareil de contrôles de passage à l'arrêt de signaux sur lignes électrifiées. — 8-2-1922.
- N. 207647 — La stessa: Appareils de contrôle de passage à l'arrêt de signaux sur lignes électrifiées. — 8-2-1922.
- N. 203012 — FANTINI M.: Sistema di segnalazione elettromagnetica. — 30-4-24.
- N. 206641 — FELICI M.: Dispositivo elettrico di segnalazione per passaggi a livello. — 19-1-1922.
- N. 228493 — MILANI S.: Sistema di illuminazione elettrica di segnali in genere e ferroviari in specie con lampadine ad incandescenza e controllo dell'illuminazione mediante « relais » e localizzazione delle lampadine spente mediante indicatore elettromagnetico. 28-1-1924.
- N. 229921 — MINARDI A.: Perfezionamenti agli archetti di contatto per la presa di corrente per vetture elettriche. — 29-4-1924.
- N. 207112 — PANICUCCI P.: Segnalatore elettrico automatico per passaggio a livello ferroviario. — 27-1-1922.
- N. 207261 — SCRICCI C.: Sistema di segnalazione automatica acustica, luminosa per passaggi a livello ferroviari. — 11-2-1922.
- N. 207424 — SIEMENS & HALSKE A. G.: Sistema di inserzione automatica per segnali con lampade. — 2-2-1922.
- N. 206901 — AKTIENGESSELLSCHAFT fuer FEINMECHANIK.: Interrupteur électrique automatique en forme de bouchon avec fusible. — 24-1-1922.
- N. 230184 — AKTIENGESSELLSCHAFT BROWN BOVERI & C.: Dispositivo per trasmettere a volontà lavoro tra due reti a corrente alternata non rigidamente connesse tra loro a mezzo di due macchine sincrone accoppiate. — 29-4-1924.
- N. 208003 — ALLEGEMEINE ELEKTRICITÄTS GESELLSCHAFT: Valvola a più fili fusibili. — 13-3-1922.
- N. 207712 — ALLMÄNNA TELEFONAFETIEBOLAGET I. M. ERICSSON.: Perfectionnements aux système de centraux téléphoniques automates. — 17-2-1922.
- N. 27237 — ARNO R.: Relais telefonico e radiotelegrafico a campo Ferraris. — 7-2-1922.
- N. 203948 — AUTOMATIC ELECTRIC COMPANY: Perfezionamenti riguardanti i soccorritori o relais elettrici e la loro applicazione a sistemi telefonici. — 8-10-1921.
- N. 206767 — La stessa: Dispositivi per trasmissione d'impulsi. — 3-1-1922.
- N. 227799 — BAGALLI G. G.: Dispositivo di protezione Bagalli a soccorritori compositi e regolabili con valvole in tensione speciale a spinterometro per linee elettriche, impianti e macchinario elettrico in genere. — 25-1-1924.
- N. 230130 — BENEVENTANO G. L.: Dispositivo per la produzione di oscillazioni elettriche non smorzate, utilizzando la proprietà di saturazione di corrente nelle valvole ioniche. — 3-5-1924.
- N. 228395 — Lo stesso: Dispositivo telefonico da ricezione per mezzo di punte acuminate o spigoli acuti. — 5-3-1924.
- N. 207694 — BERGEON P., PEROTTO L., DUSAUGEY E.: Isolateur à haute tension. — 15-2-1922.
- N. 229219 — BERTHET J. L.: Macchina termo-elettrica. — 26-3-1924.
- N. 207751 — BIAGINI G.: Soccorritore elettrico a frequenza. — 23-2-1922.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

Aderendo gentilmente all'invito di molti soci della Sezione il Dott. Ing. Cesare Rimini, Presidente della Sezione di Bologna, ha ripetuto a Milano, la sera dell'8 e 9 aprile la sua comunicazione sui: «Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative».

Il conferenziere, invitato dal Presidente Ing. Emanuelli a prendere la parola, dichiarò che la sua esposizione sarà il più possibile succinta e riassuntiva ed avrà lo scopo di incoraggiare i soci alla lettura dello studio che sarà interamente pubblicato nella rivista.

Richiamate dapprima alcune notizie e principi di geometria proiettiva e i fondamenti della rappresentazione delle grandezze alternate col metodo simbolico, ha mostrato interessanti esempi di applicazione dei metodi geometrici allo studio delle correnti alternate, e ha messo bene in rilievo come si possa, mediante artifici geometrici, facilmente dimostrare e ricavare le proprietà delle grandezze alternative stesse.

Il conferenziere, partendo da principi generali geometrici diede interpretazioni sottili di diagrammi di funzionamento delle macchine e presentò eleganti dimostrazioni e soluzioni di problemi relativi alla tecnica delle correnti alternate.

La brillante e concisa esposizione è stata seguita con vero interesse e con grande attenzione dallo scelto uditorio che alla fine ha calorosamente applaudito l'oratore.

Il Presidente ha ringraziato l'Ing. Rimini della dotta comunicazione compiacendosi vivamente per lo studio da lui fatto e per i risultati da lui ottenuti, in gran parte originali.

Segui infine una discussione su qualche punto della esposizione alla quale presero parte gli Ingg. Correggiari e Bottani.

* *

SEZIONE DI GENOVA

Assemblea ordinaria dei Soci - 25 aprile 1926.

Presidente: Sen. Ronco; Segretario: Ing. Lombardo.

Le seduta è aperta dal Presidente, Sen. Ronco alle ore 10,30 in seconda convocazione.

Il Presidente accompagna con brevi delucidazioni la relazione morale e finanziaria dalla quale emerge l'opera svolta dal Consiglio nel campo tecnico ed in quello amministrativo, nonché sul bilancio ed il continuo incremento del numero dei soci della Sezione che oggi è salito a quasi 300.

La relazione del Presidente viene vivamente applaudita ed approvata all'unanimità.

Queirolo: Porta il suo plauso sincero all'opera del Consiglio il quale ha ringiovanito la Sezione dandole un notevole impulso di attività nelle sue diverse e numerose manifestazioni: gite, conferenze, visite e per il nuovo indirizzo di portare la Sezione di Genova a quell'importanza che le compete trattando i vari e importanti problemi dell'elettrotecnica navale, delle norme di bordo e di altre questioni contribuendo così ed in maniera veramente fattiva al lavoro del Consiglio Generale portando cioè quel contributo che viene indicato dalla particolare posizione della Sezione.

Chiede indi a che punto sono le trattative per avere nuovi soci collettivi; alcune delle più importanti Società della regione, pur avendo l'elettrotecnica per esse grande importanza, non lo sono ancora.

Cornelio: Informa che le trattative sono a buon punto.

Bonaria: Vuol inviare un plauso all'interessamento dei Soci tutti alle manifestazioni della Sezione, interessamento che rende più lieve il lavoro del Consiglio vedendosi confortato dal consenso dei soci nell'indirizzo della Sezione. Porge il ringraziamento a tutti gli enti liguri per l'appoggio veramente fattivo che costantemente danno all'A. E. I. e ricorda in particolare la Direzione Compartmentale delle FF. SS., le Acciaierie e Fonderie di Acciaio Ansaldo S. A., la Compagnia Italiana dei Segnali, la Società Italo-Radio, ecc., invia il ringraziamento all'Ing. Zanini dell'Ufficio Speciale delle FF. SS. per il non lieve lavoro di organizzazione e di studio col quale ha collaborato in modo proficuo alla indimenticabile visita agli impianti di segnalazione elettrici della Stazione di Sestri Levante.

Lanza: Propone di inviare un rappresentante della Sezione alla gita degli elettrotecnici italiani in Francia.

Viene stabilito, tra i numerosi partecipanti della Sezione di Genova, di pregare l'Ing. Visentini e l'Ing. Calissano di rappresentare la Sezione di Genova.

Bonaria: Propone di invitare i soci aventi conoscenze o comunque influenze presso le diverse Società ed Enti, a fare propaganda per l'A. E. I. procurando nuovi soci.

Rileva con vivo rincrescimento come ancora da troppe persone ci si sente domandare a che cosa serve essere soci dell'A. E. I. e supponendo che debbasi attribuire ciò alla scarsa conoscenza dei fini e dei compiti dell'A. E. I. in certi ambienti propone di stampare un foglio di propaganda intitolato: «A che cosa serve l'A. E. I.» con le opportune delucidazioni.

L'assemblea approva.

Il Presidente richiama l'assemblea all'ordine del giorno ed invita chi abbia osservazioni da fare sui bilanci a presentarle.

Calissano: Esprime il suo compiacimento per l'ottima situazione finanziaria della Sezione, e plaude al Presidente.

Presidente: Dice di essere estraneo a questo plauso che spetta unicamente al Consiglio.

Cornelio: Dice dell'attività del Presidente e lo ringrazia.

Nessuno prende la parola ed i bilanci consuntivo e preventivo vengono approvati all'unanimità, come appresso:

BILANCIO CONSUNTIVO 1925

Attivo:	
Residuo attivo Sede Centrale	L. 64,—
In cassa al 1° gennaio 1925	» 5.046,55
Interesse Consolidato	» 50,—
Quote soci 1925:	
N. 237 individuali a L. 50	» 11.850,—
» 11 collettivi a » 100	» 1.100,—
» 12 » a » 300	» 3.600,—
Quote arretrate 1923 e 1924	» 2.250,—
Quote versate direttamente alla Sede Centrale	» 760,—
Liquidazione Alimonda, Burgo & C.	» 150,—
Interesse deposito B. C. I.	» 236,50
Gettito Pubblicità	» 355,—
Incasti vari	» 40,05
Totale	L. 25.601,90

Passivo:

Versate alla Sede Centrale	L. 9.865,-
Fitto locali	" 1.980,-
Personale	" 575,-
Conferenze	" 819,90
Gite e visite	" 105,-
Abbonamenti, riviste e libri	" 428,60
Stampati	" 944,-
Spese postali	" 493,15
Spese di esazione	" 171,65
Spese di rappresentanza	" 244,30
Pulizia della Sede	" 55,-
Sottoscrizione del Dollaro	" 500,-
Varie	" 181,-
In cassa al 31 dicembre 1925	" 9.139,30
Totale	L. 25.601,90

BILANCIO PREVENTIVO 1926

Attivo:

In cassa al 1° gennaio 1926:	
contanti	L. 9.139,30
consolidato	" 450,-
Quote soci:	L. 9.589,30
N. 140 a L. 70 (individuali)	" 9.800,-
" 120 a " 60 "	" 7.200,-
" 10 a " 500 (collettivi)	" 5.000,-
" 10 a " 250 "	" 2.500,-
" 3 a " 150 "	" 450,-
Interessi	" 400,-
Pubblicità e varie	" 1.200,-
Totale	L. 36.139,30

Passivo:

Alla Sede Centrale	L. 14.460,-
Fitto, personale e Sede	" 3.500,-
Gite e conferenze	" 1.400,-
Riviste e abbonamenti	" 800,-
Incremento Biblioteca	" 2.000,-
Mobili e lavori per Sede	" 1.500,-
Spese postali e di esazione	" 1.000,-
Spese di rappresentanza	" 500,-
Stampati	" 1.500,-
Stampa regolamento Sezione e Biblioteca	" 1.800,-
Varie e imprevisti	" 1.600,-
In cassa al 31 dicembre 1926	" 6.079,30
Totale	L. 36.139,30

Il Presidente prega l'Ing. Lombardo che lo ha rappresentato al Consiglio Generale di Milano del 19 aprile, di voler riferire in merito.

Lombardo: Comunica che l'Ing. Semenza è stato rieletto Presidente del C. E. I. L'assemblea prende nota con vivo compiacimento e soddisfazione che il valore dell'Ing. Semenza sia ovunque riconosciuto.

Lombardo: Dopo aver ampiamente riferito sugli argomenti trattati dal Consiglio Generale comunica che la proposta che Genova sia sede della Riunione annuale del 1928, venne accolta ed applaudita dal Consiglio Generale. L'assemblea ne prende nota con piacere mandando un ringraziamento alla Presidenza Generale per aver voluto soddisfare il desiderio della Sezione che da tempo auspica tale onore.

In merito alla proposta della Presidenza Generale di una targa dell'A. E. I. da darsi agli impianti elettrici, allo scopo di propaganda osserva come questa dovrebbe essere una distinzione di perfetta esecuzione secondo le norme dell'A. E. I. e quindi non assegnabile a tutti.

Queirolo: Propone che venga presa in considerazione l'opportunità di dare a questo concetto una interpretazione ed una applicazione nel senso più ampio e più rispondente alla funzione dell'A. E. I. nel campo tecnico e cioè di eseguire un vero e proprio controllo su tutti gli impianti prendendo gli opportuni accordi con le Società di distribuzione e di assicurazione, e che gli impianti per essere allacciati ed assicurati debbano essere controllati da un ingegnere elettrotecnico delegato dalla Sezione dell'A. E. I. ed eseguiti secondo le sue norme.

Ad avvalorare la sua tesi porta l'esempio di alcuni impianti da lui visitati che non corrispondono alle più elementari norme di sicurezza di esercizio e di incolumità delle persone.

Bonaria: Si associa alla proposta dell'Ing. Queirolo ed osservando come non vi sia alcuna legge in proposito che tenga conto di questo fatto mentre ne esistono per esempio sulle caldaie a vapore certamente non più pericolose dell'energia elettrica, propone che al prossimo Consiglio Generale venga presentato uno schema di regolamento adatto al raggiungimento dello scopo.

Prendono ancora la parola sull'argomento Visentini, Queirolo, Ronco e Lombardo.

Cornelio: Propone una Commissione per lo «Studio dell'Applicazione delle Norme dell'A. E. I.» che viene così costituita: Queirolo, Bonaria, Visentini, Perazzi e Lombardo; ad essa viene devoluto il compito di studiare la questione e di proporre quindi le sue conclusioni.

L'assemblea approva.

Lombardo: Propone la sospensione della stampa del regolamento della Sezione per le necessarie modificazioni da apportarsi in seguito alle nuove e più ampie direttive della Sezione.

L'assemblea approva di portare la questione alla prossima convocazione.

Lombardo: Comunica ancora come l'A. E. I. sia stata inviata alle diverse manifestazioni tecniche della nostra regione ed in particolare ultimamente all'inaugurazione delle tramvie di Imperia.

Presidente: Esprime il suo compiacimento al Consiglio per la sempre maggiore importanza che all'A. E. I. viene meritatamente data e riconosciuta.

La seduta è quindi tolta alle ore 12.

* *

SEZIONE DI ROMA

La sera del 3 febbraio 1926 il Prof. Ing. G. Giorgi tenne la sua comunicazione: «Sulle discussioni recenti intorno ai fondamenti dell'elettrodinamica». Egli espose in forma piano e accessibile le questioni che sono originate dalle recenti esperienze e dalle pubblicazioni di C. Hering relative alle azioni meccaniche ed elettromotrici che subiscono i conduttori elettrici in presenza l'uno dell'altro: commentò le polemiche interessanti che da lì in poi si sono svolte tra Liénard, Brüninghaus, Hering stesso, Lombardi, e gli autori americani, parte pubblicate nelle riviste americane e francesi, e nell'*Elettrotecnica*, ma in gran parte inedite, e che poi hanno dato origine alla lettera del Prof. Giorgi stesso al Prof. Lombardi, pubblicata nelle colonne dell'*Elettrotecnica* il 25 giugno 1925 e tradotta successivamente dalla *Révue Générale d'Electricité*, e ai successivi commenti, che l'*Elettrotecnica* ha poi riprodotto. Il Prof. Giorgi concluse la sua esposizione rendendo conto dei problemi che si riferiscono alla determinazione delle f. e. m. indotte nei conduttori che hanno contatti striscianti e in quelli che non formano circuito chiuso: mostrò come le equazioni classiche della teoria di Maxwell e Lorentz dell'elettromagnetismo sono bensì esatte, al contrario di quanto ha sostenuto Hering di recente, ma non sono sufficienti a risolvere tutti i quesiti, e che occorre quindi completarle, raccogliendo anche alcune risposte dell'esperienza.

Prese poi la parola il Prof. Lombardi, che accennato alle discussioni svoltesi prese brevemente in esame alcune fra le principali questioni dibattute.

Chiuse infine il Prof. Giorgi, vivamente applaudito dai molti soci intervenuti.

*

La sera del 27 marzo 1926 il Prof. Giuseppe Revessi tenne la sua conferenza «Sulla funzione storica della produzione dell'energia».

Il conferenziere iniziò la sua trattazione considerando quelle che erano le condizioni di vita dei primi uomini esistenti sulla terra, di nient'altro provvisti che delle proprie forze materiali per soddisfare ai propri bisogni. Quindi, attraverso l'esame delle successive civiltà, caratterizzate prima dalla schiavitù, asservimento ad alcuni uomini delle forze degli altri, poi dal graduale asservimento agli uomini delle forze naturali, e dal conseguente aumento dell'energia complessiva a disposizione del genere umano, l'oratore arrivò al sorgere e al progredire della tecnica della produzione dell'energia, termica dapprima e sfruttata sul posto stesso di produzione, termica e idraulica in seguito alle scoperte sull'elettricità, che permisero la produzione in grande dell'energia e la sua distribuzione a distanza nei luoghi d'utilizzazione. Quindi l'oratore si soffermò sulla evoluzione di questa produzione e sulla influenza da essa esercitata sui maggiori fenomeni sociali della civiltà moderna, da quello dell'urbanesimo a quello della guerra mondiale, e terminò poi con l'esposizione dei meriti che in tutto questo progresso spettano agli elettrotecnici, e dell'elevatissimo compito che essi devono assolvere per il progresso futuro.

La brillante conferenza fu dai numerosi soci presenti vivamente applaudita. Il testo completo è stato già pubblicato a pag. 253.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

Digitized by Google

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

I lavori della Commissione Elettrotecnica Internazionale a New-York.

Alle sommarie notizie già pubblicate possiamo far seguire oggi una relazione generale dei lavori della C. E. I. durante la riunione di New York dello scorso aprile. Seguirà nel numero prossimo un'ampia cronaca delle visite, dei ricevimenti e del grande viaggio nel quale i delegati europei furono condotti ad una rapida visione di alcuni aspetti caratteristici della grande Repubblica Nord-Americana e del continuo dominio del Canada.

E' troppo presto per esaminare in dettaglio e discutere le deliberazioni votate dalla riunione plenaria e le nuove proposte accettate dai Comitati di studio che dovranno ora essere esaminate dai singoli Comitati nazionali; ma la prima impressione generale è che a New York si sia lavorato attivamente: molte questioni che si trascinavano da tempo sono state definitivamente risolte colla sanzione dell'adunanza plenaria; molte altre sono state vigorosamente avviate ad una prossima soluzione e nuovi campi di lavoro, come quello relativo ai motori primi termici, furono per la prima volta affrontati. Naturalmente parecchie deliberazioni troveranno dei malcontenti nel nostro come negli altri paesi; ma è fatale che così sia. Se si ammette l'utilità presente e soprattutto avvenire di accordi tecnici internazionali, bisogna anche ammettere che non è possibile trascinare indefinitamente in lungo la discussione nell'attesa di una unanimità di consensi che non potrà mai essere raggiunta, e che verrà anzi sempre più compromessa dallo svilupparsi degli impianti e delle costruzioni. E' necessario ad un certo punto tagliar corto e decidere come meglio è possibile. A poco a poco i malcontenti diminuiranno le loro opposizioni e più d'uno finirà col riconoscere che la decisione era stata opportuna. A questo criterio, a questa necessità, ci pare che si sia molto obbedito e New York segnatamente nella questione delle tensioni normali, che pareva predestinata ad essere rinviata *sine die*.

Come già dicemmo, a New York fu rieletto ad unanimità a Presidente della C. E. I. l'Ing. Guido Semenza e fu acclamata la proposta del Prof. Lombardi, Presidente del Comitato Italiano, di tenere la prossima riunione internazionale l'anno venturo a Como. E' per noi un grande onore ma anche una grande responsabilità; ma non dubitiamo che A.E.I. e Comitato troveranno facilmente gli appoggi morali e materiali necessari perchè l'accoglienza che gli elettrotecnici stranieri troveranno nel nostro paese, sia pari, almeno come cordialità, a quella che i Nord-americani hanno saputo offrirci.

Viaggio dell'A. E. I. in Francia.

Già dicemmo del grande successo di iscrizioni ottenuto dall'escursione in Francia organizzata dalla Société Française des electriciens. Riportiamo più avanti il programma definitivo dell'interessantissimo viaggio che dovette subire qualche lieve ritocco appunto in conseguenza del grande numero di partecipanti.

LA REDAZIONE.

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

□ FONDAMENTI DI GEOMETRIA APPLICATA ALLE CORRENTI ALTERNATIVE

C. RIMINI



Comunicazione tenuta alle Sezioni di Bologna, Firenze, Milano

(Continuazione, v. N. 14, pag. 297.)

IV. - BIRAPPORTI E FASCI.

18. - Il rapporto semplice di tre punti.

Dati tre punti ABC di una retta, si definisce il rapporto semplice (ABC) di essi, presi nell'ordine scritto, ponendo:

$$(ABC) = \frac{AC}{BC}$$

essendo AC , BC le lunghezze (comutate algebricamente) dei segmenti orientati AC , BC . Esso risulta positivo o negativo secondo che C è esterno o interno al segmento AB . In particolare si ha:

$$(ABC) = 0 \quad (ABB) = \infty \quad (ABJ) = 1$$

essendo J il punto all'infinito della retta ABC . Mentre C percorre la retta AB , il rapporto (ABC) assume tutti i valori reali, nessuno eccettuato, e ciascuno una sol volta, onde il rapporto stesso può essere assunto come *coordinata lineare* ⁽¹⁵⁾ del punto C sulla retta AB .

Si noti che il rapporto (ABC) corrisponde all'ascissa del punto A , avendo assunto C per origine e CB per unità di misura.

19. - Birapporto di quattro punti e di quattro rette.

Dati su una retta quattro punti A, B, C, D , in quest'ordine, si definisce il *birapporto* ($ABCD$) come rapporto dei rapporti semplici che i punti della prima coppia formano con gli ultimi due:

$$(ABCD) = \frac{(ABC)}{(ABD)}$$

ossia:

$$(1) \quad (ABCD) = \frac{AC}{BC} : \frac{AD}{BD} = \frac{AC \cdot BD}{AD \cdot BC}.$$

Si deduce subito:

$$(ABCD) = (BADC) = (CDAB) = (DCBA)$$

ed inoltre:

$$(2) \quad (ABCA) = \infty \quad (ABCB) = 0 \quad (ABCC) = 1$$

le quali uguaglianze si utilizzano spesso.

Quando il birapporto ($ABCD$) = -1, i punti C e D dividono internamente ed esternamente il segmento AB secondo il medesimo rapporto (in valore assoluto) e così dicasi scambievolmente.

⁽¹⁵⁾ Chiamiamo *lineare* la coordinata di un elemento appartenente ad un insieme semplicemente infinito quando la corrispondenza fra l'elemento e la coordinata è biunivoca senza eccezione.

biando la coppia AB con la CD , ed il gruppo $ABCD$ dicesi armonico (cfr. Cap. I, n. 1).

Il birapporto ($ABCD$) si riduce al rapporto semplice (ABC) quando sia $(ABD) = 1$ cioè quando D coincide col punto all'infinito J .

Il birapporto gode della proprietà proiettiva, esso cioè è invariante rispetto a quelle operazioni geometriche che si riducono ad un numero finito di proiezioni da un punto e sezioni con una retta. La cosa è ben nota e si dimostra subito verificando che per due quaterne come le $(ABCD)$ e $(A'B'C'D')$ della fig. 46, si ha:

$$(A B C D) = (A' B' C' D'),$$

perchè ciascuno dei birapporti scritti equivale a:

$$\frac{\widehat{\text{sen}}(a'c)}{\widehat{\text{sen}}(b'c)} = \frac{\widehat{\text{sen}}(ad)}{\widehat{\text{sen}}(cd)},$$

essendo $\widehat{ac}$, $\widehat{bc}$... gli angoli formati dai quattro raggi a , b , c , d che proiettano le due quaterne da O . E se all'ultima espressione scritta si dà il nome di birapporto dei quattro raggi a , b , c , d e si indica con $(a b c d)$, ne segue:

$$(a b c d) = (A B C D),$$

donde si può dedurre anche l'uguaglianza dei birapporti fra due quaterne di raggi deducibili l'una dall'altra mediante proiezioni e sezioni.

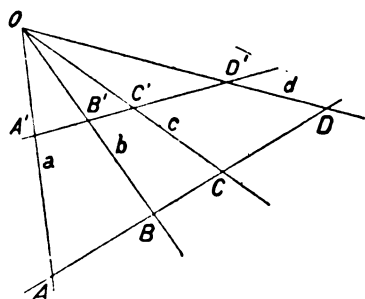


Fig. 46.

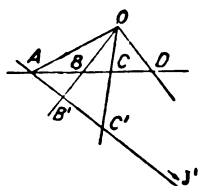


Fig. 47.

La proprietà fondamentale ora ricordata permette fra l'altro di ridurre la calcolazione del birapporto di quattro punti A , B , C , D a quella di un rapporto semplice. Preso infatti un punto O (fig. 47) e condotta per A una parallela alla OD ad intersecare in B' , C' le OB , OC , sarà:

$$(A B C D) = (A' B' C' J') = (A' B' C').$$

In particolare, avendo presente una precedente osservazione, si può dire che il birapporto ($ABCD$) è misurato dall'ascissa di A' , essendo C' l'origine e B' il punto unitario.

E così pure è ovvia la trasformazione del birapporto di quattro raggi di un fascio in rapporto semplice di punti, cioè, in definitiva, in una ascissa.

20. - La coordinate proiettive.

Se x_1 , x_2 , x_3 , x_4 sono le ascisse dei punti A , B , C , D in un qualunque sistema di coordinate ascisse stabilito sulla loro retta, si ha senz'altro manifestamente:

$$(A B C D) = \frac{x_1 - x_3}{x_2 - x_3} : \frac{x_1 - x_4}{x_2 - x_4};$$

e se al secondo membro si dà il nome di birapporto dei quattro numeri x_1 , x_2 , x_3 , x_4 e si indica con $(x_1 x_2 x_3 x_4)$, si ha semplicemente:

$$(A B C D) = (x_1 x_2 x_3 x_4),$$

cioè: il birapporto di quattro punti coincide con quello delle loro ascisse.

La stessa nozione di birapporto può servire a stabilire un sistema di coordinate sulla retta. Fissati infatti su di questa tre punti A , B , C (punti fondamentali), se si pone:

$$x = (A B C X),$$

si ha fra i punti X della retta ed i valori del numero reale x una corrispondenza biunivoca senza eccezione, quindi la x è coordinata lineare. Essa si denomina coordinata *proiettiva*, perchè trasformando proiettivamente la retta, i punti omologhi vengono

ad essere riferiti per uguaglianza di coordinate; supposto ben inteso che per punti fondamentali della seconda si assumano gli omologhi di A , B , C .

Ai punti A , B , C competono i valori ∞ , 0 , 1 della coordinata x , come si legge nelle uguaglianze (2).

E si verifica agevolmente che se x_1 , x_2 , x_3 , x_4 sono le coordinate proiettive di quattro punti X_1 , X_2 , X_3 , X_4 si ha, analogamente a quanto avviene per le coordinate ascisse:

$$(X_1 X_2 X_3 X_4) = (x_1 x_2 x_3 x_4)$$

In particolare, facendo coincidere X_1 , X_2 , X_3 , X_4 con A , B , C , X , il primo membro si riduce, per definizione, ad x , il secondo, per quanto precede, al birapporto

$$(\infty, 0, 1, x) = (x, 1, 0, \infty)$$

quindi:

$$x = (x, 1, 0, \infty),$$

formola che ci dà, in certo qual modo, la *definizione proiettiva del numero*.

21. - Le forme lineari.

La nozione di birapporto si estende a tutti quei sistemi semplicemente infiniti di elementi geometrici costituenti una *forma lineare di prima specie*, cioè una famiglia di elementi riferibili biunivocamente senza eccezione ai valori di una variabile reale, o, ciò che è lo stesso, ai punti di una retta, perchè per birapporto di quattro elementi si potrà intendere il birapporto dei quattro corrispondenti valori della variabile (che risulta senz'altro una coordinata lineare degli elementi della forma) o, se si vuole, dei quattro corrispondenti punti della retta.

Per esempio, per i raggi di un fascio, si potrà mettere in evidenza la linearità della forma ed al tempo stesso assegnare un sistema di coordinate lineari, segnando con una retta sulla quale si assumerà poi un sistema qualunque di coordinate ascisse. Se l'origine di questo è posta nel punto in cui la retta è incontrata dal raggio p del fascio ad essa perpendicolare, la coordinata del raggio generico risulta proporzionale al suo coefficiente angolare (rispetto all'asse p). Non si potrebbe invece prendere per coordinata l'angolo formato con p perchè cesserebbe la biunivocità e la coordinata non sarebbe lineare. Più generalmente si potrà assumere per coordinata di un raggio il birapporto che esso forma con altri tre raggi fissi, ed è facile constatare che questa definizione comprende quella che abbiamo dato mediante i coefficienti angolari.

Costituiscono pure una forma lineare i punti di una conica, perchè, fissato su di essa un punto A , resta determinata una corrispondenza biunivoca senza eccezione fra il punto generico X della conica stessa ed il raggio AX del fascio. Ciò conduce ad assumere per birapporto dei quattro punti della conica quello dei quattro raggi che li proiettano da A , il che è lecito perchè, come è noto, quest'ultimo birapporto è indipendente da A .

Costituiscono pure una forma lineare i punti di una curva di terz'ordine con punto doppio ed in generale i punti delle curve algebriche dette razionali o unicursali (cfr. Cap. I, n. 3).

Altre forme lineari importantissime sono i cosiddetti fasci di curve, di cui ci occuperemo in appresso.

22. - La trasformazione lineare reale.

Se si pone

$$(3) \quad y = \frac{ax + b}{cx + d}$$

essendo a , b , c , d quattro numeri arbitrari tali che $ad - bc \neq 0$, si stabilisce fra le variabili x e y una corrispondenza biunivoca senza eccezione. In virtù di essa invero a valori distinti di x corrispondono valori distinti di y . Infatti se fosse $\frac{ax_1 + b}{cx_1 + d} = \frac{ax_2 + b}{cx_2 + d}$ con $x_1 \neq x_2$, risulterebbe $ad - bc = 0$ contro l'ipotesi. Viceversa, se $ad - bc = 0$, il secondo membro della (3) è costantemente uguale a $\frac{a}{c} = \frac{b}{d}$ e quindi indipendente da x .

Che poi ad ogni y corrisponda un determinato x si vede subito perchè, risolvendo la (3), si ottiene per x una analoga espressione:

$$x = \frac{dy + b}{cy - a}.$$

Se x, y rappresentano coordinate lineari di due forme di prima specie, la equazione stessa stabilisce fra gli elementi delle due forme una corrispondenza biunivoca, per la quale due quaterne corrispondenti $x_1, x_2, x_3, x_4, y_1, y_2, y_3, y_4$ hanno lo stesso birapporto. Si verifica infatti agevolmente che è:

$$\left(\frac{ax_1 + b}{cx_1 + d}, \frac{ax_2 + b}{cx_2 + d}, \frac{ax_3 + b}{cx_3 + d}, \frac{ax_4 + b}{cx_4 + d} \right) = (x_1, x_2, x_3, x_4)$$

Inversamente qualunque relazione fra x e y che conservi i birapporti è necessariamente del tipo (3); se infatti $x_1, y_1, x_2, y_2, x_3, y_3$ sono tre coppie fisse di valori corrispondenti ed x, y è una quarta coppia variabile, sarà per ipotesi:

$$(y_1, y_2, y_3, y) = (x_1, x_2, x_3, x)$$

donde, sviluppando, viene fra x e y una relazione del tipo bilineare:

$$(4) \quad Axy + Bx + Cy + D = 0,$$

dalla quale si deduce per y una espressione del tipo (3).

Tale corrispondenza si chiama lineare o proiettiva, perchè se x e y rappresentano coordinate lineari dei punti di due rette o dei raggi di due fasci, ecc., essa definisce la più generale corrispondenza proiettiva fra essi.

Questa corrispondenza assume il carattere involutorio quando l'espressione di y in funzione di x coincide con quella che dà x in funzione di y . Ciò avviene quando nella (3) si ha $a = d$, oppure $B = C$ nella (4).

Se nella (3) si pensano invece x e y come coordinate di un medesimo elemento di una forma lineare in due diversi sistemi di coordinate, la (3) stessa ci dà il mezzo per calcolare l'una coordinata nota l'altra, e, supposto che i due sistemi siano proiettivi, la formula stessa permette di calcolare le coordinate nell'un sistema dei punti fondamentali dell'altro.

Ma v'è di più. Se x è un sistema di coordinate proiettive, ed y un sistema qualunque lineare, la relazione fra x e y dovrà essere tale che per ogni x se ne tragga un sol valore di y e viceversa, essa dunque deve essere di primo grado rispetto ad entrambe le variabili, cioè del tipo (4). Ne segue che la y è data da una espressione come la (3), quindi è essa stessa una coordinata proiettiva, cioè: qualunque sistema lineare di coordinate è un sistema proiettivo.

23. - Fasci di curve.

Per il largo uso che se ne può fare nelle applicazioni, importa stabilire la nozione fondamentale di *fascio di curve*.

Date due curve piane, di equazioni cartesiane $A=0, B=0$ dicesi *fascio* la famiglia di curve rappresentate dall'equazione:

$$A + \lambda B = 0$$

essendo λ un parametro che assume tutti valori reali da $-\infty$ a $+\infty$.

Le curve $A = 0, B = 0$ diconsi le curve base del fascio, esse corrispondono manifestamente ai valori $\lambda = 0, \lambda = \infty$ del parametro. Ma non è a credersi che esse siano curve speciali del fascio. Questo infatti può venire generato mediante due altre curve della famiglia stessa, per esempio le $C = 0, D = 0$, essendo:

$$C = A + \lambda_1 B \quad D = A + \lambda_2 B.$$

Queste infatti generano il fascio:

$$C + \mu D \equiv A(1 + \mu) + B(\lambda_1 + \mu\lambda_2) = 0,$$

che si identifica con il precedente, quando si ponga:

$$\lambda = \frac{\lambda_1 + \mu\lambda_2}{1 + \mu}$$

Se le curve base del fascio hanno dei punti comuni, questi sono comuni a tutte le curve del fascio, e si chiamano perciò punti-base del fascio. Se due dei punti comuni sono infinitamente vicini, cioè se le curve base hanno comune un punto ed ivi hanno la medesima tangente, altrettanto avverrà per ogni altra curva del fascio.

Per ogni punto del piano diverso dai punti-base passa una ed una sola curva del fascio. Infatti dette x_0, y_0 le coordinate di questo, A_0 e B_0 i valori di A e B per $x = x_0, y = y_0$, la curva

$$B_0 A - A_0 B = 0$$

passa per (x_0, y_0) ed appartiene al fascio; essa è poi perfetta-

mente determinata perchè, non essendo il punto (x_0, y_0) un punto base, non possono annullarsi simultaneamente A_0 e B_0 .

Se le curve $A = 0$ e $B = 0$ sono algebriche degli ordini m ed n ($n \geq m$), la curva generica del fascio sarà dell'ordine n . In particolare, per $n = 1$ si ha il fascio di rette (rette passanti pel punto comune alle rette base $A = 0, B = 0$), per $m=n=2$ si ha un fascio di coniche (insieme delle coniche passanti per i quattro punti comuni alle coniche basi $A = 0, B = 0$), come pure per $m = 1, n = 2$; in particolare se le coniche $A = 0, B = 0$ passano per i punti ciclici e quindi sono dei cerchi, tutte le curve del fascio sono pure cerchi.

Le curve di un fascio costituiscono manifestamente un sistema lineare, ed il parametro λ può certamente assumersi come coordinata lineare di esso; con ciò resta senz'altro definito il birapporto delle quattro curve del fascio corrispondenti ai valori $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ del parametro, mediante il birapporto numerico $(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4)$, e si potrà parlare di riferimento proiettivo fra curve di un fascio e punti di una retta, o punti di una conica, ecc.

24. - Fasci di cerchi. - Potenze. - Birapporti di cerchi.

Ci soffermeremo un poco sui fasci di cerchi, la cui considerazione ricorre spessissimo in molte questioni tecniche.

Un fascio di cerchi è determinato da due dei suoi elementi (cerchi) uno dei quali può anche ridursi ad una retta.

Assunto come asse delle ascisse la congiungente i centri dei due cerchi base, siano:

$$A \equiv (x - a)^2 + y^2 - r^2 = 0 \quad B \equiv (x - a')^2 + y^2 - r'^2 = 0$$

le equazioni di questi.

Il cerchio generico del fascio avrà l'equazione:

$$(5) \quad A + \lambda B \equiv (1 + \lambda)(x^2 + y^2) - 2x(a + \lambda a') + a^2 - r^2 + \lambda(a'^2 - r'^2) = 0,$$

e poichè in questa manca il termine lineare in y , il centro si troverà sull'asse delle x , come del resto può dedursi per via geometrica.

I punti-base del fascio, cioè le intersezioni dei cerchi-base, si ottengono cercando le soluzioni comuni del sistema di equazioni $A = 0, B = 0$, o, ciò che è lo stesso, del sistema ad esso equivalente $A = 0, A - B = 0$. Ora, siccome quest'ultima equazione:

$$A - B \equiv 2x(a - a') + (a^2 - r^2) + (a'^2 - r'^2) = 0$$

rappresenta una retta, ne segue che i punti-base sono quelli comuni a questa retta ed al cerchio $A = 0$, o ad un qualunque altro cerchio del fascio. Tale retta, che appartiene al fascio stesso, corrispondentemente a $\lambda = -1$, dicesi l'asse radicale dei due cerchi-base o di due cerchi qualunque del fascio. È facile darne una definizione geometrica. All'uopo si osservi che l'espressione A rappresenta la differenza fra il quadrato della distanza dal punto generico (x, y) dal centro e il quadrato del raggio, cioè la *potenza* del punto (x, y) rispetto al cerchio $A=0$, e così B la potenza dello stesso punto rispetto al cerchio

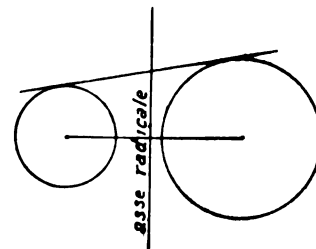


Fig. 48.

$B = 0$ (¹⁶), quindi l'asse radicale, lungo il quale risulta $A = B$, non è altro che il luogo dei punti di uguale potenza rispetto ai due cerchi $A = 0, B = 0$. Esso, come abbiamo visto, coincide con la congiungente le intersezioni dei due cerchi, quando queste sono reali (infatti esse hanno potenza nulla rispetto ad entrambi i cerchi). In ogni caso esso divide la congiungente i centri in due parti la differenza dei cui quadrati uguaglia la differenza dei quadrati dei raggi (fig. 48). Per la costruzione effettiva

(¹⁶) La potenza di un punto P corrisponde così al quadrato della tangente condotta da P al cerchio se P è esterno, al quadrato preso negativamente della semicorda perpendicolare al raggio per P , se P è interno; in ogni caso al prodotto dei segmenti orientati PP_1, PP_2 , essendo P_1, P_2 le intersezioni col cerchio di una qualsiasi retta per P .

dell'asse radicale di due cerchi esterni l'uno all'altro, basta osservare che ad esso appartiene il punto medio di ogni tangente comune ai due cerchi. Pel caso in cui i due cerchi non hanno tangenti comuni, giova notare che gli assi radicali di tre cerchi $A = 0$, $B = 0$, $C = 0$ non appartenenti ad un fascio, presi a due a due, concorrono in un punto (infatti le equazioni di questi assi radicali sono $B - C = 0$, $C - A = 0$, $A - B = 0$, e la terza equazione è la somma delle prime due, cioè le tre rette concorrono in un punto), detto centro radicale dei tre cerchi, che ha manifestamente uguale potenza rispetto ad essi. Dunque, per avere ancora un punto dell'asse radicale di due cerchi che non si segano, basterà, preso un terzo cerchio che seghi entrambi, costruire la intersezione delle corde comuni a queste e ai primi due (fig. 49).

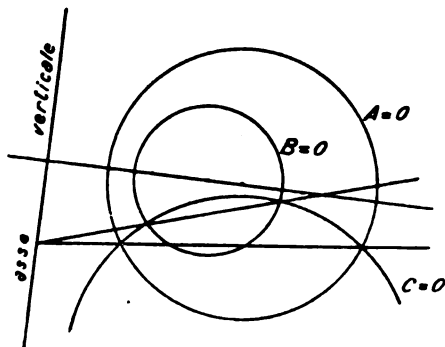


Fig. 49.

Del birapporto di quattro cerchi di un fascio è abbastanza facile dare una definizione geometrica; basta all'uopo considerare una qualunque punteggiata od un qualunque fascio di raggi, geometricamente definiti rispetto ai cerchi del fascio e riferibili biunivocamente ad essi (per es. la punteggiata dei centri, o più generalmente quella dei poli di una medesima retta rispetto ai cerchi del fascio, oppure il fascio delle tangenti a questi in un eventuale punto-base del fascio stesso, o più generalmente le polari di un medesimo punto del piano, oppure ancora il fascio degli assi radicali rispetto ad un cerchio fisso, ecc). Infatti, assunto un sistema di coordinate lineari μ sulla punteggiata o sul fascio di raggi considerato, la traduzione analitica delle operazioni geometriche, che dal cerchio generico conducono al corrispondente punto della punteggiata o raggio del fascio, darà luogo ad una relazione algebrica fra λ e μ , la quale, dovendo fornire un solo valore di λ per ogni μ e viceversa, sarà necessariamente bilineare. Ciò basta per assicurare che il birapporto di quattro valori di λ (che per definizione uguaglia quello dei quattro cerchi corrispondenti) è uguale a quello dei quattro valori omologhi di μ , che analogamente uguaglia quello dei quattro omologhi elementi della punteggiata o del fascio di raggi. Possiamo verificare l'esattezza del ragionamento, ad esempio, per la punteggiata dei centri, osservando che l'ascissa μ del centro del cerchio generico (λ) è, per la (5):

$$\mu = \frac{a + \lambda a'}{1 + \lambda}$$

cioè una funzione lineare fratta di λ .

25. - Birapporto di numeri complessi.

Se nella (3) i coefficienti a, b, c, d , e le stesse variabili x e y sono numeri complessi, essa definisce una corrispondenza fra i punti del piano complesso, la stessa che abbiamo considerata al Cap. III, n. 17. E se x_1, x_2, x_3, x_4 sono quattro valori della x , ed y_1, y_2, y_3, y_4 i corrispondenti della y , si verifica ancora l'uguaglianza fra i birapporti:

$$(y_1, y_2, y_3, y_4) = (x_1, x_2, x_3, x_4)$$

Per vedere quale sia il significato geometrico di tale uguaglianza, ricordiamo che

$$(x_1, x_2, x_3, x_4) = \frac{x_1 - x_3}{x_2 - x_3} : \frac{x_1 - x_4}{x_2 - x_4}$$

Se X_1, X_2, X_3, X_4 sono i punti rappresentativi dei complessi x_1, x_2, x_3, x_4 , i rapporti che nel secondo membro figurano come dividendo e divisore, sono rispettivamente numeri complessi, i cui moduli sono i valori assoluti dei rapporti di segmenti $\frac{X_1 X_1}{X_1 X_2}$ e $\frac{X_1 X_1}{X_1 X_2}$ ed i cui argomenti corrispondono, salvo il segno, agli angoli $\hat{X}_1 X_3 X_2$ e $\hat{X}_1 X_4 X_2$ secondo cui dai punti X_1 e X_4 è veduto

il segmento $X_1 X_2$. Quindi il birapporto (x_1, x_2, x_3, x_4) ha per modulo il birapporto $\frac{X_1 X_1}{X_1 X_2} : \frac{X_1 X_1}{X_1 X_2}$ e per argomento la differenza degli angoli sotto i quali è veduto da X_3 e X_4 il segmento $X_1 X_2$.

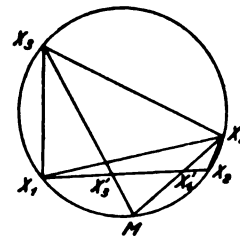


Fig. 50.

Dunque il birapporto (x_1, x_2, x_3, x_4) risulterà reale allora ed allora solo che la differenza di questi angoli sia zero o un angolo piatto. Ciò avviene manifestamente i punti X_1, X_2, X_3, X_4 sono su un cerchio (o su una retta). Ed in tal caso è facile vedere che il birapporto (x_1, x_2, x_3, x_4) corrisponde proprio al birapporto dei quattro punti del cerchio (o della retta); infatti detto M il punto medio dell'arco $X_1 X_2$, le $X_3 M, X_4 M$ sono le bisettrici degli angoli $\hat{X}_1 X_3 X_2, \hat{X}_1 X_4 X_2$, e se X'_3, X'_4 sono i punti in cui esse incontrano la $X_1 X_2$, si ha

$$\frac{X_1 X'_3}{X_3 X'_3} = \frac{X_1 X_3}{X_3 X_3}, \quad \frac{X_1 X'_4}{X_4 X'_4} = \frac{X_1 X_4}{X_4 X_4}$$

onde

$$(x_1, x_2, x_3, x_4) = (X_1, X_2, X'_3, X'_4)$$

Ma il birapporto dei quattro punti X_1, X_2, X_3, X_4 del cerchio è, per definizione, eguale a quello dei quattro raggi $M (X_1, X_2, X_3, X_4)$ del fascio M , e questo alla sua volta è uguale a quello dei quattro punti X_1, X_2, X'_3, X'_4 della retta $X_1 X_2$. Quindi:

$$(x_1, x_2, x_3, x_4) = (X_1, X_2, X_3, X_4)$$

Se, fissati X_1, X_2, X_3 , si fa scorrere X_4 sul cerchio (o retta) X_1, X_2, X_3 , il birapporto (x_1, x_2, x_3, x_4) si conserverà reale, e tale pure si conserverà l'altro (y_1, y_2, y_3, y_4) ad esso uguale; ne segue che i punti indici dei complessi y_1, y_2, y_3, y_4 staranno costantemente su un cerchio, il quale poi risulta fisso perchè di esso sono fissi i tre punti corrispondenti ad y_1, y_2, y_3 . (Se questi sono allineati, il cerchio si riduce ad una retta).

Resta dunque nuovamente dimostrato che la trasformazione lineare generale della variabile complessa trasforma i cerchi in cerchi, e si ha di più due cerchi corrispondenti risultano riferiti proiettivamente.

V. - LE EQUAZIONI GENERALI DELL'ELETTROMAGNETISMO - UN ESEMPIO.

26. - Le equazioni fondamentali dei circuiti elettrici.

La teoria generale delle grandezze alternative trova la sua più importante applicazione nelle questioni concernenti la tecnica dei circuiti (o macchine) percorsi da correnti alternative isofrequenziali lo studio dei quali poi si riduce alla ripetuta applicazione delle leggi fondamentali dell'elettricità e dell'elettromagnetismo. Importa dunque avere bene presenti le equazioni che traducono queste leggi per il caso di correnti alternative permanenti.

È ben noto che queste hanno tutte carattere lineare rispetto alle grandezze alternative in giuoco, e di più esse sono formalmente identiche alle analoghe valevoli per correnti continue.

Si verifica infatti che accanto alle equazioni fondamentali:

$$\begin{aligned} a) & E = R I - V_{ab} \\ b) & \sum I = 0 \\ c) & \mathcal{R} \Phi = n I \\ d) & E = - \frac{d \Phi}{dt} \end{aligned}$$

che esprimono, per il caso di correnti continue:

a) la legge di Ohm, applicata ad un tratto di circuito di resistenza R , per il quale V è la differenza di potenziale corrispondente alla somma algebrica delle forze elettromotrici in esso attive, I è la intensità della corrente circolante, V_{ab} la d. d. p. esistente ai capi a e b ;

b) la seconda legge di Kirchhoff relativa alla somma delle correnti affluenti ad un nodo di una rete;

c) la legge dei circuiti magnetici, che, analogamente alla legge di Ohm, lega la forza magnetomotrice $n I$ al flusso di induzione magnetica concatenato con essa ed alla riluttanza $\mathcal{R}$ del tubo occupato dal flusso stesso;

d) la legge di induzione elettromagnetica che dà la grandezza della forza elettromotrice E generata in un circuito per effetto della variazione del flusso magnetico con esso concatenato;

sussistono le altre:

$$\begin{aligned} a') \quad & E = Z I - V_{ab} \\ b') \quad & \Sigma I = 0 \\ c') \quad & \mathcal{R} \Phi = n I \\ d') \quad & E = - \frac{d \Phi}{dt} \end{aligned}$$

che traducono le analoghe relazioni per il caso di forze elettromotrici e correnti alternative. L'unica differenza sta in ciò che alle resistenze e riluttanze R ed $\mathcal{R}$ si sostituiscono delle grandezze rappresentate da operatori complessi Z e $\mathcal{R}$, il che sta ad indicare che le grandezze alternative per cui questi risultano moltiplicati subiscono in generale, oltre una modificazione dell'ampiezza — misurata dal modulo dell'operatore — anche uno spostamento di fase — misurato dall'argomento dell'operatore stesso. All'operatore complesso Z che sostituisce la resistenza, si dà il nome di impedenza, mentre alla $\mathcal{R}$ conserveremo il nome di riluttanza, osservando che nel caso di variazioni alternative, per circuiti magnetici comprendenti ferro, occorre attribuirle un valore complesso per tenere approssimativamente conto dell'effetto di isteresi.

Le formule $b')$ e $c')$ si deducono dalle corrispondenti $b)$ e $c)$ scrivendo i valori istantanei di questi in forma complessa e sopprimendo il fattore $e^{j\omega t}$ comune ai due membri.

Meno semplice è la deduzione della $a')$ dalla legge di Ohm. Scrivendo la $a)$ nel caso di correnti e d. d. p. variabili, i cui valori istantanei indichiamo con le corrispondenti lettere minuscole, si ha ⁽¹⁷⁾

$$e - L \frac{di}{dt} = Ri - v_{ab}$$

dove il termine $-L \frac{di}{dt}$ rappresenta la forza elettromotrice d'autoiduzione che deve aggiungersi alle altre agenti nel circuito e cumulativamente rappresentate da e .

Se e e v_{ab} sono alternative sinusoidali e E e V_{ab} le loro caratteristiche, la precedente ammette un integrale sinusoidale la cui caratteristica si riconosce subito soddisfare la $a')$ con $Z = R + jL\omega$. E tanto basta, perchè l'espressione effettiva della corrente non potrà differire da esso che per una funzione soddisfacente a:

$$Ri + L \frac{di}{dt} = 0.$$

Ora, l'integrale generale di questa equazione decresce rapidamente col tempo, per modo che, in regime permanente, la influenza della funzione additiva è da ritenersi trascurabile.

Infine, quanto alla formula $d)$, essa suppone già che Φ ed E siano variabili. Nel caso speciale in cui la variazione di Φ è sinusoidale, sia perchè è sinusoidale la variazione del campo magnetico supposto di direzione invariabile, sia perchè, essendo costante il campo, varia sinusoidalmente quello che si potrebbe chiamare il coefficiente di concatenamento di esso rispetto al circuito (circuito e campo in moto relativo rotatorio uniforme), sarà Φ rappresentabile con un certo numero complesso Φ e la $d')$ assume l'aspetto:

$$E = j\omega \Phi$$

cioè ω rappresenta in ogni caso la pulsazione del flusso, corrispondente alla pulsazione del campo alternativo se questo è fisso rispetto al circuito, o alla velocità angolare relativa se esso è costante ma mobile rispetto al circuito.

Giova notare che le caratteristiche delle f. e. m. generate per induzione in tal guisa risultano sempre dal prodotto della caratteristica del rispettivo flusso per un numero puramente immaginario, il che sta ad indicare che le f. e. m. stesse sono in

quadratura rispetto al flusso che le ha generate. Ben diversamente vanno le cose quando il sistema indotto essendo mobile rispetto ad un campo comunque variabile sia costituito come una ordinaria armatura Pacinotti con collettore e spazzole fisse nello spazio: la invariabilità di queste fa sì che esse effettuano la integrazione, lungo l'arco compreso fra esse, dei contributi elettromotori determinati dal moto dei circuiti rispetto al campo ed aventi origine nell'arco stesso, integrazione il cui risultato non varia col tempo, appunto perchè non varia la posizione delle spazzole, ma introduce soltanto un fattore di forma (proporzionale alla velocità e dipendente dall'ampiezza dell'arco abbracciato dalle spazzole, nonchè dagli altri elementi fisici e geometrici dell'armatura) che è di carattere essenzialmente reale, cosicchè la f. e. m. che si può raccogliere alle spazzole, corrisponde al prodotto del flusso induttore per il predetto fattore, risulta in fase col flusso stesso. I circuiti rotanti muniti di collettore e spazzole si distinguono dunque da quelli le cui connessioni hanno posizione invariabile rispetto ai circuiti stessi — siano questi fissi o mobili rispetto ai campi magnetici — in quanto i primi soli permettono la creazione di f. e. m. in fase coi flussi generatori, mentre per gli altri tutti le azioni induttive di flussi alternativi determinano i. e. m. in quadratura con questi.

Infine, nel caso in cui le spazzole, anzichè fisse rispetto al campo induttore, supposto costante, sono dotate di moto relativo rispetto ad esso (ciò avviene per esempio se le spazzole sono fisse ed il campo induttore è rotante), il fattore di forma di cui s'è ora parlato diventerà funzione del tempo, e precisamente funzione alternativa, per modo che tale risulterà anche la f. e. m. generata fra le spazzole. La sua grandezza ad ogni istante dipenderà dal valore istantaneo del fattore di forma, e poichè questo è sempre proporzionale alla velocità relativa di rotazione del sistema indotto rispetto all'induttore, altrettanto avverrà del valor massimo della f. e. m. generata. Quanto alla fase, è chiaro che essa non dipende che dall'orientamento iniziale delle spazzole rispetto al campo, e quindi essa potrà essere modificata a piacere, variando semplicemente l'angolo di calettamento delle spazzole, se queste sono fisse (e quindi mobile il campo), oppure quello del sistema induttore, nel caso opposto.

Il caso, precedentemente considerato, di spazzole fisse in un campo alternativo, si può ricondurre a questo, immaginando il campo alternativo decomposto in due campi rotanti in senso opposto di intensità costante ed uguale per ciascuno alla metà del valor massimo del campo alternativo. Le spazzole, essendo fisse nello spazio, sono in moto relativo rispetto a ciascuno dei campi rotanti componenti, e precisamente con velocità corrispondenti alla pulsazione, diretta in un senso per l'uno, in senso opposto per l'altro. Le f. e. m. componenti che si raccolgono alle spazzole hanno dunque entrambe la frequenza del campo; e quanto alle grandezze, si vede subito che esse sono in ogni istante uguali e dello stesso segno.

27. - Impostazione analitica e geometrica dei problemi.

È appena il caso di richiamare qui che l'identità formale delle formule $a)$ $b)$ $c)$ $d)$ con le $a')$ $b')$ $c')$ $d')$ facilita in ogni caso la trattazione delle questioni concernenti circuiti a correnti alternative, in luogo delle quali si possono affrontare e risolvere le analoghe, assai più semplici, riferendosi agli analoghi schemi circuitali a corrente continua, salvo attribuire poi alle grandezze significato vettoriale ed interpretare alla stessa stregua i risultati.

In ogni caso lo studio di qualunque sistema di circuiti a regime alternativo isofrequenziale conduce sempre ad equazioni del tipo considerato, in numero sufficiente per la determinazione delle grandezze incognite in giuoco. Si può quindi concludere che i numeri complessi a queste corrispondenti sono sempre determinabili come espressioni, in generale, fratte dei coefficienti delle equazioni, i quali alla loro volta non sono altro che le costanti fisiche della questione, per lo più accessibili al calcolo od alla valutazione sperimentale.

Correlativamente, seguendo le norme tracciate precedentemente, si giungerà in ogni caso alla rappresentazione geometrica delle grandezze stesse. Ed a questo proposito è da osservare che lo scopo può essere raggiunto per due vie, l'una delle quali consiste nel risolvere la questione geometrica cui si perviene rappresentando graficamente le equazioni, mentre l'altra consiste nel rappresentare geometricamente le formule risolutive delle equazioni stesse. L'abile uso dell'uno e dell'altro metodo, a seconda dei casi, conduce sempre a risultati che si distinguono per la loro eleganza ed evidenza.

⁽¹⁷⁾ Si suppone qui che il circuito non risenta la influenza induttiva di altri. In caso contrario si può facilmente vedere che mutano i valori dei coefficienti, ma le equazioni (che in tal caso sono più d'una) serbano la medesima forma.

28. - Un esempio.

Per mostrare con un esempio la applicazione effettiva del primo metodo, proponiamoci di risolvere il seguente problema:

Determinare la ripartizione del carico in tre trasformatori monofasi collegati a triangolo tanto nel primario che nel secondario, essendo noto il carico sugli apparecchi ricevitori collegati a stella (fig. 51), ed essendo uno dei trasformatori di impedenza diversa dagli altri due.

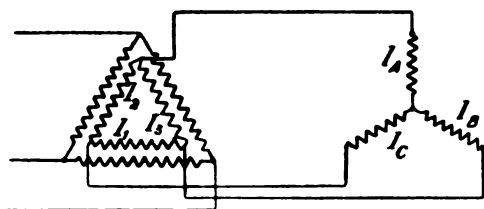


Fig. 51.

In virtù del supposto collegamento dei trasformatori, sarà nulla la somma delle d. d. p. impresses nonchè delle d. d. p. ai capi dei secondari. Sottraendo, nell'ipotesi che il rapporto di trasformazione sia = 1 (o, ciò che è lo stesso, dopo avere diviso la seconda uguaglianza pel rapporto di trasformazione) si ottiene:

$$(1) \quad Z_1 I_1 + Z_2 I_2 + Z_3 I_3 = 0$$

essendo I_1, I_2, I_3 le tre correnti incognite che rappresentano il carico primario dei tre trasformatori, e $Z_1, Z_2, Z_3 = Z_2$ le date impedenze complessive di questi.

Dalla precedente uguaglianza si deduce che se i segmenti rappresentativi delle tre cadute di tensione $Z_1 I_1, Z_2 I_2, Z_3 I_3$ si fanno uscire da un punto, questo sarà baricentro del triangolo formato dagli estremi. (Cap. III, n. 9).

Essendo il ricevitore connesso a stella, le correnti di linea — manifestamente uguali a $I_2 - I_1, I_3 - I_1, I_1 - I_2$ — corrispondono al carico del ricevitore, e pertanto sono tre correnti note I_A, I_B, I_C . Alla (1) si devono dunque associare le tre equazioni:

$$(2) \quad I_2 - I_1 = I_A, I_3 - I_1 = I_B, I_1 - I_2 = I_C$$

(le quali sono certo compatibili, perchè, essendo il ricevitore collegato a stella, è $I_A + I_B + I_C = 0$) e così si viene a formare il sistema di equazioni algebriche atte a determinare le incognite I_1, I_2, I_3 .

Per risolverlo, osserviamo che essendo $I_A + I_B + I_C = 0$, potremo disporre i tre segmenti rappresentativi di I_A, I_B, I_C in guisa da costituire i lati di un triangolo. Le (2) ci dicono allora che le correnti incognite I_1, I_2, I_3 saranno rappresentate dai segmenti che congiungono un punto del piano coi vertici di quel triangolo.

Tutto si riduce dunque alla determinazione di tale punto O' .

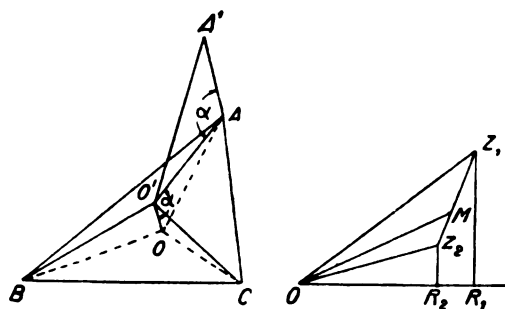


Fig. 52.

Supponendo il problema risolto, moltiplichiamo la figura per $Z_2 = Z_3$, il che si ottiene semplicemente imprimendole una rotazione di un angolo uguale all'argomento di Z_2 e leggendo i segmenti di una scala Z_2 volte maggiore. Avremo così un triangolo noto $A'B'C'$ ed un punto O' , per ora incognito, le cui congiungenti con A, B, C rappresentano in grandezza e fase $Z_2 I_1, Z_2 I_2, Z_2 I_3 = Z_2 I_1$, che, salvo la prima, corrispondono alle cadute di tensione dei tre trasformatori. Per avere nello stesso diagramma anche la rappresentazione di $Z_1 I_1$, basterà moltiplicare $O'A = Z_2 I_1$ per $\frac{Z_1}{Z_2}$.

Se le impedenze (v. figura a destra dove $O R_1, O R_2$ sono le resistenze e $R_1 Z_1, R_2 Z_2$ le reattanze componenti le due impedenze Z_1, Z_2) sono rappresentate dai segmenti $O Z_1, O Z_2$, la

moltiplicazione predetta si effettua costruendo il triangolo $O'A'A'$ simile a $OZ_1 Z_2$ ($O'A'A' = OZ_2 Z_1 = \alpha$, $O'A : O'A' = OZ_2 : OZ_1$). I segmenti $O'A', O'B', O'C'$ rappresentano, secondo la scala precedentemente stabilita, e con la voluta reciproca orientazione, i vettori $Z_1 I_1, Z_2 I_2, Z_3 I_3$. Per quanto precede, possiamo concludere che O' è il baricentro del triangolo $A'B'C'$.

Ora, siccome i due triangoli $ABC, A'B'C'$ hanno in comune il lato BC , la congiungente i baricentri è parallela alla congiungente i terzi vertici e vale la terza parte di questa. (Cap. III, n. 9). Ciò significa che se sulla parallela per O' ad AA' si porta una lunghezza $OO' = \frac{AA'}{3}$, si perviene al baricentro di ABC .

Osserviamo inoltre che l'angolo $OO'A$ è uguale a $O'A'A' = \alpha$. Dunque il triangolo $OO'A$ risulta simile al triangolo $MZ_2 O$ dedotto dal diagramma delle impedenze, facendo $Z_2 M = \frac{Z_2 Z_1}{3}$ ($OM : O'A = OZ_2 : O'A = OO' = Z_2 M$). La costruzione del vertice incognito O' di tale triangolo è dunque immediata, ed il problema è completamente risolto. (*)

(Continua).

(*) Vedi nota al prossimo numero.

I LAVORI DELLA COMMISSIONE ELETTROTECNICA INTERNAZIONALE A NUOVA YORK

La riunione della Commissione Elettrotecnica Internazionale, indetta a New York per cortese invito del Comitato degli Stati Uniti, si è svolta secondo il programma a suo tempo pubblicato, fra il 13 e il 22 di aprile, assumendo per il numero e l'autorità dei Delegati intervenuti, e per la mole del lavoro compiuto, un'importanza non mai raggiunta nelle riunioni precedenti. A tale risultato lusinghiero ha in gran parte contribuito la bontà della organizzazione preliminare, predisposta dalla Presidenza e dall'Ufficio Centrale, e l'attiva collaborazione dei diversi Comitati Nazionali, i cui rappresentanti, riuniti per la maggior parte su la stessa nave durante il viaggio di andata dall'Europa all'America, avevano potuto scambiare fra di loro molte idee e dirimere, mediante amichevoli discussioni, non poche divergenze, spianando la via agli accordi definitivi.

Alla riunione hanno partecipato i seguenti Delegati:

Per l'Austria: *Bretschneider*; per il Belgio: *Uytborck, Colson, Danly, Dupont, Forgeur, Lagasse de Loch*; per il Canada: *Barnes, Durley, Murphy*; per la Cecoslovacchia: *List, Pergler, Rosenbaum*; per il Chili: *Santa Maria*; per la Francia: *Darrieus, Frick, Genissieu, Girault, Proth*; per la Germania: *Fleischmann, Hoechtl, Kienzle, Kloss, Mayer, Moldenhauer, Rudenberg, Shirlp, Schlothauer, Schuchardt, Stern, Stolz, Strecker, Strehlow, Wagner*; per il Giappone: *Inomata, Ishikawa, Yanagisawa, Mori, Tada, Yoshivara*; per la Gran Bretagna: *Atkinson, Bartholomew, Batt, Burge, Denny, Dunsheaty, Edgumbe, Everest, Glazebrook, Good, Lee, Marchall, Melson, Michie, Mitchell, Mossay, Peck, Rodgers, Roles, Rowell, Sparks, Wallis*; per l'Italia: *G. Semenza, M. G. Bianchi, F. Clerici, Ferella, Ferrerio, Jacobini, L. Lombardi, Minucciani, Morelli, Pellò, Ratti, Theseider-Duprè, R. Vallauri, Virgili*; per la Norvegia: *Heiberg*; per l'Olanda: *Feldmann, Pot, Rosskopf, Tromp, Van der Bilt, Van de Well*; per la Polonia: *Drewnowski, Drzewiecki, Roginski*; per la Russia: *Chatelain, Lapiroff-Scoblo, Papernoff, Zischewsky*; per la Spagna: *Ramirez*; per gli Stati Uniti d'America: *Durand, Hobart, Kennelly, Low, Mailloux, Meyer, Moore, Newbury, Roper, Sharp, Skinner, Snyder, Storeo*; per la Svezia: *Amos Kruse, Enstrom, Ericson, Norberg, Nordstrom, Nystrom, Osterberg, Thielers*; per la Svizzera: *Burlet, Hoenig, Huber-Ruf, Huber Stockar, Schindler, Schrafl, Thut*.

Riunione plenaria inaugurale.

La prima riunione ufficiale plenaria ebbe luogo la sera di martedì, 13 aprile, nell'Auditorium del palazzo, ove hanno sede le principali Associazioni d'Ingegneri a New York, e dove l'Istituto Americano degli Ingegneri Elettrocisti mise a disposizione le sale per tutte le riunioni successive.

Presiedeva l'Ing. John W. Lieb, Presidente del Comitato di ricevimento, il quale, dopo le parole di introduzione del Dott. C. H. Sharp, Presidente del Comitato Elettrotecnico Americano, portò il saluto augurale alle Delegazioni straniere, leggendo un cordiale telegramma di T. A. Edison, Presidente onorario dello stesso Comitato di ricevimento.

L'on. H. Hoover, Membro del Gabinetto e Ministro del Commercio, impedito di muoversi da Washington, trasmise di là telefonicamente le sue parole di compiacimento e adesione, accentuando la importanza degli studi e delle applicazioni elettriche, soprattutto in quanto intendono alla semplificazione dei servizi di produzione e distribuzione dell'energia.

Il Dott. Elihu Thomson, ex Presidente generale della Commissione, lesse in seguito il discorso ufficiale di inaugurazione, richiamando anzi tutto i lavori di carattere prevalentemente scientifico, compiuti in occasione dei precedenti congressi di Parigi (1881 e 1889), Francoforte (1891) e Chicago (1893), e soprattutto quelli del Congresso di St. Louis (1904), ove la creazione della Commissione internazionale venne per la prima volta, ad iniziativa del Col. Crompton, solennemente auspicata in seno alla Camera dei Delegati. Di questa l'oratore si compiacque ricordare i Membri presenti alla Riunione: Dott. Mailoux e Prof. Kennelly, per gli Stati Uniti; Sir R. Glazebrook e Col. Crompton per l'Inghilterra; Prof. Lombardi per l'Italia.

Il Dott. E. Thomson tracciò per sommi capi la storia della Commissione Internazionale, presieduta primieramente, e per breve tempo, da Lord Kelvin, che morì nel 1907; poi da Mascart, morto a sua volta, a breve distanza, e in seguito da lui stesso, che presiedette alla Riunione plenaria tenuta a Torino in occasione della Esposizione Internazionale del 1911. Colà egli ebbe il compito di rispondere in nome di tutte le Delegazioni straniere al saluto augurale del Ministro Italiano delle Poste e Telegrafi, laddove in questa occasione egli si felicitò di poter indirizzare il saluto di ben arrivato sul suolo americano alle Delegazioni straniere, condotte dal Presidente Generale Italiano.

Egli rilevò con parole eloquenti il multiforme lavoro già compiuto nel campo della standardizzazione internazionale, e l'importanza di quello riservato alla presente ed alle future riunioni, per il quale a nome dei Colleghi americani assicurò la più volenterosa collaborazione.

Con parole suggestive egli segnalò ancora talune delle più rimarchevoli singolarità di New York e del continente americano, senza tacere alcuni degli inconvenienti giustamente lamentati, esprimendo la speranza che gli stranieri, i quali per la prima volta lo visitavano, potessero riportarne il convincimento di aver compiuto un lavoro utile, e un complesso di ricordi tali, da compensarli della fatica e dell'eventuale sacrificio compiuto.

Il Dott. H. T. Barness esprime a sua volta il compiacimento e l'augurio del Comitato Canadese, da lui presieduto, per la visita di alcune delle città più interessanti di quella regione, rilevando la condizione particolarmente favorevole nella quale si trovano i due Paesi vicini, legati fra di loro da stretti vincoli di solidarietà.

Il Segretario Generale Le Maistre diede lettura di un nobile telegramma di Lord Balfour.

Il Col. Crompton, nella sua qualità di Segretario onorario della Commissione, rispose per il primo a nome dell'Ufficio Centrale, richiamando più minutamente i precedenti della organizzazione della Commissione, e il grande valore del lavoro compiuto, che Lord Balfour stesso autorevolmente riconobbe afferente alla pacificazione del mondo. Notò la fatale interruzione apportata anche in questo campo dalla guerra mondiale: si compiacque rivedere per la prima volta ricostituita la Commissione con l'adesione di tutte le Nazioni, e formò l'augurio che al più presto siano estesi anche agli abitanti delle più lontane contrade i benefici della distribuzione elettrica, la quale ebbe già in America una meravigliosa diffusione.

Parlarono in seguito, rispondendo al saluto augurale dei Comitati americani, i seguenti Delegati: M. E. Genissieu ⁽¹⁾ in nome delle Nazioni Europee dell'Ovest; A. F. Enstrom ⁽²⁾ in nome di quelle del Nord; V. List ⁽³⁾ in nome di quelle dell'Est; P. Strecker ⁽⁴⁾ in nome di quelle centrali, tutti inneggiando alla concordia delle Nazioni, ed alla efficacia del lavoro collettivo.

⁽¹⁾ Ing. Capo delle Forze idrauliche del Ministero dei LL. PP. francese.

⁽²⁾ Presidente del Comitato di Standardizzazione Svedese.

⁽³⁾ Presidente del Comitato di Standardizzazione Cecoslovacca.

⁽⁴⁾ Presidente del Comitato Elettrotecnico Tedesco.

Il discorso finale venne pronunziato dall'Ing. G. Semenza, il quale, nella sua qualità di Presidente Generale, cordialmente acclamato da tutta l'assemblea, seppe esprimere con felici parole l'emozione e il compiacimento della Commissione per la solennità della funzione inaugurale, e rilevare i vantaggi delle riunioni, tenute di volta in volta nei diversi Paesi, dei quali si rende in tal modo più intima la conoscenza.

Dopo avere ancora rievocata la incertezza dei primi passi, e le difficoltà inerenti agli accordi di carattere internazionale, Egli espresse il concetto che il lavoro relativo debba in sostanza informarsi ad un vero « spirito internazionale », avendo in ogni caso riguardo alle condizioni relative, in quanto possono modificare gli apprezzamenti e giustificare gli atteggiamenti locali, senza attribuire soverchia importanza ad una comunione ideale di vedute, che non può praticamente sussistere, e riuscirebbe effimera, ove se ne volesse esagerare la portata al di fuori delle questioni fondamentali.

Tale lavoro collettivo è in sostanza concepito e condotto nell'interesse individuale di ogni singola nazione, ma risulta nelle sue conseguenze vantaggioso a tutta la collettività, onde la Commissione può essere orgogliosa della parte già compiuta, e deve intendere con ardore a quello che l'attende, con la certezza che il suo esempio sarà seguito in altri campi. La Commissione Elettrotecnica sarà lieta in ogni caso di veder sorgere al suo fianco altre Istituzioni analoghe di standardizzazione internazionale, ma serberà il merito di essere stata la prima, e di avere aperta la via alle altre.

Tutti i discorsi pronunziati dai Delegati americani ed Europei, e particolarmente quello del Presidente Generale, vennero coronati dagli applausi dell'Assemblea, e dopo di essi venne chiusa la prima riunione ufficiale, protraendo quella ufficiosa allo scopo di stringere sempre più i rapporti amichevoli fra i Delegati provenienti dalle diverse Nazioni.

Relazioni degli Esperti.

Nella giornata successiva ebbero luogo due adunanze plenarie sotto la Presidenza dell'Ing. G. Semenza, per la lettura e discussione dei Rapporti degli Esperti, cominciando da quello del Prof. Morelli sopra « Il vero significato della temperatura ambiente, del sovrariscaldamento e dei limiti di temperatura » che speriamo di poter pubblicare per esteso nel nostro Giornale, ed il cui contenuto destò vivo interesse e trovò largo consenso nella assemblea. Concluse l'Autore riconoscendo che la serie delle temperature limiti delle macchine elettriche costituisce un insieme di dati sperimentali in costante evoluzione, i quali risultano dai continui progressi della tecnica, ond'è a desiderare che un organo permanente della Commissione si tenga continuamente al corrente di essi, e proponga di volta in volta le modificazioni dei limiti prestabiliti, a misura che se ne manifesterà il bisogno; il sovrariscaldamento delle macchine, influendo su la loro potenza specifica involge una questione di carattere commerciale; una variazione della temperatura limite deve avere per conseguenza una variazione analoga del sovrariscaldamento corrispondente. Per la prova delle macchine i sovrariscaldamenti prescritti dalla Commissione offrono elementi sufficienti, e la indicazione della temperatura ambiente deve considerarsi data a solo scopo di precauzione. Dovendo per essa stabilirsi un valore unico, può discutersi se convenga scegliere per questo il valore massimo o quello medio delle regioni temperate; avendo la Commissione però per iscopo l'unificazione internazionale, la serie dei valori di sovrariscaldamento e il valore della temperatura ambiente devono essere uniformi per tutti i paesi.

Segui un rapporto del Sig. Roger T. Smith, della Gran Bretagna, su la « temperatura ambiente come temperatura di riferimento per le prove delle macchine elettriche e le sue variazioni secondo i climi » in cui si rifà la storia dei lavori precedenti dello speciale Comitato di Studio, e delle deliberazioni adottate al riguardo dal Comitato d'Azione, basate sul concetto che alla temperatura di riferimento deve attribuirsi un carattere convenzionale considerandola come un elemento essenziale per la specificazione delle macchine e indispensabile per le prove di collaudo. La temperatura dell'aria nelle moderne centrali inglesi a vapore supera di rado i 30°, ed il massimo prevedibile non eccede 35°, laddove la cifra di 40°, adottata dalla Commissione Internazionale può ritenersi bene rispondente alle condizioni medie delle centrali situate nelle zone temperate, e negli opifici industriali, ove sogliono installarsi macchine elettriche, a eccezione di alcuni casi speciali.

Prendendo a base questo valore, la Commissione determinò i valori di sovrariscaldamento, che possono ritenersi ammissibili in tutte le zone temperate, ove quel valore non venga ec-

ceduto se non in casi di eccezione, senza escludere che i paesi ove la temperatura normale dell'aria non oltrepassi mai, o solo di rado, i 30°, possano trarre partito della differenza corrispondente per scegliere con le dovute precauzioni la specificazione delle loro macchine, senza derogare alle norme fondamentali della Commissione.

Il Sig. Huber-Ruf di Baden, anche a nome del Dott. Behn Eschenburg di Oerlikon, lesse un rapporto del Comitato Svizzero in risposta alla questione « se possa darsi la legge generale di equivalenza fra macchine elettriche, costruite secondo una diversa specificazione di riscaldamento ».

In questo i due Autori hanno anzi tutto stabilito il paragone fra le norme dei diversi Paesi per la temperatura ambiente, assunta come temperatura di riferimento, e per la temperatura massima degli avvolgimenti, e per i conseguenti valori ammissibili di riscaldamento, tra i quali si riscontrano differenze relativamente più elevate, in conseguenza di quelle parziali, non sempre concordanti, delle cifre precedenti. Tali differenze corrispondono a variazioni di potenza, che possono raggiungere il 20 %, ma escludono, in base al calcolo di numerosi esempi, la possibilità di determinare una legge generale di equivalenza, e confermano la necessità di stabilire per questa le condizioni che possono variare da caso a caso. I due Autori raccomandano perciò di indicare sulla targa, oltre alla potenza corrispondente alle norme locali, anche quella corrispondente alla specificazione della C. E. I.

Il Prof. A. E. Kennelly, Segretario onorario del Comitato Elettrotecnico Americano, presentò un elaborato rapporto su la « Capacità termica delle macchine elettriche » considerata come elemento per individuarne la potenza ». In esso l'Autore, di cui sono ben noti gli studi anteriori su le costanti di tempo, afferenti al riscaldamento delle macchine dinamo-eletttriche, propugna la introduzione di una nuova costante, che egli chiama *binaria*, e che misura l'intervallo durante il quale la variazione di temperatura raggiunge la metà di quella finale; essa in fondo non è che una frazione 0,693 di quella che si definisce ordinariamente come *costante esponenziale*, e che rappresenta l'intervallo di tempo, durante il quale la variazione di temperatura si avvicina al valore finale a meno della frazione $\frac{1}{e} = \frac{1}{2,718} = 0,368$.

Mediante i diagrammi di molte osservazioni sperimentali, l'Autore dimostra la validità approssimata della legge esponenziale per le variazioni di temperatura, le cui costanti si possono in tal modo facilmente ricavare dalla considerazione di vari stadi di regime, e utilmente impiegare nella predeterminazione dei sovrariscaldamenti in regimi variabili. Nelle condizioni pratiche la costante binaria di tempo varia poco con le dimensioni e la potenza della macchina e resta generalmente compresa fra 10' e 40', ma l'Autore consiglia di estendere al riguardo le ricerche sperimentali, per ottenere una più completa nozione del complesso fenomeno del riscaldamento.

In relazione alle ricerche sperimentali per la determinazione delle perdite negli alternatori, l'Ing. E. Roth ha ripresentato in questa occasione un rapporto originale, già letto alla Riunione invernale dell'Istituto Americano nel mese di febbraio di quest'anno, e riprodotto nella *Revue Générale de l'Electricité* del 6 febbraio. In esso l'Autore, riconosciuta la convenienza di determinare accuratamente le perdite di potenza per ottenere il valore più attendibile del rendimento, astrae dalle perdite per l'eccitazione, che possono in ogni caso misurarsi senza difficoltà, e si occupa soprattutto della determinazione sperimentale di quelle elettriche e magnetiche nell'indotto. Per questo propone di far marciare a vuoto l'alternatore come motore sincrono in regime di tensione superiore e inferiore a quella normale, ricorrendo per la misura della potenza elettrica al wattometro, o per quella del calore dissipata alla misura termometrica sull'aria di ventilazione; questa può effettuarsi in ogni caso con la esattezza desiderata, se si adotta un metodo appropriato di taratura, laddove la misura wattometrica soffre delle incertezze inerenti al basso fattore di potenza. Un metodo analogo era già stato preconizzato molti anni or sono dal Prof. A. Barbagelata, che lo descrisse nella Rivista Tecnica d'Elettricità del 22 dicembre 1910; l'Ing. Roth ha esplicitamente riconosciuto la priorità del nostro Collega, ma si è qui minutamente occupato delle correzioni da apportare alla tensione fra i morsetti, per ottenere quella a cui le perdite si devono riferire nel regime normale, in dipendenza della caduta ohmica interna e di quella induttiva.

L'Ufficio Centrale aveva proposto ai diversi Comitati Nazionali il quesito: « Qual'è la importanza della domanda di un

sovraccarico nel vostro paese, e quali ne sono le ragioni principali? ».

A tale quesito hanno risposto i Comitati:

Tedesco	con un rapporto del Prof. Kloss;
Inglese	» » » » Sig. Rodgers;
Americano	» » » » » Hirsfeld;
Svedese	» » » » » Liljeblad;
Belga	» » » » » Dupont;
Svizzero	» » » » dei Sigg. H. Ruf e B. Eschenburg.

Risultò dall'esame di questi rapporti che la condizione di sovraccarico non era da tutti gli Autori e i Comitati interpretata nello stesso modo, in quanto taluno di essi alludeva a variazioni temporanee di carico, inerenti a particolari forme di esercizio, laddove altri si riferiva a sovraccarichi eventuali, cui le macchine dovessero assoggettarsi in occasione delle prove di collaudo. La discussione di questi e dei precedenti rapporti occupò pertanto la maggior parte della riunione plenaria anti-meridiana e di quella pomeridiana del 14 di aprile, al termine della quale il Prof. Feldmann ne riassunse i risultati più importanti mediante uno schema di ordine del giorno, proponendo di riconoscere:

1°) Che in generale non è richiesta la introduzione di un sovraccarico nelle specificazioni della C. E. I.;

2°) Che ogni altro genere di specificazione per scopi nazionali possa autorizzarsi ove le condizioni di esercizio, o le tendenze dei costruttori o del commercio lo rendano necessario, a condizione che le specificazioni della C. E. I. siano riportate su la targa, o per essa sia riservato lo spazio occorrente, allo scopo di permetterne la iscrizione per rendere possibile il confronto delle macchine di origine diversa;

3°) Che la domanda eventuale di sovraccarico, intesa a verificare le qualità della macchina inerenti alla resistenza meccanica, alla commutazione, alla coppia motrice o ad altri scopi, sia da considerarsi unicamente come afferente alle condizioni di esercizio.

Sebbene tali proposte potessero sembrare di stretta pertinenza del Comitato speciale di studio per le specificazioni delle macchine, su proposta del Dott. Mailloux esse vennero dall'assemblea seduta stante approvate nelle linee di massima.

Da parte sua il Comitato Americano, dichiarandosi d'accordo sopra il primo punto, suggerì che i Comitati Nazionali dovessero ulteriormente occuparsi della questione dei carichi temporanei, per raccogliere al riguardo nuovi e più ampi elementi; appoggiò la proposta seconda, alla quale si uniforma in parte l'attuale sistema del doppio *rating* americano, seguito per i motori che devono soddisfare a condizioni speciali: al n. 3 propose una variante intesa a considerare le domande generiche ed eventuali di sovraccarico solo come condizioni di esercizio, a eccezione però di quelle relative ai limiti di resistenza meccanica e di coppia, le quali dovrebbero considerarsi come richieste particolari di specificazione, e verificarsi, sempre che sia possibile, mediante le prove. Tale emendamento è stato accolto nel testo definitivo delle proposte del Comitato delle Specificazioni, e ratificato dalla Assemblea nella Riunione plenaria del 21 aprile.

Comitati di studio.

Le riunioni dei Comitati speciali di studio occuparono per intero le giornate del 15, 16, 19, 20 e 22 di aprile, sovrapponendosi in generale durante ogni mezza giornata, e talora durante le ore di sera, le sedute di due Comitati ad un tempo; la giornata di sabato 17, era stata riservata ad alcune visite per gruppi delle più importanti officine, stazioni centrali ed Istituti di carattere tecnico e scolastico; quella di domenica 18, ad una splendida escursione nella contea di Westchester, a cui parteciparono pure le Signore; e quella di mercoledì 21 alle riunioni del Consiglio e del Comitato di Azione, nonché alla Assemblea plenaria della Commissione.

Dei lavori compiuti in seno ai vari Comitati sarà minutamente riferito a suo tempo dai Colleghi, che ad essi parteciparono in qualità di Delegati Ufficiali. In questa sede offre soprattutto importanza uno sguardo sommario ai risultati ottenuti, quale si può compendiosamente desumere dalle proposte riassuntive, che i singoli Presidenti ebbero incarico di presentare all'Assemblea plenaria, e che questa ad unanimità ha approvato.

Macchine.

Il Comitato delle Specificazioni delle macchine (Rating), presieduto dal Prof. Feldmann, a cui era Delegato ufficiale del Com. Italiano il Prof. Morelli, si è anzitutto occupato del

sovrariscaldamento ammissibile nelle grandi macchine, comprendendo fra di esse quelle del tipo *turbo*, ed ha fissato per tutti gli alternatori comandati da turbine a vapore, e per le altre macchine a corrente alternata di costruzione analoga per alta velocità, con isolanti della classe B, la cifra di 90°, e per tutte le macchine a poli sporgenti di potenza superiore a 750 kVA, il cui nucleo indotto ecceda in lunghezza 50 cm., la cifra di 60° ove gli isolanti appartengano alla classe A, e 80° alla classe B, intendendosi la misura eseguita col metodo della variazione della resistenza. Ove si impieghino i rivelatori interni, le cifre corrispondenti sono per le macchine di prima categoria, di potenza non inferiore a 5000 kVA e tensione non superiore a 7000 volt, 60° e 80°, a seconda che l'isolante appartenga alla classe A e B, e dove esistano in ogni scanalatura due o più fasci di conduttori, in modo che il rivelatore possa collocarsi fra i rispettivi involucri isolanti; per le macchine della seconda categoria valgono le stesse cifre, se la potenza raggiunge i 5000 kVA, ovvero se la lunghezza d'indotto supera 1 m. Ove in ogni scanalatura sia contenuto un unico fascio di conduttori, le cifre diventano rispettivamente 55° e 70°, se il rivelatore è collocato esternamente all'involucro isolante; 65° e 85° se il rivelatore è all'interno. Ove la tensione ecceda 7000 volt, i limiti predetti di temperatura si riducono di 1°,5 per ogni 1000 volt di eccedenza.

Questi valori sono sostanzialmente conformi a quelli proposti nella Riunione dell'Aja del 1925, e la loro definitiva approvazione segna un passo notevole, in quanto ad essa ha aderito anche la Delegazione Tedesca, che all'Aja non intervenne, e che dichiarò di accettarli, sebbene essi non coincidano con i limiti attualmente imposti in Germania, con la intesa che il Comitato nazionale farà tutto il possibile per mettere le proprie norme in accordo con quelle internazionali.

Circa le modalità di misura delle temperature mediante rivelatori interni, uno speciale sottocomitato, composto del Prof. Rüdenberg per la Germania, Everest per l'Inghilterra e Newbury per gli Stati Uniti, dettò le norme tecniche, le quali vennero approvate dapprima dal Comitato di Studio e poi dall'Assemblea, e saranno a suo tempo riportate nella Relazione definitiva.

Anche la questione delle prove di rigidità dielettrica venne affidata allo studio di uno speciale Sottocomitato, composto di un delegato per ognuno dei Comitati nazionali rappresentati nel Comitato di Studio, il quale concordò la proposta, accettata poi da quest'ultimo e dall'Assemblea, di mantenere per le macchine di potenza inferiore a 10.000 kVA l'attuale norma, che stabilisce come tensione di prova $2E + 1000$. Per le macchine di potenza superiore a 10.000 kVA la stessa norma è mantenuta quando la tensione non eccede 2000 volt; fra 2000 e 6000 volt viene stabilita la tensione di prova $2,5 E$, e per tensioni superiori a 6000 volt quella di $2 E + 3000$ volt.

Venne ancora approvata la classificazione dei materiali isolanti, includendo:

Nella classe O, il cotone, la seta, la carta e altre sostanze organiche consimili, non impregnate o immerse nell'olio;

Nella classe A le sostanze predette, immerse nell'olio o impregnate, e gli smalti;

Nella classe B l'amianto, la mica e altre sostanze consimili inorganiche, commiste a sostanze cementatrici;

Nella classe C la mica senza mezzi di cementazione, la porcellana, il vetro, il quarzo ed altre sostanze consimili.

Speciali norme vennero dettate circa la natura e proporzione delle sostanze impregnanti e cementanti, e circa gli isolanti formati con l'aggregazione di sostanze diverse, in relazione alle variazioni ammissibili di temperatura.

Circa il testo delle norme per le grandi macchine, fu deciso di non pubblicare per ora in forma definitiva il fascicolo 34, Parte I, approvato con la regola dei sei mesi; ma di conservarlo nella forma attuale provvisoria fino a quando sia allestito un testo più completo, che contempli a un tempo le piccole e grandi macchine, e che possa ricevere l'approvazione del Comitato di Azione ovvero dell'Assemblea plenaria.

Lo stesso Comitato delle specificazioni ha inoltre proposto di sottoporre alla ulteriore discussione dei Comitati Nazionali le seguenti questioni:

- 1) Tolleranze nei risultati delle misure eseguite su le macchine elettriche;
- 2) Metodi per la determinazione del rendimento;
- 3) Alcuni punti relativi alle prove di rigidità dielettrica;

4) Dimensioni da assegnare nelle misure spinterometriche;

5) Definizione della forma d'onda;

nonchè alcune altre di minore importanza, e su le quali non fu possibile ottenere l'accordo di tutti i delegati presenti, ovvero per ragioni di procedura non era consentita una deliberazione immediata.

Motori di trazione.

Il Comitato per i motori di trazione, presieduto dall'Ing. Roth, ed a cui era Delegato ufficiale del Comitato Italiano l'Ing. R. Vallauri, si è occupato della Specificazione di questa speciale categoria di macchine, per la quale ha dettato le norme seguenti; queste vennero in massima parte approvate a unanimità, salvo due punti su cui furono mantenute riserve dal Delegato francese:

1) Le norme della C. E. I. si applicano a tutti i tipi di motori di trazione;

2) Le norme della C. E. I. prevedono due regimi di funzionamento:

a) il regime continuo;

b) il regime di un'ora.

Ogni motore deve essere sottoposto per un periodo di 60'' ad una corrente doppia di quella corrispondente al regime di un'ora, sotto la tensione normale, senza che abbia a soffrire alcun danno meccanico, e senza che si manifesti al collettore l'arco (*flashover*) o guasto permanente;

3) Le sopraelevazioni di temperatura delle varie parti al di sopra di quella dell'aria refrigerante, determinate col metodo delle variazioni di resistenza, che si considera come fondamentale, e col termometro, non devono eccedere i limiti indicati nella tabella seguente, ove le differenze fra i valori misurati coi due metodi si devono peraltro intendere semplicemente come medie approssimate, e possono in realtà variare fra vasti limiti per motori di tipo e potenza diversa. Per rendere le specificazioni di tutti i motori di trazione comparabili, le sopraelevazioni di temperatura sono riferite ad una temperatura ambiente di 25°, per cui, se questa eccedesse tale valore, la differenza dovrebbe portarsi in conto nella scelta del motore:

Regime	Parte	Classe di isolante	Temperatura misurata	
			per resistenza	col termometro
Continuo	Armat. ^a e campo	A	85°	65°
		B	105°	85°
Di 1 ora	Commut. ^e e coll. ^e	A e B	—	85°
	Armat. ^a e campo	A	110°	75°
		B	120°	95°
	Commut. ^e e coll. ^e	A e B	—	90°

La specificazione dei motori, che possono subire la regolazione del campo, deve indicare l'eccitazione normale, e con questa devono eseguirsi le prove.

Durante le prove la tensione normale deve essere mantenuta, così nel regime continuo come in quello orario. Per motori completamente chiusi la prova al regime di un'ora deve eseguirsi alla piena tensione normale; quella in regime continuo a $3/4$ o $1/2$ della tensione normale, secondo che sarà indicato nell'ordinazione.

Tensioni normali.

Il Comitato per le Tensioni normali, di cui era Presidente e Delegato ufficiale per il Comitato Italiano il Prof. Lombardi, ha anzitutto approvato in modo definitivo la tabella delle tensioni di distribuzione, compilata nella riunione dell'Aja, la quale ha come valore fondamentale 110 ovvero 115 volt, e comprende per le distribuzioni di corrente continua i multipli $(1 - 2 - 4) \times 110$, $(1 - 2) \times 220$ e 1×440 con le cifre analoghe per la tensione fondamentale di 115; per le distribuzioni di corrente alternata monofase $(1 - 2) \times 110$ ed 1×220 e analoghe per 115; per le distribuzioni di corrente trifase tra fase e neutro i valori 110, 127 e 220 e gli analoghi 115, 133 e 230. Nei sistemi trifasi sono state riconosciute come normali le tensioni concatenate, che risultano da quelle stellate sopra enunciate.

Il Delegato svizzero propose che, nei casi ove la tensione stellata di 230 volt non appare sufficiente per l'economia dell'impianto, venga ammessa anche quella di 380 volt, che corrisponde ad una concatenata di circa 660 volt, ovvero altre tensioni analoghe, le quali si deducono da una di quelle normali

precedenti mediante la moltiplicazione per $\sqrt{3}$. Siccome peraltro tale proposta avrebbe implicato la adozione di una o più tensioni nuove, non contemplate nel verbale della riunione precedente, essa non potè accogliersi dal Comitato di Studio, né presentarsi per l'approvazione all'Assemblea plenaria; essa dovrà perciò per competenza trasmettersi prima all'esame dei Comitati Nazionali.

Lo stesso avvenne della proposta del Delegato belga, intesa a dirimere l'attuale inconveniente della classificazione delle tensioni, in *basse* e *alte*, la quale in parte coincide con le norme vigenti in alcuni Paesi, ond'egli suggerì di classificare le tensioni normali in semplici categorie A, B,...

Circa le alte tensioni, il Delegato svizzero presentò una proposta intesa a modificare la tabella dei valori normali compilata nella riunione dell'Aja, partendo dalle due tensioni fondamentali di 10.000 e di 100.000, e derivandone le altre mediante l'applicazione del moltiplicatore e divisore $\sqrt{3}$. Siccome peraltro tale proposta avrebbe implicato la introduzione di valori nuovi, non prima contemplati, e d'altronde pochi fra i Delegati presenti si manifestavano ad essa favorevoli, essa non potè essere accolta.

Il Delegato italiano propose in nome del nostro Comitato Nazionale che la lista dell'Aja venisse in qualche misura semplificata, riducendo il numero delle tensioni normali, e precisamente adottando come tali solamente le seguenti:

3 6 15 30 60 100 150 200 300 kV.

In verità la tabella, discussa in seno al Comitato Italiano, comprendeva anche i valori 10 e 20 kV; ma il Delegato tedesco aveva giustamente fatto osservare che la differenza di costo degli apparecchi per 10 e 6 kV risulta pressoché insignificante, laddove poi è essenziale per l'economia della costruzione che il numero delle tensioni normali sia veramente ridotto al minimo.

Da parte sua il Delegato inglese aveva proposto di aggiungere alla lista dell'Aja alcune altre tensioni intermedie, ed altri aveva suggerito di sopprimere le due più basse esistenti.

A fianco di questa fondamentale, si attaccava la questione di definire quella che si sarebbe dovuta considerare come *tensione normale*, intendendosi per essa dagli inglesi quella media al luogo di consumo, a somiglianza di ciò che stabiliscono anche le norme tedesche, e tenendosi conto delle variazioni in linea mediante un margine, che è per gli inglesi di $12\frac{1}{2}\%$ e per i tedeschi di $\pm 5\%$; oltre a ciò i tedeschi attribuiscono ai generatori ed ai secondari dei trasformatori un eccesso medio di tensione di 5% sui valori normali, onde in complesso essi dispongono di un margine di variazione di 15% .

A questo riguardo il Delegato italiano si è reso interprete del concetto, dibattuto in seno al Comitato Nazionale, di considerare come normali le tensioni degli apparecchi, astraendo completamente da quelle delle linee, che, entro a reti molto estese, possono subire variazioni considerevoli. Il Delegato tedesco osservò peraltro che le linee moderne tendono oramai a limitare per quanto è possibile tali oscillazioni, l'ampiezza delle quali può ragionevolmente contenersi entro all'intervallo previsto dalle norme tedesche o da altre analoghe, laddove poi l'astrazione completa dalla normalizzazione delle tensioni di linea può arrecare non pochi inconvenienti nelle future costruzioni, perpetuando il disordine che si lamenta a ragione in quelle esistenti.

Deferito l'esame della questione a uno speciale sotto Comitato, questo concordò le proposte seguenti, le quali a unanimità vennero accettate dal Comitato di Studio, e ratificate dall'Assemblea plenaria:

Saranno considerate come alte tensioni *nominali* quelle medie esistenti al centro di consumo, e saranno denominate *tensioni nominali della C. E. I.* nella rete corrispondente.

Le tensioni massime ai morsetti dei generatori, ed ai secondari dei trasformatori, devono considerarsi superiori di circa 10% a quelle medie di consumo. Le variazioni fra il massimo e il minimo, e quelle inerenti alle diverse condizioni di carico, saranno considerate più tardi.

Saranno considerate come alte tensioni *preferibili* quelle che nella tabella seguente figurano in carattere obliquo:

Tabella delle alte tensioni normali

Tensioni nominali	Tensioni massime
1 000	1 100
3 000	3 300
6 000	6 600

Tensioni nominali

10 000
15 000
20 000
30 000
45 000
60 000
80 000
100 000
150 000
200 000
300 000

Tensioni massime

11 000
16 500
22 000
33 000
50 000
66 000
88 000
110 000
165 000
220 000
330 000

Salvo poche varianti, la tabella delle tensioni nominali della C. E. I. coincide adunque con quella preparata all'Aja; ma il concetto espresso dal Delegato italiano e, validamente appoggiato da quello tedesco, ha almeno in parte trionfato, conducendo alla determinazione di un piccolo numero di *tensioni preferite*, alle quali è sperabile che si uniformi la massima parte degli impianti futuri; in tal modo potrà eventualmente in avvenire procedersi alla revisione della tabella attuale, abbandonando una parte delle cifre che, per ragioni di opportunità, si sono in essa provvisoriamente mantenute.

Il Comitato delle tensioni normali si è ulteriormente occupato delle tensioni degli isolatori e degli altri apparecchi analoghi, a riguardo delle quali si accese un vivo dibattito fra una parte dei Delegati presenti e quello svedese. Questi aveva in verità presentata la proposta di normalizzare unicamente le *tensioni di prova* degli isolatori senza alcun riferimento alle tensioni degli impianti, ove essi devono essere impiegati, e la giustificava col fatto che le condizioni locali possono grandemente modificarsi da caso a caso, e imporre la scelta di tipi d'isolatori, che in condizioni normali si dovrebbero considerare del tutto esuberanti.

Il Delegato svizzero aveva d'altronde proposto di fissare la tensione di prova in relazione a quella di esercizio mediante una formula binomia, del tipo di quella comunemente accettata anche per le prove di rigidità dielettrica delle dinamo e dei trasformatori, e ne aveva suggerito i coefficienti $2E + 10.000$, astraendo per ora dalla decisione se per E dovesse intendersi il valore medio o quello massimo della rete.

Prevalse alla fine, e non senza contrasti, la proposta svizzera, onde il Comitato di Studio decise di sottomettere ai Comitati Nazionali per la discussione ulteriore tale formula binomia, che dovrà servire a determinare la tensione di prova degli isolatori e apparecchi affini in relazione a quella di esercizio, ed avere la forma $aE + b$. A questa proposta il Delegato svedese accettò con la esplicita condizione che tale formula, ove si raggiunga l'accordo sopra i due coefficienti, debba servire a calcolare la tabella delle *tensioni normali di prova* con riferimento a quella delle *tensioni nominali* della C. E. I., e all'influenza di essa nessun'altra tensione debba considerarsi normale ai fini della C. E. I.

Tale decisione, non involgendo alcuna risoluzione definitiva ai sensi dello Statuto, non venne sottoposta all'approvazione dell'Assemblea plenaria.

Il Delegato svizzero avanzò ancora la proposta di contrassegnare mediante colori normali gli involucri isolanti dei cavi di diverso tipo e provenienza; ma nessuna deliberazione venne adottata al riguardo, essendo mancato il tempo per un'esauriente discussione.

Simboli.

Il Comitato per i Simboli, presieduto dal Col. Edgcombe, ed a cui era Delegato ufficiale del Comitato Italiano il Prof. Lombardi, ha riveduto la lista dei simboli grafici, allestita nella riunione precedente, e fatta circolare attraverso ai Comitati Nazionali con la regola dei sei mesi. Le correzioni apportate furono poche in numero, e di poco rilievo, onde il Comitato potè ottenerne la ratifica dall'Assemblea plenaria. Esso propose del pari e ottenne la ratifica di un certo numero di simboli per impianti di trazione, già considerati all'Aja e diramati per esame ai Comitati Nazionali.

Esso inoltre adottò definitivamente il simbolo Ω per l'ohm come unità di resistenza, e raccomandò ai Comitati Nazionali che la polarità delle pile e degli accumulatori venga indicata contrassegnando col tratto di linea più lungo e sottile il polo positivo, e con quello più breve e grosso il negativo. Notoriamente questa notazione è già in uso presso la maggioranza degli Autori di alcune Nazioni, laddove altri hanno adottato la notazione opposta. Il Prof. Kennelly ha però giustificato me-

dianche considerazioni storiche la preferenza da dare alla prima di esse, la quale perciò venne a maggioranza approvata nel senso indicato.

La questione dei simboli per le installazioni interne non apparve per ora matura per la discussione. Verrà invece trasmessa ai Comitati nazionali in esame una lista di simboli telegrafici e telefonici ed una per radio-comunicazioni, compilata da uno speciale Sottocomitato e sopra di cui si ritiene possibile l'accordo internazionale.

Il Comitato dei Simboli ha ancora discusso se potesse rientrare nelle competenze sue o di altro speciale Comitato la compilazione dei Simboli relativi ad altri capitoli della tecnica, come i motori primi idraulici ed a vapore, le trasformazioni termodinamiche, ecc. Prevalse l'idea che a tal uopo si debba costituire un Comitato o Sottocomitato apposito, la nomina del quale rientra nelle competenze del Comitato di Azione.

Nomenclatura.

Il Comitato per la Nomenclatura, di cui è Presidente il Dott. Mailloux ed a cui era ancora Delegato ufficiale del Comitato Italiano il Prof. Lombardi, ha tenuto una sola riunione, alla quale, per desiderio del Dott. Mailloux, presiedette l'Ing. Semenza, per dare a lui modo di esporre minutamente i risultati del lavoro già compiuto in relazione al Vocabolario Internazionale, in seguito al mandato ricevuto nelle Conferenze precedenti di Londra e dell'Aja, con la collaborazione del piccolo Comitato di redazione, all'uopo designato.

Avendo questo ritenuto di dover dare la preferenza al modello di vocabolario inglese, le voci in esso contenute furono una ad una esaminate e discusse, giungendo alla selezione di 700 voci circa, atteso che di un numero più grande non apparve la necessità, e si ritenne troppo difficile l'accordo.

Di queste voci alcune definizioni preliminari vennero elaborate dal Dott. Mailloux, e una parte del lavoro di discussione poté eseguirsi per corrispondenza. A questo punto però egli ritenne che i diversi Comitati Nazionali dovessero essere investiti della questione, e propose che ad essi dovessero sottoporsi le voci predette, chiedendo il loro parere circa la classificazione da adottare, e circa la definizione preferita, fra quelle contenute nei vocabolari già esistenti.

Il Delegato Italiano sostenne la idea che ai Comitati Nazionali dovesse darsi comunicazione del prezioso lavoro già compiuto dal Dott. Mailloux, a fine di rendere più sollecito ed efficace il loro esame. A questo riguardo però il Mailloux non nascose la complicazione notevole del lavoro di composizione e tiratura occorrente.

Dopo discussione ulteriore, venne deliberato di confermare nel senso più ampio il mandato già conferito al Sottocomitato di redazione, allargandone però la costituzione in modo che esso comprenderà:

- Il Dott. C. O. Mailloux, Presidente, per gli S. U.
- Il Prof. Janet per la Francia.
- Il Sig. C. Wharton per l'Inghilterra.
- Il Dott. P. Strecker per la Germania.
- Il Sig. Van De Well per l'Olanda.
- Il Prof. L. Lombardi per l'Italia.
- Il Prof. M. Chatelain per la Russia.

Il Sottocomitato dovrà sottoporre ai diversi Comitati Nazionali la lista dei termini prescelti dal Vocabolario Inglese, col suggerimento che questo venga tenuto a base come modello della classificazione, non senza però richiamare l'attenzione su tutti i vocaboli finora compilati dai diversi Comitati. Ogni Comitato nazionale sarà così invitato a fare l'esame comparativo delle varie definizioni, ed a suggerire quella che riterrà preferibile. Il Sottocomitato redigerà allora una lista definitiva, proponendola ai Comitati Nazionali con la giustificazione, ove occorra, della sua scelta.

Si spera in questa guisa di raggiungere il risultato voluto con sufficiente rapidità.

Regolamentazione delle linee.

Il Comitato per le Norme e i Regolamenti delle linee, presieduto dal Sig. E. Uytborck ed a cui era Delegato ufficiale pel Comitato Italiano il Comm. Jacobini, dopo avere esaminato le memorie presentate da alcuni Comitati Nazionali, relative ai Regolamenti locali, ha espresso il parere che lo studio di questi debba possibilmente continuarsi per ogni Nazione, allo scopo di stabilire i principi generali a cui dovrà uniformarsi la costruzione delle linee elettriche per soddisfare alle esigenze tecniche

ed a quelle di sicurezza; ha espresso il desiderio che in ogni Paese coloro che hanno la responsabilità di tali regolamentazioni vogliano tenere nella dovuta considerazione il lavoro della C. E. I. e formulare le loro norme sul tipo di quelle della C. E. I. a fine di renderne facile il confronto; ha manifestato l'opinione che la C. E. I. debba procurarsi e mantenere in corrente la collezione delle Norme e dei Regolamenti di tutti i Paesi, ove esiste un Comitato Elettrotecnico Nazionale, e che ognuno di questi debba averne la copia.

A questo scopo l'Ufficio Centrale, ovvero quel Comitato Nazionale che all'uopo venga designato, dovrà ogni anno inviare a tutti gli altri un dettagliato questionario, che essi dovranno riempire; ognuno di questi Comitati dovrà tenere al corrente il Comitato predetto o l'Ufficio Centrale delle più recenti norme e dei regolamenti vigenti nel rispettivo Paese; l'Ufficio stesso, o il Comitato che ne avrà l'incarico, dovrà diramare a tutti gli altri con la maggiore sollecitudine, e semorechè risulti necessario un confronto particolareggiato delle norme di ogni Paese, e suggerire i principi generali sopra considerati.

Il Comitato di Studio ha finalmente proposto che, per accelerare il lavoro, un Comitato Nazionale venisse incaricato di tale lavoro in luogo dell'Ufficio Centrale, e su proposta del Delegato inglese, appoggiata da quello francese, il Comitato belga venne invitato ad assumere tale incarico, che il Signor Uytborck, nella sua qualità di Segretario del Comitato stesso, si dichiarò disposto di accettare, confidando nella volenterosa collaborazione di tutti gli altri. Tale proposta venne in conseguenza presentata e accolta dal Consiglio e ratificata dall'Assemblea.

Olii.

Il Comitato per gli Olii dei trasformatori, di cui il Consiglio deliberò di mutare il nome chiamandolo « per gli olii isolanti », presieduto dal Signor W. H. Fulweiler in assenza del Dott. Burgess, ed a cui era Delegato ufficiale pel Comitato italiano l'Ing. Virgili, dopo un attento esame delle norme vigenti presso le diverse Nazioni, e dei rapporti presentati da alcuni esperti di particolare competenza, ha sottoposto all'Assemblea plenaria le seguenti raccomandazioni, che essa ha senz'altro approvate:

1°) Che la viscosità degli olii sia espressa come viscosità cinematica;

2°) Che durante i prossimi anni la viscosità sia determinata a 20° e 40°, con la riserva di decidere in una riunione a venire del Comitato di Studio circa l'adozione di una sola temperatura. A fine di ottenere le informazioni necessarie intorno ai caratteri dell'olio, dovrà eseguirsi una prova della temperatura di congelamento, per la quale dovrà adottarsi il metodo americano del *pour test*, se il Comitato Nazionale non possiede un metodo normale proprio;

3°) Che sia abbandonata l'organizzazione in tre gruppi stabilita all'Aja per l'esame dei metodi di prova, e la questione sia trattata dall'Ufficio Centrale con l'assistenza del Dott. Mitchie;

4°) Che allo scopo di arrivare ad una prova di accettazione di breve durata, debba stabilirsi primieramente il metodo di ricerca sistematica, sul quale esclusivamente deve rivolgersi per ora lo studio dei Comitati Nazionali, onde essi potranno conservare provvisoriamente i loro metodi di collaudo;

5°) Che per ottenere i necessari elementi di discussione per la prossima riunione, debbano eseguirsi le prove secondo i quattro metodi caratteristici della Svezia, della Svizzera, della Germania e degli Stati Uniti, alla temperatura normale prescritta nelle rispettive regole razionali ed a quella di 110°.

Indicazioni terminali.

Il Sottocomitato di Studio per i Contrassegni terminali (*Terminal Markings*), designato all'Aja dal Comitato principale delle specificazioni, e composto di un Delegato per ognuno dei Comitati Nazionali del Belgio, della Gran Bretagna, della Germania, della Svizzera e degli Stati Uniti, sotto la presidenza del Dott. Strecker, non si trovò in grado di esaurire la discussione degli argomenti proposti, attesochè buona parte delle comunicazioni relative era pervenuta all'Ufficio Centrale troppo tardi per poter essere comunicata ai Comitati Nazionali. Esso pertanto si è limitato a proporre che il rosso sia adottato come colore caratteristico dei morsetti positivi delle batterie e il bleu per i negativi, al chè aderì anche il Delegato della Cecoslovacchia, sebbene in quel Paese l'uso attuale sia l'opposto.

Tale proposta venne approvata dall'Assemblea plenaria, riservando al Sottocomitato la compilazione delle altre proposte,

relative ai contrassegni terminali, su cui non era stato possibile ottenere l'accordo, e che perciò dovranno essere trasmesse per l'esame e la discussione ai Comitati Nazionali. Come è noto, il contrasto si accentua soprattutto fra il sistema americano, che contrassegna nei trasformatori ogni avvolgimento di fase mediante una lettera unica, e le eventuali derivazioni intermedie mediante indici numerici, ed il sistema europeo, ove le tre fasi sono generalmente distinte con tre lettere diverse. Secondo il metodo svizzero, seguito in massima anche in Germania ed in Italia, il principio e la fine di ogni avvolgimento sono contrassegnati con lettere diverse, *A B C...* per le correnti continue, *U V W...* per quelle alternate. A tale doppio contrassegno sono contrari i francesi, di cui Girault illustrò il sistema nella *Revue Générale de l'Electricité* del 27 luglio 1925, ed in favore di questo si pronunciarono gli inglesi, laddove l'Olanda è in favore del metodo svizzero.

Sufficiente accordo si manifesta invece su l'impiego delle lettere maiuscole per gli avvolgimenti di alta tensione dei trasformatori, e per gli statori delle macchine a corrente alternata; e delle lettere minuscole per gli avvolgimenti di bassa tensione dei trasformatori e per i rotori dei motori asincroni. Altre questioni controverse riguardano l'uso di particolari lettere convenzionali; il modo di specificare la direzione della rotazione delle macchine, i contrassegni terminali per gli apparecchi; i diagrammi di connessione dei trasformatori e l'indicazione del punto neutro; e di ognuna di queste, in base alla deliberazione di massima adottata, i Comitati Nazionali saranno ora investiti, in modo che venga apparecchiato materiale sufficiente per le deliberazioni definitive nella prossima riunione.

Attacchi delle lampade.

Il Comitato per i Sostegni delle lampade a incandescenza, presieduto dal Dr. C. Sharp, ed a cui era Delegato ufficiale per il Comitato italiano l'Ing. C. Clerici, non ebbe modo di adottare deliberazioni definitive, sopra entrambe le questioni proposte al suo esame, atteso che il Comitato speciale dei fabbricanti, che ha sede a Ginevra, ed è presieduto dal Sig. Holst, dichiarò di non avere peranco raggiunto un accordo completo circa gli attacchi Edison, in causa delle differenze nei metodi di fabbricazione europei ed americani. Bensì vennero approvate dal Comitato e sottoposte alla ratifica dell'Assemblea plenaria le dimensioni degli attacchi a baionetta, su cui era intervenuto l'accordo dei Comitati Inglese e Francese e di quello dei fabbricanti.

Motori primi.

Il Comitato per i Motori primi, presieduto dal Dott. Durand, ed al quale erano delegati ufficiali del Comitato italiano l'Ing. Ratti per i motori idraulici e l'Ing. Bianchi per quelli termici, si occupò durante la prima seduta dei motori idraulici e durante la seconda di quelli termici, incaricando di formulare le relative conclusioni due speciali Sottocomitati, composti per i motori idraulici dei Sigg. Darrieus, Hoenig, List, Ratti, Wallis e Taylor, Presidente; e per i motori termici dei Signori Burge, Darrieus, Forgeur e Low, Presidente.

In realtà, mediante lunghe discussioni in seno al primo Sottocomitato, si è raggiunto l'accordo su quasi tutte le questioni proposte per lo studio dei motori idraulici alla precedente conferenza dell'Aja, all'infuori delle norme per la richiesta di preventivi e delle norme contrattuali, che gli americani non crederanno di dover sottoporre ad un'intesa internazionale.

Per gli impianti idraulici vennero pertanto stabilite le definizioni generali, e quelle relative alle turbine secondo le proposte inglesi, opportunamente modificate; nonché le norme per le prove ed i metodi per le misure di collaudo, in conformità delle proposte inglesi e americane. Le nostre proposte, in quanto si trovavano con quelle in disaccordo, non vennero perciò accolte, ma il Delegato italiano, il quale partecipò attivamente alle discussioni, ha creduto di dover approvare le decisioni prese, in quanto le ritenne logiche e rispondenti alle migliori esigenze tecniche.

Per le turbine a vapore il secondo Sottocomitato ha proposto le norme per specificarne la potenza, la regolazione di velocità, gli elementi caratteristici per l'ordinazione, nonché per eseguirne il collaudo e caratterizzarne il rendimento e il consumo specifico, ed ha compiuto un esame minuzioso dei vari documenti presentati da alcuni Comitati Nazionali, onde il loro contenuto potrà essere efficacemente coordinato e corretto nella compilazione dei documenti futuri, i quali verranno trasmessi per l'esame definitivo ai singoli Comitati Nazionali.

Riunione del Consiglio della C. E. I.

Nella riunione del Consiglio, tenuta il 21 di aprile alle 10 ant., venne approvata l'ammissione dell'Australia e la riammissione dell'Austria a far parte della Commissione Elettrotecnica Internazionale; venne autorizzata la compilazione di alcune varianti allo Statuto, il testo delle quali dovrà essere sottoposto ai Comitati Nazionali; venne rieletto a Presidente Generale l'Ing. G. Semenza, per concorde acclamazione; vennero nominati il Col. Crompton Presidente onorario, e Sir Glazebrook Segretario onorario della Commissione; venne acclamata come sede della prossima Riunione la città di Como, in conformità della proposta formulata dal Prof. Lombardi a nome del Comitato Elettrotecnico e dell'Associazione Elettrotecnica Italiana; vennero approvati i bilanci e discussa la questione della variazione dei contributi, la quale si rende oramai indispensabile per far fronte alla mole enormemente cresciuta di lavoro dell'Ufficio Centrale, e dovrà probabilmente risolversi mediante una diversa quotazione dei Comitati, che rappresentano Paesi di maggiore popolazione o di più largo sviluppo industriale; (a tale riguardo verranno naturalmente interpellati in precedenza, secondo le norme di procedura, i Comitati nazionali); venne incaricato il Comitato belga di proseguire il lavoro già iniziato di studio e coordinamento delle norme e dei regolamenti per le linee aeree; venne approvata la proposta del Dott. Strecker di aggiungere all'Ufficio Centrale un collaboratore tecnico.

Riunione plenaria di chiusura.

Tali proposte e deliberazioni vennero nei limiti delle rispettive competenze approvate dal Comitato di Azione e dall'Assemblea plenaria, nelle successive adunanze, indette nella medesima giornata.

Con quest'ultima si è chiusa il 21 aprile la parte ufficiale dei lavori della Commissione Elettrotecnica, per il risultato dei quali va data ampia lode alla Presidenza generale ed all'Ufficio Centrale; di fronte ai Comitati Nazionali, ed a tutti gli Enti che ne curarono la costituzione, il Comitato Americano, il quale promosse la riunione e la seppe così perfettamente organizzare, si è reso a sua volta particolarmente benemerito.

*

Dei magnifici ricevimenti, offerti alla Comitativa dei Delegati durante il soggiorno a Nuova York, e della splendida escursione, per essi allestiti con insolita grandiosità dal Comitato degli Stati Uniti e da quello del Canada, sarà riferito brevemente in una corrispondenza ulteriore.

Non può qui peraltro passarsi sotto silenzio la Riunione, che durante lo stesso periodo tennero a Nuova York i Delegati alla Conferenza internazionale di standardizzazione, presieduta da Sir Archibald Denny. Questa aveva per scopo di apparecchiare la costituzione di un nuovo Ente Internazionale di Standardizzazione, destinato a occuparsi in generale delle macchine e apparecchi, che hanno attinenza con le industrie fuori del campo elettrico, a somiglianza di ciò che già accade ad opera di Comitati speciali in America. Inghilterra ed in alcune altre Nazioni. Delegato italiano alla Conferenza era l'Ing. Ratti.

Da parte sua il Comitato Elettrotecnico Nazionale degli Stati Uniti, in una adunanza tenuta il 15 aprile 1926, considerata la necessità di estendere la standardizzazione al di fuori del campo elettrotecnico, e visto che la C. E. I. aveva già messo allo studio alcune questioni estranee all'elettrotecnica, e d'altronde aveva già ricevuto ufficiale riconoscimento da parte di vari Governi, per cui i mezzi suoi avrebbero potuto utilizzarsi anche per altri rami della tecnologia, aveva manifestato il parere che la C. E., qualora ne fosse debitamente richiesta, dovesse mettere a disposizione la sua organizzazione e la sua esperienza per un servizio tecnico internazionale di questa natura, allargando nelle diverse Nazioni la sua rappresentanza in misura tale da poter trattare le questioni che venissero sottoposte, all'infuori del suo campo attuale di azione. Il Comitato degli Stati Uniti si dichiarava da parte sua pronto a collaborare in tal senso con qualsiasi Ente di Standardizzazione già esistente, o che fosse per sorgere, e auspicava che a tale scopo venissero sostanzialmente mantenute in vigore le forme di rappresentanza e d'organizzazione, che presso la C. E. I. avevano fatto così buona prova, offrendo esse il modo più diretto, economico e sicuro per la costituzione di una Commissione tecnica di carattere internazionale.

Quest'ordine del giorno venne dall'Ing. Lieb, Presidente del Comitato di ricevimento degli Stati Uniti, comunicato in una

riunione ufficiosa dei Capi delle varie Delegazioni il 19 di aprile, in seno alla quale sul delicato argomento si accese una lunga discussione, riconoscendosi dai più che la formazione di un Ente Internazionale unico per la trattazione di tutte le questioni di standardizzazione offrirebbe in verità non pochi vantaggi, per cui potrebbe interessare alla C. E. I. di prenderne o comunque favorirne la iniziativa; laddove poi non pochi dubitavano che la C. E. I., così facendo, potesse in sostanza perdere una parte della sua autonomia, o rinunciare a taluno dei privilegi che nel lungo cammino percorso, e con l'esperienza acquisita, essa si era saputa assicurare.

Alla fine venne approvato un ordine del giorno, presentato dall'Ing. Semenza, ed emendato da Glazebrook e Kennelly, col quale si confermò da parte della C. E. I. il desiderio di assecondare in ogni possibile guisa il lavoro generale di standardizzazione, e la buona disposizione di collaborare in tal senso con gli Enti nazionali che ad esso attendono, senza pregiudizio della forma definitiva, che possa adottarsi per una eventuale organizzazione di carattere internazionale.

Tale generico intendimento venne anche successivamente confermato dal Comitato di Azione, senza che al riguardo potesse adottarsi alcuna deliberazione concreta, non essendo peranco chiusi i lavori e formulate le risoluzioni della Conferenza internazionale di standardizzazione.

10 maggio 1926.

L. L.

AVVIENE NEGLI ISOLATORI DI PORCELLANA UN INVECCHIAMENTO? □ □ □

W WEICHER

A volte viene espresso, da imprese esercenti grandi reti di distribuzione elettrica, il timore che la porcellana degli isolatori ad alta tensione col tempo subisca certe alterazioni nella massa, che si stanchi, cioè « invecchi ».

Così l'Ing. Luigi Passerini, in una estesa relazione sugli impianti di linee ad alta tensione in Sardegna ⁽¹⁾, riferisce circa manifestazioni di stanchezza negli isolatori ivi installati; le alterazioni da essi subite sono però piuttosto da attribuire in parte alla porosità del materiale isolante, in parte ai depositi salini formati sull'isolatore stesso e in parte alla imperfetta cementatura degli elementi che lo compongono.

Un vero « invecchiamento », cioè una alterazione nella struttura della massa dell'isolatore, non avviene, specialmente quando si tratti di buona porcellana. Le alterazioni di cui fa parola l'Ing. Passerini, si riferiscono alla messa fuori servizio dell'intero isolatore, come elemento costruttivo della linea, ma ciò non basta per attribuire alla porcellana come materia prima, tale comportamento; la differenza è notevole. Effettivamente, le alterazioni che si manifestano non sono dovute a cambiamento della struttura della porcellana, ma sono da attribuire ad azioni secondarie, come ad esempio:

Cementazione delle singole parti componenti l'isolatore con cemento inadatto (da cui derivano incrinature alla testa del suddetto); montaggio mal fatto (per esempio, inadatto fissaggio dell'isolatore al sostegno); difetti interni del materiale (così bolle d'aria, incrinature, porosità della porcellana, ecc.); od, infine, influenze esterne (depositi salini o di altri detriti).

In una ulteriore pubblicazione ⁽²⁾ l'Ing. Passerini si occupa più particolarmente delle caratteristiche costruttive dell'isolatore e propone in proposito dei miglioramenti, quali: l'arrotondamento interno ed esterno della testa; l'impiego, per gli isolatori cementati, di un cemento elastico; provvedimenti per impedire la penetrazione dell'acqua nello strato di cemento; e soprattutto una maggiore severità nelle prescrizioni di prova, specialmente per quanto riguarda le prove elettriche d'impulso.

Poiché tali richieste attualmente sono fatte insistentemente anche in Germania e le prove ivi eseguite hanno condotto, almeno in parte, a delle concrete conclusioni, ci sia permesso di fare alcune osservazioni di chiarimento ai punti di vista manifestati dall'Ing. Passerini.

Per quanto concerne le prove d'impulso per gli isolatori ad alta tensione, di cui specialmente si occupa nella sua rela-

zione l'Ing. Passerini, tale procedimento, è stato già preso in considerazione dal « Verband Deutscher Elektrotechniker » e precisamente dalla Commissione per la sicurezza degli impianti elettrici.

Fino ad ora non si hanno dati pratici sufficienti di confronto fra isolatori provati soltanto alla solita corrente alternata di 50 periodi ed isolatori sottoposti anche alle prove d'impulso, i quali si trovino in esercizio esattamente nelle medesime condizioni di funzionamento, o meglio ancora montati sulla stessa linea. Attualmente si va manifestando una intesa fra esercenti di imprese elettriche e fabbriche di porcellane allo scopo di procedere a delle esperienze pratiche sulla utilità di tali prove di impulso.

Esse devono essere effettuate secondo direttive bene stabilite e quindi sono state fissate delle prescrizioni di guida ⁽³⁾ nelle quali sono messe in evidenza le disposizioni più importanti, come l'elevazione della tensione d'impulso, (alla quale si deve produrre l'arco esterno sull'isolatore e che deve, col suo valore massimo, corrispondere al doppio della tensione effettiva d'arco a secco), numero d'impulsi (almeno 20), capacità efficace d'impulso (almeno $0,001 \mu F = 900 \text{ cm}$, cioè circa venti volte il valore della capacità dell'isolatore da provare) prova singola di ogni isolatore (cioè niente prove in gruppo), ecc. Le solite prove con tensioni alternate a 50 periodi debbono essere senz'altro effettuate e sostenute dopo la prova d'impulso, in modo che abbiano a rivelare quegli isolatori che siano stati danneggiati nella prima prova in modo non manifesto.

E' particolarmente importante che ogni isolatore provato alla prova d'impulso, sia segnato con un segno nero in un posto protetto dalla pioggia (per esempio nella parte interna della campana inferiore), per modo da potere distinguere, quando saranno installati in esercizio con altri, gli isolatori già sottoposti a tale prova.

Non è prescritto per le prove d'impulso, un determinato modo d'inserzione, poichè questo differisce notevolmente secondo le vedute dei tecnici competenti, come pure delle fabbriche di porcellana; d'altra parte la severità della prova certamente dipende assai più dalla massima tensione d'impulso raggiunta, dal numero degli impulsi e dalla relativa capacità, che non dai particolari delle connessioni, quali lunghezze dei conduttori, ecc. Relativamente all'ottenimento degli impulsi di tensione, è tassativamente prescritto che questi debbono effettuarsi mediante la formazione d'arco fra due sfere di sufficiente diametro e convenientemente distanziate, collegate con una batteria di condensatori.

Le prove d'impulso effettuate secondo tali norme, mettono senza dubbio in evidenza un gran numero di isolatori difettosi (molto di più che con le prove a corrente alternata e con difetti che tali prove non rivelano); è per altro da chiedersi se quei difetti che frequentemente sono localizzati soltanto in una piccola porzione del mantello esterno dell'isolatore, siano effettivamente di nocumento a questo quando trovasi in servizio.

In ogni caso l'opinione degli esercenti di reti attribuisce generalmente le avvenute perforazioni di isolatori a difetti costruttivi, soprattutto a incrinature capillari dovute alla cementazione; è molto dubbio che un isolatore senza difetti possa subire la perforazione in esercizio (escluso naturalmente il caso di forti temporali).

Quanto alla questione prospettata dall'Ing. Passerini, dell'invecchiamento degli isolatori, bisogna fare una radicale differenza fra un guasto causato all'isolatore, sia pure costituito dal migliore materiale, da una difettosa cementazione (difetto purtroppo assai frequente) ed un guasto prodotto nella massa isolante della porcellana dalle sollecitazioni alle quali l'isolatore è esposto in esercizio.

Il primo fenomeno, cioè lo screpolamento degli isolatori cementati, avviene soltanto negli isolatori costituiti da più elementi cementati fra loro con cemento inadatto (sia non magro, che apparentemente magro, o anche gonfiantesi) e senza che sieno state prese le necessarie precauzioni nella esecuzione della cementatura. In tali isolatori si presentano, dopo un certo tempo, (spesso dopo 4-6 e generalmente prima di 10 anni come dimostra l'esperienza), delle incrinature capillari alla testa; esse dapprima sono talmente sottili da non essere quasi visibili, ma a poco a poco s'ingrossano e naturalmente vanno fortemente abbassando il valore della tensione di perforazione. Le screpolature vengono prodotte soprattutto dalla diversa dilatazione del cemento e della porcellana, la quale ultima possiede un coeffi-

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, n. 29 del 15 ottobre 1924, pag. 718.

⁽²⁾ L'Elettrotecnica, n. 12 del 25 aprile 1925, pag. 290.

⁽³⁾ E. T. Z., 1925 Fascicolo 44, 29 ottobre 1925, pag. 1669.

ciente di dilatazione che è circa la terza parte di quello del puro cemento smagrato con la sabbia.

Il fatto che in tali isolatori le screpolature si rivelino dopo un lungo periodo d'esercizio, dipende dal fatto che il cemento s'indurisce assai lentamente e durante il primo anno rimane talmente cedevole da compensare la diversa dilatazione al calore della porcellana; inoltre come ha dimostrato l'esperienza, s'incrina dapprima soltanto l'elemento esterno dell'isolatore, mentre l'elemento interno, al quale il primo è accoppiato, sostiene per un tempo più lungo l'intera tensione d'esercizio.

Condizioni completamente analoghe si presentano negli isolatori a catena cementati di antica costruzione, in cui parimenti si producono incrinature tra la cappa cementata all'esterno ed il perno cementato all'interno. In questi isolatori si può seguire il progressivo estendersi delle incrinature rilevandolo quantitativamente mediante periodiche misure della resistenza.

La inserzione in serie di più elementi in una catena, impedisce anche in questi isolatori una rottura istantanea contemporanea di tutta la catena causata dalla perforazione di un numero di isolatori difettosi. Spesso, come con gli isolatori portanti a più campane cementate, si può con questi isolatori prevenire sgradevoli guasti nell'esercizio, mediante una revisione regolare e l'eliminazione degli elementi difettosi.

Dalla considerazione di un invecchiamento degli isolatori, si debbono naturalmente escludere quei casi nei quali gli isolatori sin dal principio presentano dei difetti materiali (incrinature interne, parti non omogenee, soffiature, e simili); come pure quelli in cui per troppo stretta incanapatura ovvero per inadatta cementatura dell'isolatore sul perno, specialmente sotto l'azione di rapidi cambiamenti di temperatura, si generano delle rotture per pura azione meccanica; ciò peraltro, è osservabile tosto che l'impianto viene messo in esercizio.

Un altro effetto, che parimenti non dipende dal materiale isolante e non ha quindi a che vedere coll'invecchiamento dell'isolatore, è quello delle scariche superficiali, a cui accenna l'Ing. Passerini, causate dalla diminuita resistenza del mantello dell'isolatore.

Tali scariche si producono soltanto in seguito a forti depositi di polvere o di sostanze saline sul mantello, e principalmente sotto l'influenza di forte umidità.

Esse si rendono particolarmente osservabili nella parte interna della campana inferiore, dove formano un accentuato annerimento. In condizioni di esercizio sfavorevoli possono estendersi alle altre campane e condurre alla formazione dell'arco esterno sull'intero isolatore. Eccettuato questo caso, le scariche superficiali (glimm-entladungen) sono assolutamente innocue per la sicurezza dell'esercizio. Tutto al più possono diventare pericolose indirettamente nel caso di isolatori cementati troppo forzatamente, per la dilatazione che avviene in seguito al riscaldamento causato dalle scariche stesse ⁽⁴⁾.

Sono quindi da considerare compromettenti per la sicurezza dell'esercizio gli isolatori aventi le campane sporche, salvo le non frequenti eccezioni in cui si ovvia a ciò con periodiche ripuliture o con la scelta di una forma grande speciale.

Rimane ora da domandarsi, se, messe da parte le sopradette manifestazioni di difetti costruttivi (incrinature, ecc.), e così pure le menzionate diminuzioni della resistenza dell'isolatore, esista nel medesimo un « invecchiamento » o « stanchezza » della porcellana. Questo eventualmente dovrebbe derivare da un cambiamento nella struttura della porcellana, che potrebbe essere prodotto nell'isolatore dai seguenti motivi:

1) Dall'influenza atmosferica: ossia specialmente dalle variazioni di temperatura, ovvero dall'azione di agenti chimici o vapori nocivi contenuti nell'aria.

2) Dall'azione meccanica continua esercitata dal conduttore con le sue vibrazioni.

3) Dalle sollecitazioni elettriche, e cioè:

a) azione elettrolitica, per sovrapposizione per es. alla normale frequenza di 50 periodi, di sollecitazioni d'alta frequenza prodotte da onde ripide, ecc.;

b) per scariche e correnti superficiali.

La prima ipotesi attribuente un cambiamento nella struttura della porcellana all'influenza atmosferica, deve assolutamente essere scartata, anche per durate secolari, almeno per la buona porcellana come viene esclusivamente impiegata per scopi elettrotecnici. Come è noto la porcellana è costituita da tre componenti fondamentali: caolino, feldspato e quarzo, che ven-

gono riscaldati ad una temperatura di circa 1400° alla quale la massa viene sottoposta ad un processo di contrazione.

I vari materiali ed in gran parte specialmente il feldspato, fondono e subiscono alterazioni chimiche; così, il quarzo, secondo una nuova spiegazione, subirebbe una reazione chimica con la formazione di cristalli. In ogni caso, dopo la cottura la massa della porcellana si presenta come un corpo compatto ben vetrificato, che resiste per qualsiasi durata di tempo all'influenza atmosferica.

La resistenza della massa della porcellana contro l'influenza atmosferica, può essere del resto controllata facilmente anche in laboratorio.

E' noto che la porcellana, al contrario del comune vetro del commercio, è assolutamente resistente alle azioni chimiche di ogni sorta e gli stessi acidi o alcali non riescono affatto ad attaccarla.

La messa fuori servizio di tanti isolatori vecchi, specialmente dei cosiddetti isolatori americani, è da attribuire ad una certa porosità della porcellana impiegata, la quale col passare del tempo si impregna di umidità cosicchè il potere isolante dell'isolatore diminuisce sotto il limite ammissibile.

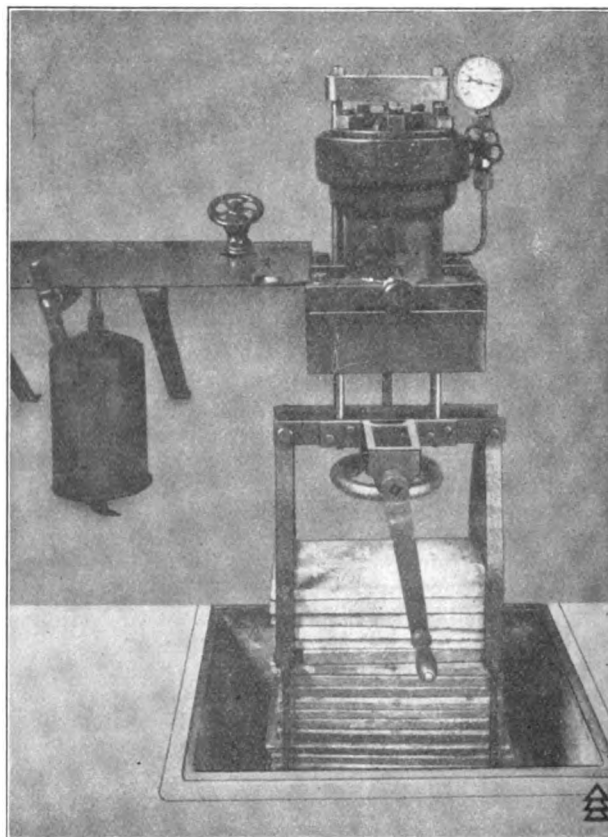


Fig. 1.

Come prima caratteristica di un buon isolatore, si dovrebbe richiedere, come afferma anche l'Ing. Passerini con piena ragione, l'assoluta impermeabilità della grana della porcellana.

Un buon mezzo per constatare la impermeabilità dei cocci di porcellana è quello prescritto anche dalle norme tedesche del V. D. E., con la immersione di un rottame fresco di porcellana in una soluzione di fucsina.

Tale prova è molto più completa, se effettuata sotto pressione ⁽⁵⁾, e cioè tenendo piccoli cocci di un isolatore, o anche l'intero isolatore da provare, immersi in una soluzione colorante sotto pressione, per esempio di 150-300 atmosfere, per lungo tempo (parecchie ore, sino a un giorno).

La fig. 1 mostra un apparecchio destinato per tale scopo, del reparto costruzione macchine della Casa Hermsdorf-Schomburg in Friburgo (Sassonia).

E' da escludere completamente che, trattandosi di buona porcellana, col passare degli anni l'umidità atmosferica possa introdursi nella massa dell'isolatore, abbassando il suo potere isolante. Per contro, esperienze basate su periodi di più decine d'anni, compiute in Germania con misurazioni di confronto del

⁽⁴⁾ SYLVAN: Teknisk Tidskrift El., 3 novembre e 1 dicembre 1923, pag. 215.

⁽⁵⁾ FARR e PHILPOTT: J. A. J. E. E., 1922, fasc. 10, pag. 711. — PHAIFFER: E. T. Zg 1925, fasc. 29, pag. 1078.

potere isolante su isolatori vecchi ed isolatori nuovi, hanno sempre dato valori uguali e del tutto soddisfacenti.

Un'altra influenza sfavorevole per la struttura della porcellana, potrebbe essere quella prodotta dalle sollecitazioni meccaniche del conduttore. Non si tratta qui delle forti sollecitazioni prodotte sugli angoli o dalla rottura di un conduttore da un lato dell'isolatore, ma di quelle vibrazioni continue che l'isolatore risente per effetto delle oscillazioni del conduttore e provocate dal vento. E' ben noto che fra tutte le sollecitazioni meccaniche, quelle che hanno una riproduzione periodica sono le più pericolose. Oltre a ciò sarebbe da considerare un danneggiamento dello smalto prodotto dallo strofinamento.

Per quanto concerne una alterazione della massa della porcellana sottoposta a delle continue vibrazioni, risulta dalla esperienza che queste non hanno alcuna dannosa influenza. Delle prove fatte con una sbarra di porcellana mantenuta in rotazione continua e sottoposta durante la rotazione, mediante agganciamenti di pesi, ad un carico alternante ad ogni giro, non dimostrarono alterazione alcuna delle proprietà fisiche della porcellana.

Per quanto concerne lo smalto, esso può certamente venire danneggiato, sul collo dell'isolatore, dall'attrito del conduttore o del collare del medesimo. Effettivamente tale risultato è visibile in molti casi, in cui si riscontra nel posto suddetto una corrosione e qualche volta la perdita completa dello smalto. Tal fatto però è senza conseguenza sulla bontà dell'isolatore, perchè anche la porcellana senza smalto offre indubbiamente, come sopra si è detto, le dovute garanzie. Lo smalto giova soprattutto ad evitare un rapido insudiciamento della superficie superiore dell'isolatore, ma per quanto riguarda il comportamento elettrico del medesimo è senza alcuna importanza.

Il terzo e forse maggiore pericolo per l'isolatore, potrebbe attribuirsi alle sollecitazioni elettriche continue. Per queste è anzitutto da pensare al processo elettrolitico. Effettivamente però non si sono mai osservati in proposito dei cambiamenti nella massa della porcellana. Questi sarebbero tutt'al più da attendersi teoricamente a delle temperature che in pratica non si presentano mai, nemmeno per approssimazione.

Analogo comportamento si ha per l'isolatore sotto l'azione della corrente alternata di esercizio e delle oscillazioni d'alta frequenza che ad essa sono connesse. Le esperienze eseguite a tale proposito non hanno dimostrato nessun fenomeno di alterazione nella struttura della porcellana.

Non è ancora chiarito in modo esauriente se la resistenza di un isolatore alla perforazione sia influenzata dal genere di sollecitazione elettrica permanente, cioè corrente continua o corrente alternata a frequenza normale, come pure da oscillazioni d'alta frequenza smorzate o non smorzate.

Secondo le esperienze fatte sin'ora, pare che tutto ciò non abbia anche per la porcellana, una notevole influenza; ad ogni modo la tensione di perforazione anche nei casi più sfavorevoli rimane sempre così elevata che non è il caso di preoccuparsi di un deterioramento dell'isolatore sotto l'influenza permanente delle suddette sollecitazioni.

Non è neanche qui il caso di considerare l'effetto della temperatura sulla rigidità alla perforazione del mezzo isolante, poichè praticamente, nell'esercizio dell'isolatore, non si presentano mai temperature che possano compromettere tale rigidità.

Infine per quanto concerne le piccole scariche e le scariche superficiali, eccettuato il caso di cui si è parlato prima, di formazione d'arco esterno per forti depositi sulla superficie dell'isolatore, è abbastanza noto che le suddette scariche non hanno alcuna influenza per la porcellana. E precisamente su di ciò si basa l'impiego di isolatori di porcellana in quei posti dell'impianto, come per i passanti all'aperto, ove le piccole scariche sono inevitabili e dove nessun altro materiale potrebbe resistere per lunga durata a tali sollecitazioni.

Gli isolatori di buona porcellana che si trovano da lungo tempo in esercizio, senza che si sia manifestata alcuna alterazione nella porcellana stessa, e sia in alcun modo diminuito il loro potere isolante, offrono la migliore prova di quanto esposto. Se si fa poi astrazione degli isolatori a più elementi cementati e si considerino i risultati dati da isolatori di porcellana in un solo pezzo, si può senz'altro affermare e concludere che questi, nella pratica, anche quando sono stati sottoposti ad una tensione non corrispondente a quella per cui sono proporzionati e che sarebbe ritenuta oggi straordinariamente alta, non hanno subito alcuna alterazione.

Si conoscono degli impianti nei quali degli isolatori da 20 mila volt in un pezzo solo, sono stati in parte adoperati, da

diecine d'anni, sotto una tensione sino a 50 mila volt e funzionano tutt'ora senza il minimo inconveniente.

Tali sono per esempio gli isolatori forniti dalla fabbrica di porcellana Hermsford per l'impianto Gromo-Nembro in Italia, i quali sin dal 1904 sono in esercizio ad una tensione di 40 mila volt, (in quel tempo la massima d'Europa) e tranne qualche sostituzione per altri motivi (nel cambiamento dei pali) essi permangono tutt'ora in perfetto funzionamento. E' specialmente da notare in questo caso che tali isolatori prima erano montati su pali in legno, che poi vennero, (oltre un anno fa) sostituiti con pali in cemento le cui traverse in ferro sono messe a terra, per modo che un piccolo isolatore (tipo J - 918 ora J - 1386) sostiene una tensione di esercizio di 40 mila volt con sollecitazioni straordinariamente sfavorevoli.

Se la buona porcellana fosse effettivamente soggetta all'« invecchiamento », un simile comportamento sarebbe stato senz'altro da escludersi.

Si può quindi affermare, con piena ragione, che gli isolatori costituiti di buona porcellana non sono soggetti col tempo ad alcuna « stanchezza » o « invecchiamento », come suol dirsi. Inoltre, con gli attuali miglioramenti apportati agli isolatori dal lato costruttivo e l'aumentata severità nelle prove, è da attendersi con tutta certezza che le occasionali deficienze riscontrate qualche volta negli antichi isolatori, saranno nei nuovi eliminate, raggiungendo con questi la massima sicurezza di esercizio.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI PROTEZIONE.

J. SLEPIAU — Teoria dello scaricatore «Autovalvola», (J. A. J. E. E., gennaio 1926, pag. 3).

L'A. riassume alcune nozioni sulle sovratensioni di origine atmosferica nelle linee di trasmissione. Il gradiente verticale generato dalle cariche elettrostatiche sulle nuvole, è dell'ordine di 300 kV per metro; la tensione indotta sulle linee portate da alti pali è quindi elevatissima; la lunghezza del tratto di linea interessato dalla carica è di alcuni chilometri. Uno scaricatore riesce efficace soltanto quando può dare passaggio a circa 2 A per ogni kV di tensione indotta; deve quindi poter scaricare centinaia di A con una caduta di tensione modesta.

Tuttavia l'energia che attraversa lo scaricatore per effetto delle cariche statiche è piccola in causa della brevissima durata della scarica; la difficoltà proviene dall'energia che viene messa in gioco dalla tensione della linea, per un tempo che può durare da una semionda a qualche secondo.

L'A. suppone ad esempio una linea a 10.000 V e una carica estesa per 3 km alla quale corrisponde una durata di scarica di 1 centomillesimo di secondo. Se uno scaricatore scarica da essa 900 A riducendo la tensione a 30.000 V, l'energia messa in gioco sarebbe di 280 watt-secondo; se la tensione di linea scarica 300 A per un mezzo periodo (0,0083 secondi) l'energia corrispondente sarebbe già di 24.900 watt-secondo, ossia più di 90 volte maggiore di quella dovuta alla carica statica.

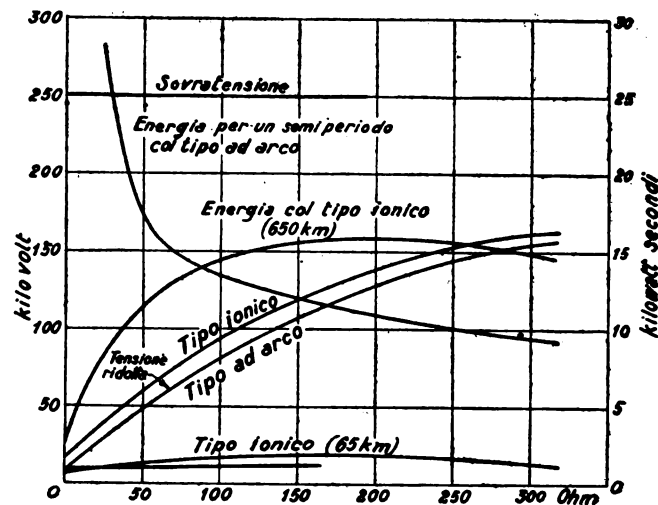


Fig. 1.

Gli scaricatori del tipo « autovalvola » hanno il vantaggio di non essere soggetti a questi forti passaggi di energia poichè, passata la sovratensione e ripristinata la tensione normale, la scarica cessa.

Il diagramma di figura 1 è istruttivo al riguardo; esso è calcolato per una linea a 8660 V, e per una sovratensione di 250.000 V con una impedenza di 400 ohm; si suppone inserito uno scaricatore di tipo a ionizzazione con tensione critica di 10.000 V. Si vede che per una protezione conveniente occorre che la resistenza dello scaricatore sia minore di 50 ohm. Si è dovuto tracciare la curva dell'energia per cariche estese per 650 e 65 chilometri perchè la curva corrispondente ad una lunghezza di 6,5 km, più vicina a valori attendibili, sarebbe riuscita troppo vicina all'asse delle x. Il vantaggio degli scaricatori ionici sugli ordinari tipi ad arco riesce evidente.

Tuttavia nella maggior parte degli scaricatori del primo tipo, fino ad ora usati (come quelli elettrolitici) è troppo bassa la tensione critica, oppure è troppo piccola la corrente che può essere lasciata passare (scaricatori termoionici e simili).

Nel tipo descritto dall'A. un sottile strato d'aria è a contatto con un catodo freddo il quale produce una scarica diffusa; l'aria diviene fortemente ionizzata ma la scarica degli ioni sugli elettrodi e la ricombinazione di essi ripristina immediatamente la resistività primitiva appena la tensione si è abbassata.

La fig. 2 che riproduce la relazione fra la tensione di scarica nell'aria e la distanza fra due elettrodi piani, fa vedere come vi sia una tensione minima di scarica di 350 V per una distanza di circa 0,01 mm. Nello scaricatore in discussione occorre avere una tensione di scarica di poco più di 350 V e quindi bisogna fare uso di distanze di circa 0,008 mm.

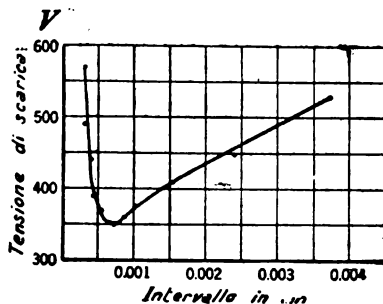


Fig. 2.

In pratica si fa uso di una sottilissima laminetta di mica interposta fra i due elettrodi a disco; la tensione elettrostatica si concentra sui bordi della mica, dove si inizia la scarica. Con questo sistema si sono costruiti scaricatori i quali hanno dimostrato di avere appunto una tensione critica di meno di 400 V per ogni elemento. Non si può però fare uso di elettrodi metallici perchè la mica verrebbe subito distrutta dal calore generato nei punti dove si inizia la scarica e dove si verificherebbe una grande densità di corrente; con elettrodi a grande resistività l'inconveniente resta eliminato e la mica può sopportare migliaia di scariche.

Perchè la scarica non assuma la forma di arco, è necessario che il catodo resti tanto freddo da non generare l'ionizzazione per collisione cogli elettroni emessi per via termoionica. Nella scarica diffusa la ionizzazione per collisione avviene in conseguenza dell'elevato gradiente della tensione, che è di circa 350 V per 0,01 mm. La fig. 3

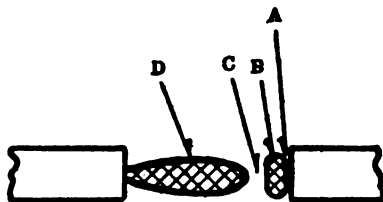


Fig. 3.

rappresenta la scarica diffusa come si ottiene fra elettrodi di rame, riducendo la corrente a pochi milliampere per mezzo di resistenze in serie. Lo spazio oscuro catodico A, è lungo 0,008 mm e in esso si verifica una caduta di tensione di 300 V; la regione catodica luminosa B è lunga circa 0,13 mm; segue lo spazio oscuro di Faraday per 0,25 mm. e poi la colonna positiva fino all'anodo.

Finchè il catodo non è completamente coperto dalla scarica, la caduta di tensione e la densità di corrente al catodo sono pressochè indipendenti dalla corrente totale; per catodi di carbone sono di circa 350 V e di 10 A/cm². Quando il catodo è completamente coperto dalla scarica, un aumento di corrente aumenta naturalmente la densità e la caduta di tensione. Nella colonna positiva il gradiente può salire a 5.000 V per cm. ma esso diminuisce coll'aumentare della corrente. Ciò spiega le caratteristiche decrescenti di fig. 4 per le distanze maggiori; con distanza di 0,1 mm. la colonna positiva è eliminata e la caratteristica si mantiene parallela all'asse delle ascisse.

Nell'atto che si inizia la scarica fra due elettrodi, il catodo è naturalmente freddo e quindi la scarica si inizia sempre sotto forma diffusa anche se passa poi subito ad arco. Si comprende che se il tempo necessario per formarsi l'arco è superiore a quello necessario per esaurire la carica statica sulla linea, si avrebbe uno scaricatore che

non produrrebbe l'arco. Basandosi sulla formula

$$T = \frac{W}{4.18 \sqrt{k c d}}$$

dove T è la temperatura raggiunta, W l'energia per unità di area, K e c la conduttività e la capacità calorifica e d la densità, l'A. ha tracciato le curve di figura 5 per i materiali usati negli scaricatori ($c = 0,185$ cal. per gr.; $K = 0,016$ cal/cm² per 1°, per cm³, $d = 2,0$ gr/cm³), tenendo presente che per scariche a densità di corrente normale $W = 3500$ W.

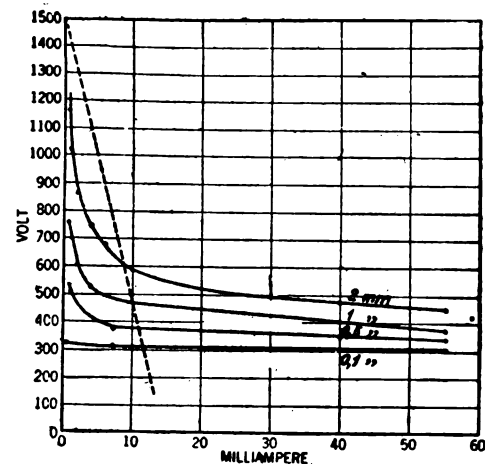


Fig. 4.

Dall'esame di fig. 5, ricordando che una scarica di 0,001 secondi corrisponde a una carica che si estenda su 300 km di linea, si vede bene che il catodo non diviene mai così caldo da dare luogo alla formazione dell'arco.

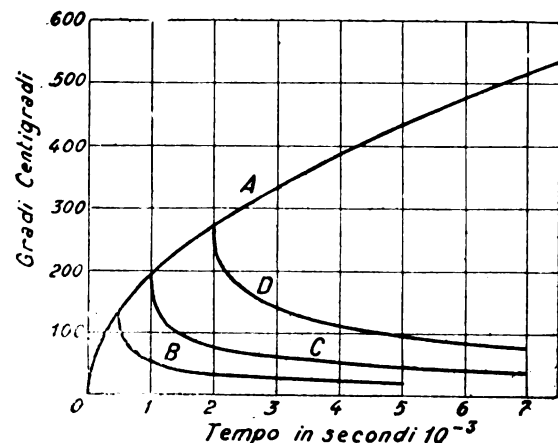


Fig. 5.

Nello scaricatore di cui l'A. si occupa gli elettrodi sono formati di materiale ad elevata resistività per impedire riscaldamenti locali nei punti in cui per una causa accidentale qualunque (irregolarità della superficie, pulviscolo, ecc.) si verificasse una minore caduta di tensione.

Dalla $T = \frac{E^2}{33 k \rho}$ dove E è la caduta di tensione, K la conduttività termica, e ρ la resistività, l'A. dimostra che una accidentalità la quale diminuisse di 10 V la caduta in un punto del catodo, produrrebbe una elevazione di temperatura di 3×10^8 gradi con catodo di rame; invece coi materiali impiegati nello scaricatore ($k = 0,016$; $\rho = 20$) l'elevamento di temperatura sarebbe di soli 9°,4. Tre elementi principali entrano dunque nella circolazione di uno scaricatore di questo tipo: la distanza degli elettrodi, la loro resistività e la loro area. Nei tipi commerciali si fa uso di distanze non maggiori di 0,125 mm. per garantire una tensione di scarica di poco superiore a 350 V. Il più basso limite per la resistività negli apparecchi fino ad ora costruiti è di 20 ohm/cm²; vi corrisponde una resistenza totale di una frazione di ohm per ogni disco. Scelte la distanza e la resistività, l'area degli elettrodi determina la rapidità della scarica.

R. S. N.

IMPIANTI.

H. VOGT — La convenienza degli impianti di rifasamento per gli utenti. (E. T. Z., 18 giugno 1925, pag. 918).

Il fornitore dell'energia valuta l'efficacia degli impianti rifasatori inseriti sulla sua rete dalla diminuzione della punta di potenza appa-

tizzare completamente la spesa di elettrificazione in un periodo di 30 ÷ 35 anni.

L'elettrificazione rappresenta quindi un buon affare e, nel caso della Svizzera, migliore di quanto non si fosse previsto nei progetti di trasformazione.

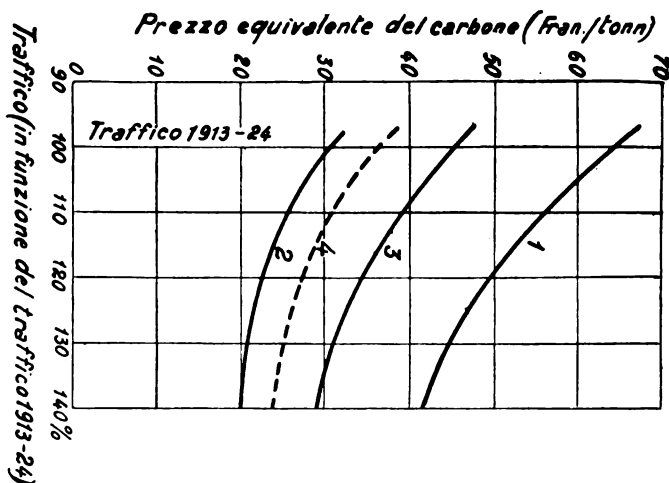


Fig. 1.

Oltre all'economia diretta nell'acquisto di carbone bisogna poi mettere all'attivo della trazione elettrica i vantaggi di carattere generale che derivano al paese sia dall'impiego di mano d'opera durante i lavori, sia dal miglioramento del servizio dei trasporti che favorisce il movimento dei forestieri.

La relazione fa rilevare come il programma delle elettrificazioni si svolga regolarmente e senza intralciare lo svolgimento normale del servizio e l'autore conclude esprimendo il suo compiacimento per il modo brillante col quale i tecnici svizzeri hanno risolto il problema dell'elettrificazione ferroviaria.

g. a. r.

CRONACA

APPLICAZIONI VARIE.

Un metodo oscillografico per la soluzione di sistemi elettromeccanici è descritto nel Journal Am. Inst. Elec. Eng., del dicembre 1925. Basandosi sul fatto che le equazioni di movimento di un sistema meccanico sono simili a quelle delle correnti in un sistema elettrico, viene proposto di sostituire un opportuno circuito elettrico equivalente al sistema meccanico in istudio determinandone le proprietà e le caratteristiche mediante registrazioni oscillografiche. Gli oscillogrammi rappresentano così una vera soluzione grafica la quale può essere agevolmente interpretata nel suo significato meccanico una volta che si siano stabiliti i fattori di conversione. Alcuni esempi interessanti i problemi meccanici semplici illustrano l'applicazione pratica del metodo.

*

Per gli impianti di raffreddamento d'aria di 24 teatri negli Stati Uniti vennero consumati nel 1925 oltre cinque milioni di kWh. Si prevede una forte diffusione di tali impianti i quali potranno presto assorbire oltre 20 milioni di kWh annui. Il consumo medio di energia è di circa 75 kWh per ogni posto a sedere e per anno; la potenza installata necessaria è di circa 75 W per posto. Una installazione completa per un teatro di 3000 posti a sedere, viene a costare in America circa 50.000 dollari; tale prezzo viene recuperato in due o tre anni per l'aumentata affluenza di spettatori che l'esperienza ha dimostrato verificarsi nei teatri provvisti di questo servizio.

IMPIANTI.

Importanti ampliamenti di Centrali termoelettriche sono stati eseguiti in America. Nella Centrale River della Buffalo G. E. Co. è stato installato un gruppo con turbina a vapore da 60.000 kW, 15 kg/cm² e 120° di surriscaldamento accoppiata ad alternatore da 66.667 kVA, 12.000 V, cos φ 0,9, 25 periodi, 1500 giri. Due turboalternatori da 50.000 kW sono stati installati nella Centrale di Trenton Channel: turbine da 1200 giri, a 25 kg/cm², alternatori da 62.500 kVA, 12.200 volt, 60 periodi.

MATERIALI.

Sulle proprietà della gomma ha compiuto degli studi il Bureau of Standards (Washington). Si è riconosciuto che la durata della gomma vulcanizzata per quanto riguarda gli effetti della luce e del calore, può essere aumentata fino di 6 volte tanto incorporandovi delle sostanze speciali (tenute segrete) che funzionano da antiossidanti. La gomma

cruda ha una costante dielettrica minore di quella vulcanizzata e della guttaperca. La vulcanizzazione con solo zolfo dà una costante dielettrica maggiore di quando si faccia uso di un acceleratore. L'aggiunta di sostanze incorporate generalmente eleva la costante dielettrica.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

E' entrato in servizio il nuovo impianto di forza motrice a vapore di mercurio ad Hartford della Electric Light Co. La pressione del vapore di mercurio è attualmente di 3,36 kg/cm² ma sarà ulteriormente elevata. L'impianto a vapore d'acqua connesso a quello a mercurio produce circa 11.000 kg di vapore-ora a 14 kg/cm² e 60° di surriscaldamento.

*

Il comando elettrico delle valvole sulle condotte di vapore è stato adottato nella Centrale termoelettrica di Somerset (Mass. S. U.). Il comando elettrico è stato installato per le valvole di ritegno e di presa dalle caldaie, per quelle di sezionamento sulle condutture principali da 18 pollici e per la valvola principale sul tubo di ammissione nella turbina. Le valvole sono comandate a mezzo di motorini elettrici a corrente continua a 90 V o 140 V serviti dalla batteria di accumulatori di riserva in centrale. I comandi sono raggruppati su di un quadro unico dove sono anche installate segnalazioni luminose della manovra a distanza. Anche le valvole di ammissione dell'olio combustibile nei serbatoi, e quelle dell'acqua di circolazione sono comandate elettricamente, a distanza, con motorini.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Apparati radio ad onde corte. — Recentemente, le navi ed i battelli facenti parte della «Coast Guard» degli Stati Uniti di America, sono stati dotati di due complessi radio, uno trasmettente ed uno ricevente, capaci di coprire una gamma di lunghezze d'onda compresa fra i 100 e 200 metri. L'apparato trasmettente da 50 watt è del tipo a triodi, e permette di svolgere un servizio telegrafico fino a 160 km. circa, laddove il raggio di azione per telefonia non sorpassa gli 80 km.

Come può rilevarsi dalla nota che S. E. Anderson - L. M. Clement e G. C. Coutouly (della Western Electric Co.), pubblicano nel n. 4 (vol. 13, agosto 1925, pag. 413) dei Proc. Radio Eng., il criterio seguito nella scelta del trasmettitore è stato quello di costruire un apparato che assicurasse una grande stabilità nella frequenza delle oscillazioni. Tale criterio, per le navi, assume particolare importanza per ciò che, essendo queste ultime soggette a «rullio», si hanno inevitabilmente variazioni nella capacità degli aerei: variazioni che, secondo gli AA., possono in qualche caso raggiungere il 3 per cento della capacità totale.

Prima allora di passare alla costruzione definitiva degli apparati, si rese necessario studiare il comportamento (nei riguardi della variazione di frequenza per variazioni di capacità d'aereo) di un circuito oscillatorio direttamente inserito in antenna, rispetto a quello di un circuito accoppiato per capacità a quest'ultima. Naturalmente, la scelta definitiva cadde sul circuito accoppiato, il quale oltre tutto, permette anche una maggior purezza dell'onda di emissione.

Gli AA. riportano anche il procedimento di calcolo seguito per la determinazione dei vari elementi del trasmettitore: procedimento che non differisce sostanzialmente da quelli già noti per il progetto di apparati a triodi (¹).

Il ricevitore è del tipo Super-eterodina e comprende, come al solito:

- a) Un circuito ad alta frequenza d'accoppiamento all'aereo;
- b) Un oscillatore ad alta frequenza;
- c) Il primo rivelatore;
- d) Un amplificatore a frequenza «intermedia»;
- e) Un oscillatore a frequenza «intermedia»;
- f) Il secondo rivelatore e la bassa frequenza.

Tutte le parti furono studiate con particolare cura e di esse gli AA. danno ampia descrizione.

I risultati che, sia il trasmettitore, sia il ricevitore, hanno finora dato, in effettivo servizio, sembrano soddisfacenti sotto ogni punto di vista.

V. Go.

STATISTICA.

La produzione di energia elettrica agli Stati Uniti durante il 1925 fu di 59.517 milioni di kWh. Si contavano alla fine del 1925 ben 17.937.160 utenti di ogni tipo. Gli investimenti di capitale complessivi nell'industria elettrica sono valutati a circa 7.500 milioni di dollari. Al 31 dicembre 1925 vi erano 26.830.000 kVA installati. Durante l'anno furono consumati nelle Centrali elettriche: 35.488.800 tonnellate di carbone, 9.869.000 barili di combustibile liquido e circa 1.500 milioni di metri cubi di gas naturale. I principali consumi di energia entro il 1925 furono di 13.670 milioni di kWh per illuminazione, di 27.867 milioni di kWh per forza motrice e 6460 milioni per trazione. Per il 1926 è prevista una produzione di 63.700 milioni di kWh con un aumento di 4.200 milioni sul 1925.

(¹) «Progetto di massima di apparati radio trasmettenti a triodi». — L'Elettrotecnica, vol. XII, 5-15 giugno 1925, n. 16-17 e Pubblicazione n. 33 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

*

Grande sviluppo hanno avuto nel 1925 gli impianti elettrici nel Canada. I nuovi impianti compiuti entro l'anno rappresentano una potenza installata di circa 540.000 kW; quelli in corso di costruzione svilupperanno complessivamente 190.000 kW che entreranno in servizio nei primi mesi del corrente anno. Fra i principali gruppi esercenti di impianti elettrici va messa la Ontario Power Commission, che sfrutta principalmente il Niagara ed ha 375.000 kW installati. Gli impianti sul fiume Saguenay (Quebec) della Duke-Price Co. rappresentano 270.000 kW e arriveranno a oltre 400.000 kW. La Aluminium Corporation sta sviluppando pure sul fiume Saguenay un sistema di impianti per 600.000 kW.

*

Una statistica delle stazioni radiotrasmettenti esistenti nel mondo, secondo dati americani, ha dato i seguenti risultati. Gli Stati Uniti possiedono 575 stazioni contro 110 dell'Europa. Fra gli Stati europei viene prima l'Inghilterra con 21 stazioni, poi la Germania con 20, la Spagna con 13, la Francia con 12, la Finlandia con 8, l'Italia e la Norvegia ciascuna con 6 stazioni, l'Austria e la Ceco-Slovacchia con 5, il Belgio e la Svizzera con 4, l'Irlanda e l'Ungheria con due, la Svezia e l'Olanda con 1 stazione per ciascuna.

TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

Un sistema di trasmissione telegrafica segreto e rapido quale fu studiato ed applicato dall'esercito americano durante la guerra, è descritto nel Journal of Am. Inst. El. Eng. del febbraio 1926. Il dispositivo da trasmettere è cifrato automaticamente col sistema della chiave a traforo e riesce assolutamente ininterpretabile per chi non possiede la chiave. Il sistema permette di trasmettere oltre 61.000 parole prima che la chiave cominci a ripetersi. La velocità di trasmissione era di 10 a 15 parole per minuto e quindi assai maggiore di quella che si può avere con tutti gli altri sistemi di trasmissione in cifre. I dispacci ricevuti potevano essere decifrati a 30 o 40 parole per minuto. Il sistema si presta anche per le trasmissioni per via radio.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Trasportatore aereo di carbone fossile e coke nelle officine a gas della Bournemouth Gas and Water Company at Pitwines, Poole.

Quando possiamo constatare che l'industria nazionale si afferma vittoriosamente anche al di là dei nostri confini, proviamo un senso di vivo compiacimento e di giustificato orgoglio.

Nella città di Poole, nel Dorset, (Inghilterra) esistono officine del gas di grande importanza le quali in questi ultimi anni hanno dovuto prendere un adeguato sviluppo per poter far fronte alle accresciute esigenze pubbliche.

Per l'ampliamento delle Officine erano aperte due vie: o estendersi sul porto di Poole, comperando le costruzioni adiacenti alla vecchia officina e demolendo queste costruzioni, ricostruirvi sopra le nuove officine, o costruire queste ultime più entro terra, in una località detta Pitwines. Questa seconda soluzione venne accettata, ed a Pitwines furono costruite le nuove grandiose Officine, su palafitte di cemento armato e dotate dei mezzi meccanici più moderni. Ed il compito importantissimo di congiungere insieme le due officine e di congiungere quindi la nuova officina col mare venne affidato ad un trasportatore aereo su fune: il quale doveva soddisfare non solo alle esigenze di un traffico intenso, ma doveva con sufficiente elasticità di funzionamento, rispondere a tutte le variazioni possibili di trasporto. Molte Ditte specialiste si posero in gara per ottenere la costruzione di questa ferrovia aerea, ma essa venne affidata alla Ditta Ceretti e Tanfani S. A. che ha i suoi uffici e stabilimenti in Bovisio presso Milano.

La ferrovia aerea, qualunque destinata a coprire un breve percorso pure, costretta a svolgersi fra costruzioni esistenti, ed a eseguire perciò un tracciato forzatamente capriccioso, racchiude in sé tutte le grandi difficoltà che un simile genere di impianti possa presentare.

Le caratteristiche principali di questa ferrovia aerea sono le seguenti:

Lunghezza complessiva 400 metri circa; differenza di livello fra le stazioni estreme 2,50 m; materiale da trasportare, carbon fossile e coke; quantitativo di materiale trasportato per ogni ora, circa 50 tonnellate attualmente, ma è previsto di circa 100 tonnellate in un prossimo avvenire. Il trasporto si effettua nei due sensi: la velocità dei vagoncini è di circa un metro al minuto secondo. Il peso di un vagonetto carico è di circa 1000 kg; i vagonetti sulla linea sono per ora 17, saranno poi 34 quando il traffico sarà massimo. La potenza richiesta è di 25 cavalli.

Lo schema qui riportato permette di farsi una chiara idea della disposizione generale dell'impianto.

Il sistema adottato è quello così detto a tre funi a funzionamento continuo. Le due funi portanti sono tese tra le due stazioni A ed E e sono ancorate in E e mantenute in tensione costante in A mediante contrappesi.

Nella stazione A si trova l'argano motore. Nella stazione E è una grande puleggia in ferro del diametro di cinque metri disposta orizzontalmente, nella gola della quale si avvolge la fune traente per il rimando. La fune traente è mantenuta costantemente in tensione da una puleggia mobile, comandata da un contrappeso, situata nella stazione A.

Il carrello di ciascun vagoncino è munito dell'apparecchio «Ideale» per la presa automatica della fune di trazione, consistente in due mascelle che si allargano quando il carrello stesso passa per due dispositivi speciali detti di attacco e di distacco, situati all'ingresso della stazione A. All'uscita dei detti dispositivi il peso del cassone e della sospensione fa riavvicinare le due mascelle. Nel dispositivo di distacco la fune traente tende a salire, perciò all'aprirsi delle mascelle, essa si solleva lasciando il vagoncino fermo. Nel dispositivo di attacco

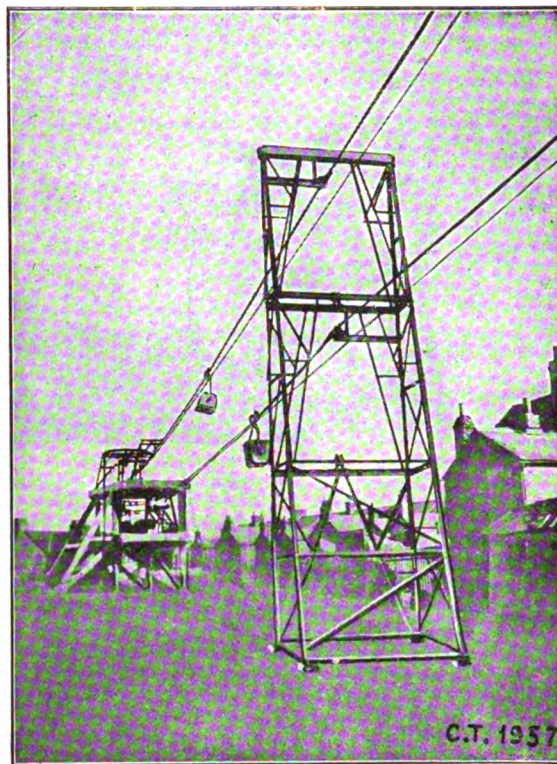


Fig. 1. — Cavalletto di sostegno delle funi.

invece la fune traente tende ad abbassarsi, sicché quando il vagoncino passa e le mascelle del carrello si aprono, essa penetra fra di loro e vi rimane fortemente stretta quando all'uscita del dispositivo le mascelle si richiudono. Il passaggio da un dispositivo di distacco ad uno di attacco viene effettuato sempre a mano.

La stazione A può essere stazione di carico ed anche di scarico: perciò è munita di tramogge superiormente per il carico del carbone nei vagonetti della funicolare che lo trasportano poi in E, e di tramogge inferiori destinate a ricevere il carbone che eventualmente i vagoncini della funicolare trasportassero da E ad A. Elevatori speciali caricano di carbone le tramogge superiori e raccolgono il carbone da quelle inferiori per trasportarlo alle storte. Ma anche nella stazione B si deve potere eventualmente effettuare il carico per trasporto di materiale da B ad E ed anche qui abbiamo dei bunker destinati al carico delle benne della funicolare. Se dunque da A proviene un vagonetto carico ed i bunker in B sono vuoti, o non devono entrare in funzione, il vagoncino deve poter passare senza interruzione nel suo movimento: deve invece arrestarsi nel carico quando sia necessario.

A ciò la ditta costruttrice ha provveduto in modo molto ingegnoso facendo passare i vagoncini sopra una rotaia in corrispondenza del punto di carico, e disponendo lungo questa rotaia, l'uno a poca distanza dall'altro, un dispositivo di distacco ed uno di attacco, mobili ambedue. Manovrando una semplice leva, si può far sì che questi apparecchi entrino in funzione, sicché i vagoncini possono essere fermati e caricati. Quando non si fanno funzionare questi apparecchi, i vagoncini continuano la loro marcia verso E senza arresto. La medesima cosa avviene nella stazione terminale E. Qui i vagoncini provenienti da A o da B carichi passano sopra una rotaia pensile e girano automaticamente in curva senza staccarsi. I cassoni dei vagoncini sono muniti di una leva speciale per lo scarico automatico, sicché quando essi giungono sopra apposita tramoggia, si rovesciano e si scaricano. All'uscita della stazione E abbiamo pure un dispositivo di distacco e di attacco mobile tale e quale come in B, quindi è pos-

sibile ottenere anche qui l'arresto dei vagoncini quando si voglia caricare carbone per trasportarlo in A. Riepilogando adunque avremo i seguenti casi:

a) Si deve scaricare in A e caricare in E. Occorre un solo uomo in A. Egli spinge a mano un vagoncino vuoto sotto una delle due bocche delle tramogge superiori, carica il vagoncino, lo spinge fino al dispositivo di attacco, e lo abbandona a se stesso: indi sospinge un altro vagonetto, che, vuoto, si sarà fermato lì di fianco presso il dispositivo di distacco, alla bocca delle tramogge superiori, lo carica, lo spinge all'attacco e così via. I vagoncini carichi percorrono meccanicamente tutta la linea senza arrestarsi mai e giungono in E: girano in curva automaticamente; si scaricano pure automaticamente e ritornano vuoti a fermarsi da sé all'ingresso della stazione A, in prossimità del dispositivo di distacco.

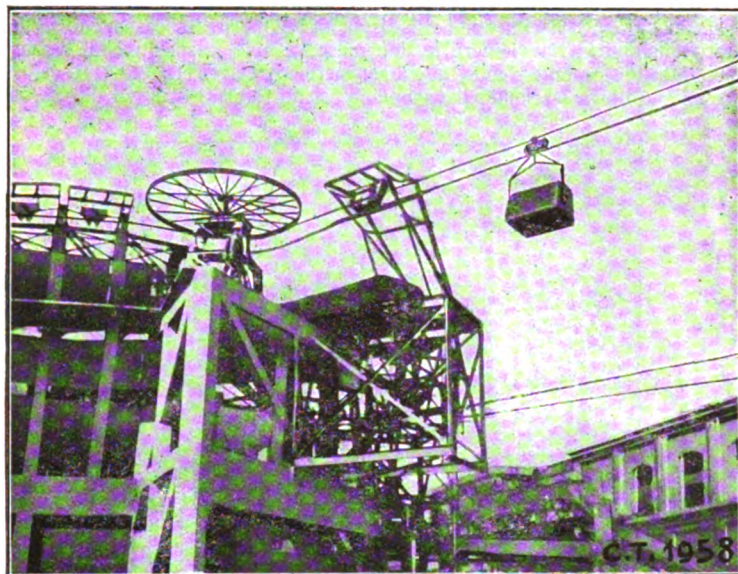


Fig. 3. — Stazione d'angolo n. 1 con passaggio automatico dei vagoncini.

b) Si deve caricare in B. Occorre un uomo in A ed uno in B. In questa stazione l'uomo fa funzionare gli apparecchi di distacco e di attacco mobili. I vagoncini si arrestano in corrispondenza delle bocche delle tramogge: vengono caricati, spinti all'attacco, di qui vanno automaticamente allo scarico in E e ritornano vuoti in A.

pubblica via c'è un passaggio, ma troppo stretto per due vagonetti, che, viaggiando in senso inverso ed allo stesso livello si incontrano: essi si urterebbero. Di qui la necessità di far passare in questo punto le due funi portanti l'una sull'altra, perciò, laddove la fune portante A E si mantiene orizzontale per quasi tutto il percorso, l'altra fune portante, nel tratto A B sale in guisa di superare l'altra di ben quattro metri nella stessa stazione B. Le due funi si dirigono verso il ponte protettore C costruito sul primo attraversamento di strada pubblica e vi giungono sovrapposte: e sovrapposte si mantengono nella stazione d'angolo n. 1, sull'altro ponte protettore D al secondo attraversamento di strada pubblica, e nella stazione d'angolo n. 2. Da questa stazione mentre la fune A E rimasta quasi orizzontale fin qui, ora sale, l'altra, invece, discende e ciò avviene in modo che le due funi portanti giungendo alla stazione E sono allo stesso livello.

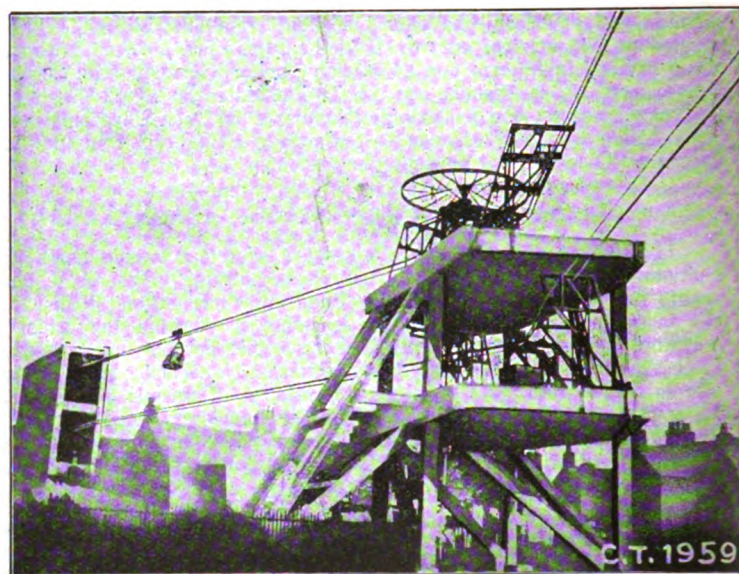
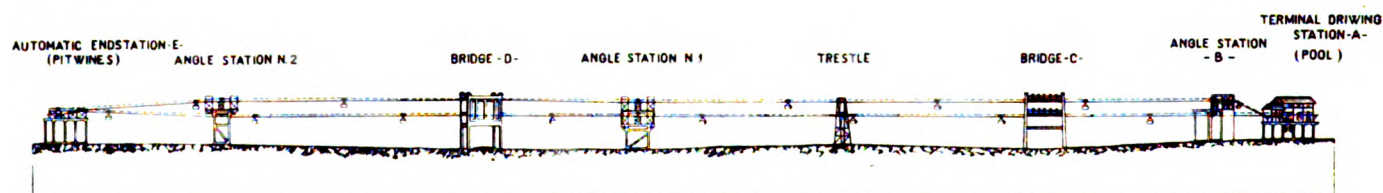


Fig. 2. — Stazione B d'angolo e di carico.

Dobbiamo ora aggiungere due parole a spiegazione del modo di effettuare un giro in curva senza interrompere le funi portanti. Ciò si consegue facendo arrivare ciascuna fune portante sopra una scarpa speciale detta di deviazione e posta ad una certa distanza dalla grande puleggia su cui s'appoggia la fune traente. Su questa scarpa ha ini-

Sezione longitudinale



PIANTA

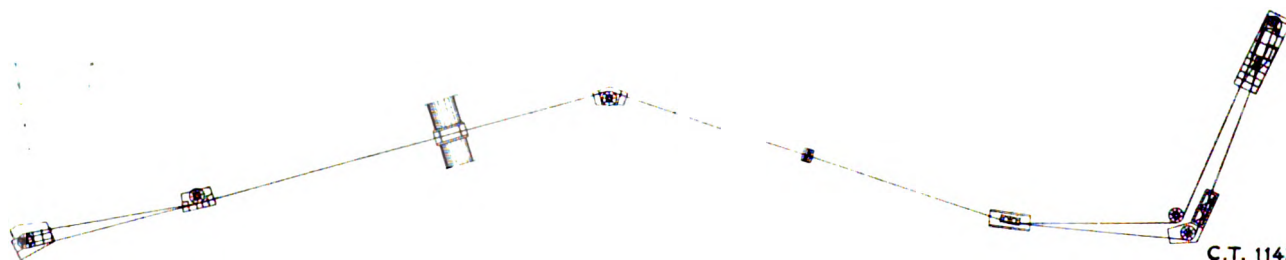


Fig. 4. — Vista generale dell'impianto.

c) Si deve caricare in E. Occorre un uomo in questa stazione per compirvi la stessa manovra.

E' facile comprendere ora come queste manovre possano essere anche combinate si da trasportare ad esempio coke da A ed E e carbone fossile da E ad A.

Altre difficoltà si dovevano superare per dare alla ferrovia aerea quell'andamento che le necessità locali imponevano. Abbiamo già detto che non era possibile seguire un tracciato rettilineo da A ad E, come è preferibile in questo genere d'impianti: la stazione B è vincolata, e, d'altra parte, le costruzioni esistenti, e sulle quali è proibito passare con linee aeree per trasporto di materiali, obbligavano alla ricerca di un possibile passaggio fra due di esse. In C presso una

zio una rotaia pensile, sulla quale passano i vagoncini, mentre le funi portanti vengono deviate ed appoggiate ad una gran scarpa in ferro curvato con raggio presso a poco uguale a quello della puleggia. Anche la rotaia è curvata nella stessa guisa, cosicchè i vagoncini passano in curva su di essa, si appoggiano con la mascella che stringe la fune traente, su la gola larga della grande puleggia e superano in tal guisa l'angolo. Nel tratto rettilineo che segue essi ripassano sopra un'altra scarpa di deviazione e da questa nuovamente sulla fune portante ricondotta così, senza interruzione, a far le veci di rotaia.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani (*)

- N. 230205 — BOBBIO B.: Involucro isolante con schermo protettore per tubi Röntgen. — 30-4-1924.
- N. 207617 — BONTEMPELLI A.: Dispositivo automatico per l'arresto e l'inversione delle polarità dei motori elettrici per ascensori, montacarichi e simili. — 3-2-1922.
- N. 207351 — BROWN BOVERI & C. A. G.: Dispositivo per riconoscere il punto di sincronizzazione più favorevole nelle macchine asincrone da azionarsi come sincrone. — 22-2-1922.
- N. 229860 — CALOR ELEKTRIZITATS GESELLSCHAFT m. b. H. & DREYER O.: Dispositivo per proteggere da un eccessivo riscaldamento gli apparecchi consumatori di corrente elettrica. — 15-4-1924.
- N. 229875 — La stessa: Apparecchio per la protezione di circuiti elettrici contro un riscaldamento inammissibile. — 17-4-1924.
- N. 207544 — CHASELON R. L.: Raccord-prise de courant perfectionné. — 21-2-1922.
- N. 206338 — CICOGLIA G.: Valvola fusibile multipla. — 30-12-1921.
- N. 226191 — CIOCI E.: Interruttore a tempo con clessidra. — 22-11-1923.
- N. 205204 — COMP. GENER. DI ELETTR.: Sistema di regolazione della velocità dei motori elettrici a corrente continua. — 24-11-1922.
- N. 207462 — COMPAGNIE GEN. D'ELECTRO-CERAMIQUE: Perfectionnements apportés aux isolateurs suspendus. — 9-2-1922.
- N. 227372 — COMPAGNIA GEN. DI ELETTR.: Anticipatore di fase. — 15-1-1924.
- N. 227747 — La stessa: Interruttori elettrici. — 29-1-1924.
- N. 227754 — La stessa: Regolatori per scaricatori elettrici. — 30-1-1924.
- N. 227526 — DALCO' A.: Limitatore termo-pneumatico. — 23-1-1924.
- N. 206907 — DENES von MIHALY: Sincronizzazione d'apparecchi funzionanti con filisensibili alla luce per telefonia elettrica di immagini. — 25-1-1922.
- N. 204882 — DEUTSCHE TELEPHONWERKE G. m. b. H.: Appareil pour la production de vibrations de haute fréquence destinées en particulier à la transmission de messages. — 15-11-1921.
- N. 200642 — ELLERO U. & P.: Metodo per la trasmissione a distanza, delle immagini fotografiche con gli apparecchi telegrafici, telefonici radiotelegrafici ordinari. — 18-7-1921.
- N. 206325 — THE ENGLISH ELECTRIC COMPANY Ltd.: Perfezionamenti agli apparecchi per convertire e trasformare correnti elettriche. — 29-12-21.
- N. 206326 — La stessa: Perfezionamenti ai sistemi di controllo per motori elettrici. — 29-12-1921.
- N. 207213 — SICILIANI E.: Presa di corrente a turacciolo. — 4-2-1922.
- N. 204644 — FELTEN & GUILLEAUME CARLWERK: Equilibramento della capacità nelle condutture telefoniche mediante condensatori. — 5-12-1921.
- N. 229937 — La stessa: Collegamento per i conduttori di cavi elettrici costituito da un tessuto o maglia. — 15-4-1924.
- N. 207837 — FESSIA F.: Nuovo procedimento di fabbricazione delle piastre per accumulatori elettrici a pasta « Sistema Fessia ». — 15-2-1922.
- N. 207838 — Lo stesso: Procedimento sistema Fessia di ricupero di materiali di vecchi accumulatori elettrici a pasta al piombo per riutilizzarli nella fabbricazione di accumulatori nuovi. — 27-2-1922.
- N. 207910 — GAGLIO G.: Processo per impiegare batterie comuni con polo a terra sugli apparati Baudot a doppio. — 2-3-1922.
- N. 204590 — GOTTI P.: Interruttore per correnti elettriche. — 8-11-1921.
- N. 206733 — HAEFELIS E. & Cie. A. G.: Dispositif pour tenir les bobines d'enroulement annulaires de transformateurs à haute tension. — 28-1-1922.
- N. 207486 — HARTMANN & BRAUN A. G.: Indicatore d'alta tensione. — 13-2-1922.
- N. 206158 — HUTH F. ERICH G. m. b. H.: Processo e sistemazione per la trasmissione di notizie lungo conduttori. — 31-12-1921.
- N. 208438 — JENSEN TRADING & C. Ltd. AKTIESELSKAB: Valvola di sicurezza fusibile multipla. — 18-3-1922.
- N. 147094 — KABELGYAR RESZVENYTARSASAG: Dispositivo per il collegamento di parti di articoli di installazione elettrici. — 20-1-1915.
- N. 229817 — KOENEMANN H.: Perfezionamenti negli archi luminosi a vapori di mercurio per ottenere un soccorritore per correnti intense. — 24-4-1924.
- N. 229990 — KONTAKT AKTIEN GESELLSCHAFT FABRIK ELEKTROTECHN. SPEZIALARTIKEL: Presa di corrente serrabile. — 22-4-1924.
- N. 229991 — La stessa: Sede a manicotto per innesti elettrici a spina longitudinalmente spaccato e munito di appendici laterali per migliorarne il contatto. — 22-4-1924.
- N. 229992 — La stessa: Interruttore elettrico. — 22-4-1924.
- N. 230060 — La stessa: Scatola fusa per interruttori. — 25-4-1924.
- N. 230061 — La stessa: Scatola fusa per prese a spina. — 25-4-1924.
- N. 230062 — La stessa: Apparecchio da montarsi sotto l'intonaco per impianti elettrici. — 25-4-1924.
- N. 206704 — FIEDER. KRUPP A. G.: Interrupteur automatique à maximum susceptible d'être utilisé comme interrupteur auxiliaire. — 26-1-1922.
- N. 206736 — La stessa: Interrupteur électromagnétique automatique de courants trop internes avec dispositif de rappel. — 28-1-1922.

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agencia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20% di sconto sulle tariffe normali sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali).

- N. 207779 — LE CARBONE (Soc. An.): Pile électrique. — 27-2-1922.
- N. 230222 — LORENZ C. A. G.: Dispositivo per contatti rotanti. — 6-5-1924.
- N. 230230 — La stessa: Regolatore del numero dei giri per motori o macchine ad alta frequenza. — 7-5-1924.
- N. 207624 — MAFARACI B.: Interruttore con valvole multiple di sicurezza. — 6-2-1922.
- N. 207457 — MARCONI G.: Sistema di protezione degli apparati elettrici particolarmente contro sovratensioni. — 9-2-1922.
- N. 208463 — MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH Cy Ltd.: Dispositivi termionici. — 21-3-1922.
- N. 207547 — La stessa: Sistema di telegrafia senza fili. — 21-2-1922.
- N. 207566 — La stessa: Perfezionamenti nei relais a valvola oscillante. — 22-2-1922.
- N. 207567 — La stessa: Mezzi perfezionati per sostenere gli elettrodi di dispositivi termionici. — 22-2-1922.
- N. 207573 — La stessa: Perfezionamenti nel ricevimento di segnali per telegrafia senza filo a onda continua. — 23-2-1922.
- N. 206754 — MASCHINENBAU ANSTALT HUMBOLDT & HENKE P.: Separatore elettromagnetico a cilindro con camere d'aria. — 31-1-1922.
- N. 208475 — MASSOLLE J., ENGL J. & VOGT H.: Tubo di scarico a gas con luce luminescente catodica per la registrazione di oscillazioni elettriche. — 22-3-1922.
- N. 196842 — THE MANUFACTURING Cy Ltd.: Perfezionamenti alle macchine magneto-elettriche. — 5-3-1921.
- N. 207696 — MERGUIN P.: Système d'interrupteur électrique rotatif à axe fixe et à détente brusque provoquant une rupture extra rapide. — 15-2-1922.
- N. 208268 — MEIROWSKY & C. A. G.: Tubi e condotti per alte tensioni. — 1-3-1922.
- N. 207747 — METALLBANCK und METALLURGISCHE GESELLSCHAFT A. G.: Redresseur mécanique pour courants polyphasés à haute tension destiné à l'alimentation d'appareils nécessitant un courant de haute tension mais de faible intensité, tels que les appareils de précipitation électrique, les tubes Roentgen etc. — 22-2-1922.
- N. 206614 — NERI G.: Nuovo sistema di accumulatore elettrico. — 17-1-1922.
- N. 206739 — THE OHIO BRASS Cy: Perfezionamenti negli isolatori. — 30-1-1922.
- N. 206671 — OPPEN E. Ditta KIRCHHOFF & C.: Elettrodo di precipitazione per depuratori di gas (Scrubber) elettrici. — 23-1-1922.
- N. 207667 — OSELLA E.: Interruttore automatico. — 10-2-1922.
- N. 229834 — PATANE S.: Limitatore di corrente elettrica. — 10-4-1924.
- N. 230044 — PERCOLLA G.: Commutatore multiplo automatico sistema « Percolla ». — 23-4-1924.
- N. 207208 — PEREGO A.: Dispositivo di traslazione di oscillazioni hertziane ai conduttori di linee elettriche. — 4-2-1922.
- N. 229886 — Lo stesso: Apparecchio di presa telefonica volante di sicurezza. — 18-4-1924.
- N. 207287 — PETERSEN, MAGNE H.: Processo per l'esercizio automatico continuo di telegrafi per copie. — 14-2-1922.
- N. 229431 — PFIFFNER E.: Costruzione per condur via il calore da sistemi di bobine immersi in una massa isolante. — 1-4-1924.
- N. 204647 — PHILIPS N. V. GLOELAMPENFABRIKEN (Soc.): Redresseur de courant. — 3-11-1921.
- N. 207603 — La stessa: Tube à décharge indépendante. — 1-2-1922.
- N. 207655 — La stessa: Perfectionnements aux dispositifs électriques à décharge luminescent et à remplissage de gaz pour amplifier les variations des courants électriques et applications analogues. — 8-2-1922.
- N. 229904 — PORZELLANFABRIK Ph. ROSENTHAL & C. A. G.: Isolatori a sospensione del tipo a calotta ed a bollone. — 28-4-1924.
- N. 208433 — La stessa: Isolatore a sospensione del tipo a cappa o bollone. — 18-3-1922.
- N. 229744 — RADIO COMMUNICATION Cy Ltd.: Perfezionamenti alla costruzione di quadri a pannelli. — 10-4-1924.
- N. 206483 — RADIO CORPORATION OF AMERICA: Perfectionnements aux systèmes récepteurs radiotélégraphiques. — 25-1-1922.
- N. 207674 — La stessa: Perfezionamenti ai sistemi per la radiotrasmissione di segnali. — 14-2-1922.
- N. 230025 — RHEINER MASCHINENFABRIK WINDHOFF & C.: Strumento per sorvegliare e regolare particolarmente la messa in circuito dei motori elettrici. — 1-5-1924.
- N. 207498 — BOSCH R. A. G.: Pont d'interrupteur pour courants électriques intenses. — 14-2-1922.
- N. 230050 — ROBINSON E. Y.: Perfezionamenti in o relativi ai tubi elettrici a vuoto. — 23-4-1924.
- N. 207137 — SABATTINI E.: Suoneria di allarme. — 5-1-1922.
- N. 207280 — SANTANGELI M. & PEREGO A.: Amplificatore telefonico. — 14-2-1922.
- N. 230225 — SANTUCCI G.: Limitatore di corrente a valvola automatica. — 7-5-1924.
- N. 227324 — SIEMENS & HALSKE A. G.: Sistema di ricezione per esempio per telegrafia a corrente alternata, ed a corrente continua, circuiti oscillanti e simili. — 23-1-1924.
- N. 206481 — SIEMENS SCHUCKERT WERKE GESELLSCHAFT mit BESCHRANKTER HAFTUNG: Generatrice a corrente continua a poli divisi provvista di autoeccitazione con spazzone principali e sussidiarie disposte a lato dei poli principali a tensione regolabile entro vasti limiti. — 25-1-1922.
- N. 206488 — La stessa: Disposizione per mettere fuori circuito dei tratti di linea guasti e simili. — 26-1-1922.
- N. 207658 — La stessa: Disposizione applicabile ai limitatori di carico. — 10-2-1922.
- N. 207760 — La stessa: Disposizione per il montaggio del collettore di una macchina elettrica sul suo albero. — 24-2-1922.
- N. 230165 — SOC. AN. PILA « PILLA »: Pila a elettrodo di biossido di rame poroso reso liquido. — 22-4-1924.
- N. 229452 — SOC. AN. FORCES & ATELIERS DE CONSTRUCTION ELECTRIQUES DE JEUMONT: Disgiuntore elettrico a toritura ultra rapido. — 10-4-1924.
- N. 208275 — SOC. FRANCAISE RADIO-ELECTRIQUE: Nouveau système de couplage en parallèle, des alternateurs à fréquence élevée. — 1-3-1922.

- N. 207636 — SOC INDUSTRIELLE D'INSTRUMENTS DE PRECISION ET DYNAMOPHARE EYQUER: Système électrique de blocage par iculièrement applicable à la téléphonie mixte. — 7-2-1922.
- N. 184774 — SOC. PARISIENNE D'OUTILLAGE ELECTRIQUE: Commutateur inverseur de courant. — 8-5-1920.
- N. 207350 — SPINO A. DE GREGORIO: Nouvel élément de pile voltaïque. — 22-2-1922.
- N. 206983 — TOMELLINI L.: D'appareil spécial per chiusura di circuiti elettrici. — 2-1-1922.
- N. 229581 — TORDA L.: Dispositivo delle bobine di commutazione nelle macchine a collettore a poli stampati. — 9-4-1924.
- N. 200191 — Tosi F. (Soc. An.): Sistema di regolazione per circuiti a corrente alternata. — 7-6-1921.
- N. 207908 — TRISOGLIO E.: Limitatore di corrente elettrica. — 1-3-1922.
- N. 208321 — VARE E.: Electrode pour accumulateur. — 7-3-1922.
- N. 207110 — VERITÀ A.: Nuovo materiale per resistenze e per isolanti. — 24-1-1922.
- N. 207915 — WAGNER H. G.: Perfectionnements aux batteries d'accumulateurs. — 3-3-1922.
- N. 207916 — Lo stesso: Perfectionnements aux batteries d'accumulateurs. — 3-3-1922.
- N. 229832 — WEIGERT O.: Lampada elettrica con filamento incastrato nel cristallo sistema Weigent. — 17-4-1924.
- N. 204799 — WESTERN ELECTRIC IT.: Procédé de fabrication de composés plastiques pouvant être utilisés dans les installations électriques. — 5-11-1921.
- N. 206774 — La stessa: Perfectionnements apportés aux bureaux centraux téléphoniques. — 5-1-1922.
- N. 206923 — La stessa: Perfectionnements apportés aux dispositifs électromagnétiques. — 26-1-1922.
- N. 207482 — La stessa: Perfectionnements apportés aux lignes chargées servant à la transmission de courants téléphoniques. — 13-2-1922.
- N. 208460 — La stessa: Réseau équilibreur électrique pour ligne de transmission. — 21-3-1922.
- N. 225710 — La stessa: Perfectionnements nei commutatori automatici nelle installazioni di uffici centrali telefonici. — 14-11-23.
- N. 229894 — La stessa: Perfectionnements nei sistemi elettrici di segnalazione. — 26-4-1924.
- N. 229900 — WINNER A. & J. WEINER: Corpo isolante elettrico solido e processo per produrlo. — 26-4-1924.
- N. 207520 — AMOROSO N.: Metodo e mezzi per ottenere elettricamente l'avanzamento esattamente simultaneo d'una o più serie d'orologi. — 16-2-1922.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

La sera del 7 Maggio ebbe luogo l'assemblea generale ordinaria dei soci convocati col seguente

ORDINE DEL GIORNO:

- 1) Comunicazione della Presidenza;
- 2) Discussione e approvazione dei bilanci;
- 3) Rinnovazione delle cariche sociali - Scadono di carica: due Consiglieri della Sezione (Fumero Ing. Ernesto, Vannotti Ing. Ernesto; tredici Consiglieri Delegati alla Sede Centrale (Balsamo Ing. Natale, Banfi Ing. Enrico, Campos Ing. Gino, Clerici Ing. Carlo, Dalla Verde Ing. Agostino, Giorgi Ing. Gualtiero, Longhi Ing. Carlo, Merizzi Ing. Giacomo, Modigliani Ing. Umberto, Molinari Ing. Carlo Alberto, Norsa Ing. Renzo, Salmoiraghi Ing. Darvino, Ucelli Ing. Guido). Sono passati ad altre Sezioni: (Roncaldier Ing. Aldo, Vallauri Ing. Riccardo); i Revisori effettivi (Biffi Ing. Emilio, Bòzolo Ing. Giambattista, Quadrio Ing. Prof. Antonio); i Revisori supplenti (Dalla Verde Ing. Agostino, Solari Ing. Carlo). E' inoltre da eleggere un Consigliere Delegato alla Sede Centrale essendo i soci della Sezione più di 1500.

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA — SEZIONE DI MILANO

Rendiconto dell'anno sociale 1925

ENTRATA		Consuntivo 1925	Preventivo 1925
1. Contributi:			
N. 764 Soci individuali residenti a L. 65	L. 49660,—		
» 590 » » non » 55 »	31500,—		
» 126 » collettivi » 150 »	18900,—		
» 2 vitalizi » » » » »	60,—		
» 1 perpetuo » » » » »	80,—		
N. 1473 Soci paganti 1925.	100600,—	100515,—	
2. Interessi capitale al 31 dicembre 1925 L.		4696,10	3485,—
TOTALE ENTRATE L.		105296,10	104000,—
USCITA			
a) Ordinarie:			
1. Contributo alla Sede Centrale per:			
N. 1344 Soci individuali . . . a L. 35,—	L. 47040,—		
» 126 » collettivi » 70,—	8820,—		
» 53 1/2 quote soci ind. morosi » 17,50	927,50		
» 1 1/2 » » col. » 3,—	35,—		
N. 1524	56822,50	55825,—	
2. Affitto, illuminazione, riscaldamento e servizi »		13500,—	10000,—
3. Biblioteca: Periodici, libri e rilegature . . . »		4899,95	10000,—
4. Amministrazione: Personale, posta, cancelleria, stampati, riparazioni mobilio, ecc. »		8848,35	1200,—
5. Spese per conferenze, commissioni, ecc. »		100,—	6175,—
6. Impreviste e varie »		2583,50	
		29931,80	
b) Straordinarie:			
1. Secondo accanton. per sistemaz. Sede Sociale . L.		1000,—	10000,—
2. Onoranze a G. Ferraris »		200,—	
3. Sottoscrizione Monumento ai Caduti »		200,—	
4. Spedizione Annuario A. E. I. »		950,20	
		13150,20	
AVANZO ESERCIZIO 1924 »		99904,90	
Marzo 1926. Totale L.		105296,10	104000,—

Conto preventivo dell'anno sociale 1926

ENTRATA			Preventivo 1926
1. Contributi:			
N. 500 Soci individuali non residenti a L. 75	L. 37500,—		
» 796 » » residenti » 80 »	63680,—		
» 90 » all'estero » 110 »	9900,—		
» 6 » collettivi (Istituti cultura) » 200 »	1200,—		
» 115 » » (Soc. Industr.) » 30 »	34500,—		
» 2 » vitalizi » »	70,—		
» 1 » perpetuo » »	180,—		
N. 1510 Soci paganti 1926	147030,—		
2. Interessi capitale al 31 dicembre 1926 L.		4970,—	
TOTALE ENTRATE L.		152000,—	
USCITA			
a) Ordinarie:			
1. Contributi alla Sede Centrale per:			
N. 1296 Soci individuali a L. 45	L. 58320,—		
» 90 » all'estero » 90 »	8100,—		
» 121 » collettivi » 120 »	14520,—		
N. 1507	80940,—		
2. Affitto, illuminazione, riscaldamento e servizi . . . »		15000,—	
3. Biblioteca: Periodici, libri e rilegature »		10000,—	
4. Amministrazione: Personale, posta, cancelleria, stampati, riparazioni mobilio, ecc. »		15000,—	
5. Spese per conferenze, commissioni, ecc. »		21030,—	
6. Impreviste a pareggio »			61060,—
b) Straordinarie:			
1. Terzo accanton. per sistemaz. Sede Sociale L.		10000,—	
TOTALE L.		152000,—	

Stato Patrimoniale al 31 Dicembre 1925

ATTIVO: Contanti in Cassa L.		2047,85	
Conto Corrente Banca »		93193,05	
Consolidato 5% (nom. L. 12,800) al costo . . . »		11400,—	
Contributi 1925 incassati nel 1926 »		3210,—	109355,90
Crediti vari »		4222,08	
Anticipi Bilancio 19.6 »		4517,35	8739,43
PER MEMORIA:			
Biblioteca: Importo al costo (oltre ai libri ricevuti in dono):			
Costo al 31 dicembre 1924 L.		32208,15	
Acquisti del 1925 »		4899,95	
L.		37108,10	
Mobili: Valore al 31 dicembre 1925 »		1000,—	
L.		38108,10	
L.		118595,33	
PASSIVO: Accantonamento « Manuali di cultura elettrotecnica » L.		5000,—	
Accantonamenti per sistemazione Sede sociale: . . »		20000,—	
Conti a pagare »		11007,75	
Contributi 1926 - esatti nel 1925 »		9941,21	45958,—
Patrimonio al 31 dicembre 1925:			
Importo al 31 dicembre 1924 L.		69889,73	
Più: sopravvenienze attive »		115,—	
L.		70004,73	
Meno: sopravvenienze passive »		2753,—	
L.		67251,73	
AVANZO ESERCIZIO 1924 L.		5391,60	72643,33
L.		118595,33	

- 4) Comunicazione con esperienze del socio Ing. Prof. Comm. Riccardo Arnò sul seguente argomento: « *Perfezionamenti nei metodi ed apparecchi di misura industriale della potenza ed energia apparente e del fattore di potenza* ».

Il Presidente Ing. Emanuelli apre la seduta facendo un breve riassunto della attività della Sezione nell'ultimo anno, ed esponendo i dati relativi al movimento e incremento dei soci.

Ricorda infine il nome dei soci dei quali la Sezione ha in quest'anno da deplorare la perdita: Bionda Mario, Giovagnoli Ing. Luigi, Carrara Prof. Giacomo, Scotti Ing. Paolo, Garbagnati Guido, Liberati Ing. Alberto, Besostri Ing. Piero, Macalli Francesco, Zappa Ing. Goffredo.

Passando quindi al bilancio consuntivo del 1925 e preventivo del 1926, dei quali tutti i soci hanno ricevuto copia, dichiara aperta la discussione sui bilanci stessi.

I bilanci vengono approvati dalla Assemblea.

Il Presidente comunica quindi i nomi dei Consiglieri della Sezione, dei Consiglieri delegati alla Sede centrale e dei Revisori che scadono di carica e ricorda che deve anche essere eletto un nuovo Consigliere delegato alla Sede Centrale essendo i soci in numero maggiore di 1500.

Avendo il Presidente indetto le elezioni, l'Ing. Rebora propone che venga votata per acclamazione una lista proposta da un gruppo di soci.

La proposta è approvata e vengono quindi eletti per acclamazione i signori:

Consiglieri della Sezione: Bottani Ing. Ercole; Taccani Ing. Alessandro.

Consiglieri Delegati alla Sede Centrale: Arcioni Ing. Vittorio; Barassi Ing. Vittorio; Biffi Ing. Emilio; Bovone Ing. Edoardo; Catenacci Ing. Gino; Damiani Gaetano; Lado Ing. Gino; Massarelli Ing. Francesco; Mina Ing. Carlo; Perego Cav. Arturo; Ratti Ing. Natale; Rossi Ing. Francesco; Simonotti Ing. Oreste; Soldini Ing. Mario Giuseppe; Vannotti Ing. Ernesto; Vismara Ing. Emirico.

Revisori effettivi: Bòzzolo Ing. Giambattista; Quadrio Ing. Prof. Antonio; Solari Ing. Carlo.

Revisori supplenti: Bonazzi Dott. Ottavio; Faletti Ing. Noverino.

Il Presidente è infine lieto di ricordare ai presenti che l'illustre Prof. Comm. Riccardo Arnò avrebbe quella sera onorato la nostra Sezione di una sua comunicazione sui: « *Perfezionamenti nei metodi ed apparecchi di misura industriale della potenza ed energia apparente e del fattore di potenza* », e prega il Prof. Arnò di prendere la parola.

Con rigorosa e brillante esposizione l'oratore illustra i suoi studi ed i suoi metodi sulla misura della energia apparente e mostra come per mezzo di tre contatori sia possibile in modo pratico e veramente industriale di misurare i kilowattora e i kilowoltamperora consumati, e fornire quindi al distributore di energia dei dati indiscutibili in base ai quali premiare o multare il consumatore.

Fece quindi eseguire all'Ing. Pugno-Vanoni alcune esperienze dimostrative sul funzionamento dei contatori sotto differenti angoli di fase, esperienze che l'Ing. Pugno-Vanoni stesso illustrò lucidamente.

La dotta comunicazione seguita col più vivo interesse è stata chiusa dall'oratore con un cordiale indirizzo alla nostra Associazione e colla presentazione al Presidente, Ing. Emanuelli, di una splendida effigie in bassorilievo di Galileo Ferraris.

Commosso delle espressioni dell'illustre Professore e del gentile pensiero, il Presidente ringrazia a nome di tutti i Colleghi.

Fra applausi calorosi la riunione si scioglie.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

L' ELETTROTECNICA — Ogni annata	L. 75, —
più per postali	» 9, —
Abbonamento (nel Regno)	» 75, —
(estero)	» 150, —
Un numero separato (nel Regno)	» 3, —
(estero)	» 4, —
più per postali	» 1, —
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:	
Vol. I. - II° Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Province redente	» 20, —
più per postali	» 2, —
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	» 20, —
più per postali	» 3, —
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Sue stato attuale - sue avventure (broch.)	» 2,50
più per postali	» 0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	» 1, —
più per postali	» 0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	» 3, —
più per postali	» 1, —
NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche	» 4, —
più per postali	» 1, —
NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana	» 1,50
più per postali	» 0,80
Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI-NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)	» 3, —
più per postali	» 1, —

PROGRAMMA DEFINITIVO

DELLA

Visita agli Impianti Elettrici in Francia

per gentile invito della Société Française des Electriciens

7-20 Giugno 1926

Il grandissimo concorso alle iscrizioni al viaggio che la cortesia dei Colleghi Francesi ha offerto ai Soci dell'A.E.I., ha fatto sì che, per stare nelle possibilità logistiche, si dovette modificare il primo programma, rendendolo possibile per i 195 iscritti.

Il programma modificato e le relative avvertenze sono qui riportati.

Lunedì 7 giugno

- Ore 9,40. — Arrivo a Modane con l'accelerato che parte da Torino alle 6,18.
Ricevimento alla stazione di Modane da parte dei delegati della Société Française des Electriciens e del Gruppo del Sud-Est.
Trasbordo in vetture speciali.
- Ore 12,12. — Arrivo a Chambéry (i bagagli resteranno nelle vetture che saranno chiuse a chiave dagli agenti della Compagnia).
Colazione offerta dalla « Compagnie des produits Chimiques d'Alais, de Froges et de la Camargue ».
- Ore 14,15. — Visita in vetture speciali con automotrici alle installazioni per trazione elettrica delle Ferrovie P.L.M.
Ritorno a Chambéry.
- Ore 16,15. — Partenza da Chambéry colle stesse vetture del tratto Modane-Chambéry.
- Ore 16,35. — Arrivo ad Aix-Les-Bains.
Visita della « Société Savoissienne de Constructions Electriques » (Trasformatori ad alta tensione).
- Ore 18. — Ritorno all'Hôtel.
- Ore 19. — Pranzo offerto dalla « Compagnie Générale d'Electricité ».
- Ore 21. — Ricevimento al Municipio di Aix-les-Bains.
Pernottamento ad Aix-les-Bains.

Martedì 8 giugno

- Ore 7. — Partenza in autocarri per Pougny-Chancy.
- Ore 10. — Visita alla centrale idroelettrica di Pougny-Chancy. - Colazione offerta dalla Soc. Rhône Jura.
- Ore 10,45. — Partenza. - Fermata a Leanz, dove sarà esposto uno dei progetti di sistemazione del Rodano.
- Ore 11,45. — Arrivo a Bellegarde. - Visita all'incanalamento del Rodano e alle officine idroelettriche.
- Ore 12,30. — Colazione offerta dalla Soc. Française des Forces Hydrauliques du Rhône.
- Ore 15. — Partenza per la Valle del Fier.
- Ore 18,30. — Arrivo a Seyssel. - Pranzo offerto dalla « Soc. Hydro-électrique de Lyon ».
- Ore 19,50. — Partenza in autocarri per Culoz (i bagagli saranno trasportati a parte da Aix-les-Bains a Culoz).
- Ore 20,40. — Partenza da Culoz in vetture speciali.
- Ore 23,10. — Arrivo a Lione. - Pernottamento a Lione.

Mercoledì 9 giugno

- Ore 9. — Visita ad officine, per gruppi:
- Gruppo a) - Visita alla centrale elettrica della « Compagnie du Gas » di Lione, e alla cabina a 60.000 volt della « Soc. Hydro-électrique de Lyon » e alla stazione a 120.000 V della « Soc. des Transports d'énergie des Alpes »;
- Gruppo b) - Visita all'impianto a corrente continua in serie della « Soc. Générale de Force e Lumière a Vaulx-en-Velin » e alle officine delle « Constructions Electriques de Delle ».
- Ore 12,30. — Colazione offerta dal Gruppo del Sud-Est della « Soc. Française des Electriciens » all'Hôtel Lugdunum - Piazza Jules Ferry.
- Ore 15. — Visita a Lione.
- Ore 17. — Conferenza del Sig. Simon, Ingegnere capo delle Forze idrauliche del Sud-Est, al Palazzo della Borsa.
- Ore 18,45. — Ricevimento all'Hôtel de Ville. - Pernottamento a Lione.

Giovedì 10 giugno

- Ore 11. — Colazione a Lione.
- Ore 11,50. — Partenza in treno speciale.
- Ore 19,25. — Arrivo a Parigi. - Pranzo e pernottamento a Parigi.

Venerdì 11 giugno

(per i soli Soci, per le Signore segue programma).

- Ore 8. — Riunione davanti all'Ufficio dell'« Agence Exprinter, rue Scribe, 2. - Partenza in autobus per la visita alle sottostazioni di trasformazione della « Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité ».
- Ore 11. — Ricevimento dell'Autorità Municipale di Parigi all'Hôtel de Ville.
- Ore 12,30. — Colazione offerta dalla « Soc. de Distribution de la Région Parisienne ».

Ore 14,30. — Partenza per la visita alle sottostazioni di trasformazione della « Compagnie de Chemin de Fer Metropolitain e du Nord-Sud » (elevatori, segnali, commutatrici, raddrizzatori a vapori di mercurio).

Ore 18 circa. — Ritorno Rue Scribe, 2. - Pranzo e pernottamento a Parigi.

(per le Signore).

Ore 9. — Riunione davanti l'ufficio dell'Agence Exprinter, Rue Scribe, 2. - Visita in gruppi alle Grandi Case di Mode e Gioiellerie.

Ore 11. — Ricevimento dell'Autorità Municipale di Parigi all'Hôtel de Ville.

Ore 12,30. — Colazione offerta dalla « Soc. de Distribution de la Région Parisienne ».

Ore 14,30. — Partenza in autocarri per la visita a Parigi.

Ore 17. — The offerto. - Pranzo e pernottamento a Parigi.

Sabato 12 giugno

(per i soli Soci, per le Signore segue programma).

Ore 8. — Partenza in autobus dall'Ufficio dell'Agence Exprinter, Rue Scribe, 2. - Visita in due gruppi all'officina dell'« Union d'Electricité di Gennevilliers » e all'officina della « Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité a Saint-Ouen ».

Ore 12,30. — Colazione offerta dalla « Compagnie de Production d'Electricité de la Région Parisienne ».

Ore 14,30. — Partenza in autobus per la visita all'officina di Vitry. - Visita al Laboratorio Ampere a 1.000.000 di V, esperienze.

Ore 18 circa. — Ritorno a Rue Scribe, 2. - Pranzo e pernottamento a Parigi.

(per le Signore).

Mattino. — Visita in gruppi a scelta: Torre Eiffel e Museo del Trocadero, Museo Carnavalet, Museo dei Gobelins, Opéra, Cluny.

Ore 12,30. — Colazione offerta dalla « Compagnie de Production d'Electricité de la Région Parisienne ».

Pomeriggio. — Programma generale cogli ingegneri.

Domenica 13 giugno

Visita alle installazioni d'elettrificazione della « Compagnie des Chemins de Fer de Paris à Orléans ». - Trasporto in gruppi di 50.

Visita della cabina a 150.000 volt di Chevilly, e delle cabine a 60.000 volt di Vitry, del materiale mobile e alle officine.

Ore 12. — Colazione offerta al Buffet d'Austerlitz dalla « Compagnie de Chemin de Fer d'Orléans ».

Ore 14. — Visita su automotrici alla linea elettrificata Parigi-Dourdan, e alla cabina a 90.000 volt di Saint-Michel et Saint-Chéron. Ritorno a Parigi.

Ore 19,30. — Pranzo offerto dalla « Soc. Française des Electriciens al Cercle Interallié. - Pernottamento a Parigi.

Lunedì 14 giugno

Ore 6,43. — Partenza in treno speciale dalla Stazione Parigi-Orsay.

Ore 11,55. — Arrivo a Eguzon. - Visita alla centrale idroelettrica di Eguzon di 50.000 kW. - Colazione offerta dalla « Union Hydro-électrique ».

Ore 15,30. — Partenza in treno speciale.

Ore 20,37. — Arrivo a Bordeaux. - Ricevimento alla stazione di Saint-Jean da parte dei membri del Comitato del gruppo del Sud-Ovest. - Pranzo e pernottamento a Bordeaux.

Martedì 15 giugno

Ore 8,30. — Convegno in Piazza Richelieu. - Partenza sui battelli del porto autonomo per la visita al Porto di Bordeaux e alle rive della Gironda.

Ore 11. — Arrivo a Pauillac. - Colazione a Pauillac.

Ore 14. — Partenza per Bordeaux in autocarri per la visita di qualche grande stabilimento enologico.

Ore 18. — Arrivo a Bordeaux.

Ore 20. — Banchetto offerto dal Gruppo del Sud-Ovest e dalla Soc. Française des Electriciens (abito da viaggio). - Pernottamento a Bordeaux.

Mercoledì 16 giugno

Ore 11. — Colazione a Bordeaux.

Ore 13. — Partenza da Bordeaux con treno speciale.

Ore 15,25. — Arrivo a Dax. - Visita della cabina a 150.000 volt di Dax.

Ore 18. — Partenza da Dax con treno speciale.

Ore 19,30. — Arrivo a Pau. - Pranzo e pernottamento a Pau.

Giovedì 17 giugno —

Ore 8. — Partenza da Pau in autocarri. - Visita all'Officina di Hourat e ai lavori di costruzione delle officine della Vallata d'Ossay. Colazione a Laruns et Eaux-Bonnes (in gruppi).

Ore 15. — Partenza per Lourdes attraverso il Colle d'Aubisque. - Pranzo e pernottamento a Lourdes.

Venerdì 18 giugno

Visita in autocarri alle officine della « Société des Engrais Azotés » e escursione a Gavarnie.

Colazione a Saint-Sauveur.

Pranzo e pernottamento a Lourdes.

Sabato 19 giugno

Ore 8,25. — Partenza da Lourdes con treno speciale.

Ore 8,46. — Arrivo a Tarbes. - Visita all'Officina di « Constructions Electriques de France ». - Colazione a Tarbes.

Ore 15. — Partenza da Tarbes con treno speciale. - Visita alle sottostazioni per trazione di Tournay et de Montrejeau.

Ore 18,30. — Arrivo a Luchon. - Pranzo e pernottamento a Luchon.

Domenica 20 giugno

Escursione a Superbagnères.

Colazione offerta dalla « Compagnie des Chemins de Fer du Midi ».

Ore 15,25. — Partenza da Luchon.

Ore 18. — Arrivo a Tolosa. - Pranzo a Tolosa.

Partenza per Marsiglia, Ventimiglia.

*

Avvertenze per i partecipanti al viaggio in Francia.

Passaporti. — Ogni viaggiatore, signore e signora, deve essere munito del passaporto italiano per l'estero. Per la Francia però non occorre il visto dell'autorità consolare francese.

Viaggio. — Tutti i partecipanti al viaggio devono provvedersi di biglietto sino a Modane — dove avrà luogo l'adunata alle ore 9,40 all'arrivo del treno che parte da Torino alle ore 6,18.

Tanto coloro che arriveranno con questo treno, quanto coloro che saranno già a Modane, parteciperanno, alla *Stazione di Modane*, alle ore 10, al ricevimento da parte dei Delegati della Société Française des Electriciens, e del Gruppo del Sud-Ovest.

Sul posto si troverà l'Ing. Galamini della Sede Centrale, che coll'Agente dell'« Agence Exprinter » — organizzatrice dei trasporti, consegnerà ad ogni partecipante, munito della regolare tessera, il carnet di viaggio.

A Modane tutti trasbordano su vetture speciali, seguendo il programma.

Distintivi. — A Modane verrà distribuito ad ogni viaggiatore, signore e signora, un apposito distintivo a spilla. Il distintivo deve sempre essere portato in modo visibile, durante tutto il viaggio.

Bagagli. — Dato il genere di viaggio è bene che ogni bagaglio per numero e per mole non sia ingombrante. Le ferrovie francesi non hanno limitazioni speciali per i bagagli a mano. Nel prezzo del biglietto però non è compreso il grosso bagaglio consegnato alle ferrovie pel viaggio: a tale trasporto deve provvedere il viaggiatore a proprie spese. Il programma porta le disposizioni speciali per il bagaglio a mano.

Abiti. — Non è prescritto l'abito di società: però è certo che per alcuni dei ricevimenti previsti in programma sarà bene che i soci che vogliono parteciparvi, abbiano a portare almeno l'abito nero.

Posta. — Dati gli spostamenti del viaggio, la posta per i partecipanti al viaggio, potrà essere indirizzata a Parigi, alla sede della Société Française des Electriciens — *Paris (XV) - Rue de Stael, 14* — in modo che vi arrivi nei giorni 10, 11 o 12 giugno, e nelle successive tappe *fermo posta*: Bordeaux (giorni 14 e 15), Pau (giorno 16), Lourdes (giorni 17 e 18) e Luchon (giorno 19).

Alberghi. — Gli alberghi verranno assegnati in viaggio ad ogni singolo viaggiatore.

Per alcune località nelle quali, dato il grande numero di concorrenti, non sarà possibile avere, per i viaggiatori isolati, stanze ad un sol letto, si provvederà con stanze a due letti.

Informazioni. — Ogni partecipante al viaggio è tenuto a seguire le indicazioni che verranno date dagli organizzatori della Société Française e loro rappresentanti per i dettagli di svolgimento del programma. Per qualsiasi altra informazione i Soci si rivolgeranno alla delegazione della Presidenza Generale dell'A. E. I. che li guiderà nel viaggio da Modane in poi.

Errata - corregge

N. 13 del 5 Maggio 1926.

Articolo Rimini: *Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative*

pagina 276 - col. 1^a - ultima linea: errata q - corregge q'

pagina 276 - col. 2^a - linea 2^a: errata q - corregge q'

pagina 277 - col. 2^a:

linea 28 - errata 15 - corregge 16; linea 31 - errata 16 - corregge 15

pagina 280 - col. 1^a - quart'ultima linea del § 5:

errata: quindi si può concludere che altrettanto avviene per la gran-

corregge: così una espressione differenziale lineare involgente una gran-

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La gita dell'A. E. I. in Francia.

Quando i lettori riceveranno questo fascicolo, il viaggio organizzato dalla Société Française des Electriciens, che si inizia la mattina del 6 da Modane, sarà nel suo pieno svolgimento.

Il nostro giornale segue naturalmente l'interessante escursione e darà di essa ampio resoconto.

La moderna tecnica dei cavi....

Facciamo posto oggi ad un ampio riassunto di una comunicazione del DUNSHEATH e delle interessanti discussioni che la seguirono alla Institution of E. E. inglese, sui problemi inerenti alla fabbricazione dei cavi ad alta tensione.

Varie sono le ragioni che ci hanno a ciò indotto. La tecnica dei cavi è un ramo molto particolare nell'elettrotecnica e fatalmente quindi poco seguito dalla maggior parte degli elettricisti. Non è far torto a nessuno il pensare che molti ingegneri, pure competenti in altri campi delle applicazioni elettriche, siano rimasti con le loro idee sui cavi, ai tipi isolati in gomma. Per contro poche industrie come quella dei cavi si sono così grandemente evolute per il contatto continuo ch'esse devono avere con le ricerche tecniche e con la scienza in genere. La necessità di sfruttare sempre meglio i materiali isolanti — assai meno noti dei conduttori e dei magnetici — fa sì che in pochi laboratori, come in quelli dei costruttori di cavi, si affrontino continuamente problemi primordiali di fisica e di chimica. Il nostro paese, infine, ha sempre occupato un posto preminente nella fabbricazione dei cavi, e dai primi antichi studi del compianto ingegnere Jona in poi, i nostri costruttori sono sempre stati riconosciuti come dei maestri. Già annunciammo come siano attualmente in fabbricazione in Italia grandi partite di cavi ad altissima tensione, destinate agli Stati Uniti, e come altrettanto grandi partite siano in costruzione in America secondo procedimenti e brevetti italiani.

Alle discussioni inglesi che oggi riassumiamo, fu invitato a partecipare l'Ing. EMANUELI che è tanta parte dei successi italiani nell'industria dei cavi, e siamo lieti di aggiungere qui, a commento di quanto è riportato più avanti, che le sue osservazioni furono seguite col più grande interesse da quella accolta di eminenti specialisti.

.... e le discussioni tecniche.

Abbiamo infine voluto dare un'idea ai nostri lettori dell'importanza e della vastità che assumono sovente le discussioni tecniche presso la consorella Associazione inglese. Noi vorremmo poter presto registrare qualche cosa di simile nelle nostre riunioni: dato che non certo la capacità ce ne manca, ma solo forse un po' di preparazione.

In particolare additiamo il sistema di indire, presso le varie Sezioni, delle riunioni, non per ascoltare una comunicazione, ma per discutere a fondo una memoria già pubblicata qualche tempo prima.

A pochi mesi dalla riunione annuale che dovrà occuparsi di argomenti sui quali già si sono pubblicate interessanti relazioni in occasione della riunione di Napoli, ci auguriamo che l'esempio dell'Associazione inglese sia meditato dai colleghi che interverranno alla prossima riunione di Brescia.

LA REDAZIONE.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

□ FONDAMENTI DI GEOMETRIA APPLICATA ALLE CORRENTI ALTERNATIVE

C. RIMINI



Comunicazione tenuta alle Sezioni di Bologna, Firenze, Milano

(Continuazione, v. N. 15, pag. 321)

VI. - I DIAGRAMMI.

29. - Le equazioni generali delle curve-diagrammi.

Si applica generalmente il secondo metodo quando il problema proposto è tale che i coefficienti delle equazioni, anziché essere delle costanti assolute, dipendono alla loro volta da parametri suscettibili di assumere valori variabili con continuità. In tale caso i parametri stessi affetteranno le formule risolutive, per modo che le espressioni delle grandezze incognite riescono in definitiva delle funzioni di essi, che potranno essere assunti come variabili indipendenti. Nel caso in cui si tratta di un solo parametro (a variazione reale), sarà possibile una rappresentazione geometrica nel senso ordinario della parola, cioè la considerazione di una certa curva luogo dei punti indici della grandezza considerata.

Questo è un caso che si presenta assai di frequente nelle applicazioni, e, data la sua fondamentale importanza, vogliamo qui intrattenerci su di esso in modo particolare.

Come già si è osservato, le espressioni che forniscono i valori di una qualunque grandezza incognita X hanno sempre la forma frazionaria $\frac{P}{Q}$, dove ora P e Q non saranno due

numeri complessi costanti, bensì delle funzioni del supposto parametro t , e si tratta appunto di studiare l'insieme dei valori assunti da X mentre t varia da $-\infty$ a $+\infty$, i cui punti indici costituiscono precisamente quello che si chiama il diagramma della grandezza X . Per lo più la variabile t entra in P e Q per via algebrica, per modo che questi sono in sostanza dei polinomi

$$P_m = A + Bt + Ct^2 + \dots + Mt^m$$

$$Q_n = A' + B't + C't^2 + \dots + Nt^n$$

i cui gradi indichiamo in generale con m, n .

(*) Si può osservare che $O'A$ rappresenterebbe il carico I_1 , del primo trasformatore nell'ipotesi che i tre trasformatori fossero di uguale impedenza (in tal caso infatti la (1) si ridurrebbe $I_1 + I_2 + I_3 = 0$, con che il punto O' cadrebbe in O): poi, dalla somiglianza dei due triangoli $O'O'A$, OZ_2M si deduce la seguente proporzionalità fra numeri complessi $\frac{I_1}{I_2} = \frac{Z_2}{Z_m}$ dove il complesso Z_m , rappresentato dal segmento OM , corrisponde alla impedenza media dei trasformatori; quindi si ha:

$$I_1 Z_m = I_2 Z_2$$

cioè: il carico del primo trasformatore riesce tale che la caduta di tensione cui esso darebbe luogo se l'impedenza dei tre trasformatori fosse uguale alla impedenza media coincide con quella che si avrebbe nel medesimo trasformatore qualora esso avesse impedenza uguale a quelle degli altri due.

La equazione

$$(1) \quad X = \frac{A + Bt + \dots + Mt^n}{A' + B't + \dots + Nt^n}$$

fornisce, in sostanza, la rappresentazione parametrica del diagramma cercato perchè, dette x, y le coordinate cartesiane ortogonali del punto (φ componenti del numero complesso) X , la precedente equivale all'insieme delle due:

$$(2) \quad x = f(t) \quad y = \varphi(t)$$

se con $f(t), \varphi(t)$ si indicano la parte reale e il coefficiente dell'immaginario del secondo membro.

Proponiamoci dunque di studiare le curve rappresentate da equazioni come la (2). Esse sono manifestamente algebriche, perchè l'eliminazione di t dalle (2) conduce sempre ad un legame algebrico fra x e y , e di più esse sono tutte unicursali, cioè tali che i loro punti sono riferibili ai punti di una retta, come sempre avviene quando, come in (2), è possibile esprimere le coordinate correnti di un punto generico in funzione razionale di un parametro.

30. - Ordine delle curve.

Ad una classificazione completa ed esauriente delle curve (2) perverremo agevolmente dopo che avremo imparato a calcolarne l'ordine ed avremo messo le curve stesse in relazione con gli elementi all'infinito del piano. In primo luogo occorre che ci procuriamo le espressioni (2), cioè che esaminiamo in che consistono la parte reale e la parte immaginaria della funzione $\frac{P_m}{Q_n}$ e per far ciò è necessario rendere reale il denominatore. All'uopo procediamo come segue:

Supporremo sempre, naturalmente, che i polinomi P_m e Q_n siano privi di fattori comuni, e pertanto, dette $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ le radici della equazione $Q_n(t) = 0$, sarà certamente:

$$P_m(\alpha_1) \neq 0 \quad P_m(\alpha_2) \neq 0 \dots P_m(\alpha_n) \neq 0,$$

nientre si avrà identicamente

$$Q_n(t) = N(t - \alpha_1)(t - \alpha_2) \dots (t - \alpha_n),$$

essendo N il coefficiente di t^n nel polinomio Q_n . I numeri $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ saranno in generale complessi, perchè tali sono i coefficienti del polinomio Q_n , ma non è escluso che fra di essi ve ne possano essere alcuni reali ed altri costituenti delle coppie di numeri complessi coniugati. Il prodotto dei fattori $(t - \alpha_r)$ corrispondenti a questi costituisce di per sé un polinomio a coefficienti reali Q_p il cui grado p eguaglia il numero delle radici reali e complesse coniugate di Q_n ed anzi p è il massimo grado di un polinomio a coefficienti reali che divide Q_n . Indicheremo allora con Q_q il prodotto di N per i fattori $(t - \alpha_s)$ corrispondenti alle altre q radici di $Q_n = 0$. Sarà dunque:

$$Q_n = Q_p \cdot Q_q$$

con $p + q = n$.

Ciò premesso, per rendere reale il denominatore, basterà moltiplicare la frazione $\frac{P_m}{Q_n}$ per il polinomio Q_q' coniugato di Q_q , cioè per quel polinomio che ha per coefficienti i coniugati dei coefficienti di Q_q . Con ciò la (1) si scrive:

$$X = \frac{P_m \cdot Q_q'}{Q_n \cdot Q_q'}$$

dove il polinomio numeratore è di grado $m + q$, a coefficienti complessi; il denominatore di grado $n + q = p + 2q$, e a coefficienti reali. Separando ora nel numeratore il reale dall'immaginario:

$$P_m \cdot Q_q' = R_{m+q} + j S_{m+q},$$

si avranno in definitiva le espressioni cercate (2):

$$x = \frac{R_{m+q}}{Q_n \cdot Q_q'} \quad y = \frac{S_{m+q}}{Q_n \cdot Q_q'}$$

con la scorta delle quali è facile calcolare l'ordine della curva. Se infatti

$$ax + by + c = 0$$

è l'equazione di una retta generica del piano, essa intersecherà

la curva nei punti che corrispondono ai valori di t pei quali è soddisfatta l'equazione:

$$a R_{m+q} + b S_{m+q} + c Q_n \cdot Q_q' = 0$$

e l'ordine della curva non sarà altro che il grado di questa equazione in t ; cioè il maggiore dei due numeri $m + q, n + q$, ossia $m + n - p, 2n - p$.

Di modo che, se indichiamo con l il maggiore dei due gradi dei polinomi P_m e Q_n della espressione (1), possiamo dire che: l'ordine della curva (1) è $l + n - p$, essendo l il maggiore dei due gradi numeratore e denominatore, n il grado del denominatore, p il massimo grado di un polinomio a coefficienti reali che divide il denominatore. E sarà sempre:

$$(3) \quad l > 1, \quad l \geq n, \quad n \geq p.$$

31. - Elementi all'infinito.

La nostra curva, essendo dell'ordine $l + n - p$, avrà precisamente $l + n - p$ punti (reali o no, distinti o coincidenti) all'infinito. Ed è facile determinarli; basterà ripetere il calcolo precedente, riferendoci alla retta all'infinito. Cioè si dovranno far tendere a zero i coefficienti a e b . L'equazione che ne risulta:

$$(4) \quad Q_n \cdot Q_q' = 0,$$

considerata di grado $l + n - p$, darà gli $l + n - p$ valori di t corrispondenti ai punti all'infinito della curva. Se il suo grado risulta $< l + n - p$ (il che può avvenire solo se $m > n$), ciò significa che alcuni dei punti, e precisamente $m - n$, corrispondono al valore $t = \infty$ del parametro ed essi coincidono in unico punto⁽¹⁸⁾.

E si potrebbe chiedere quali sono le direzioni dei punti all'infinito della curva, cioè le sue direzioni *assintotiche*. La risposta è facile: basta pensare che il coefficiente angolare di una di queste direzioni non è che il limite cui tende $\frac{y}{x}$ mentre il punto si allontana all'infinito sulla curva nella direzione stessa. Ora dalla (3) si ha in generale:

$$\frac{y}{x} = \frac{S_{m+q}(t)}{R_{m+q}(t)}.$$

Se nel secondo membro si attribuiscono successivamente a t i valori testè determinati, cui corrispondono i punti all'infinito, si avranno senz'altro i coefficienti angolari cercati senza neppure bisogno di effettuare il passaggio al limite, salvo per gli eventuali valori $t = \infty$, pei quali del resto il calcolo del limite è ovvio.

L'equazione dei punti all'infinito si può scrivere:

$$Q_p \cdot Q_q \cdot Q_q' = 0,$$

sotto la quale forma essa ci mostra chiaramente che oltre gli eventuali $m - n$ punti all'infinito dianzi considerati, e tutti fra loro coincidenti, ve ne sono altri p corrispondenti alle radici della equazione a coefficienti reali $Q_p = 0$, distinti o in parte coincidenti, ma che certamente sono reali oppure distribuiti in coppie di immaginari coniugati, ed infine altri $2q$, corrispondenti alla equazione, pure a coefficienti reali $Q_q \cdot Q_q' = 0$, i quali costituiscono tutti delle coppie immaginarie coniugate. Vogliamo ora dimostrare che questi ultimi coincidono con i punti ciclici del piano, il che equivale a dire che la curva in esame passa q volte per ciascuno di questi. All'uopo basterà calcolare il valore che assume il rapporto $\frac{y}{x}$ quando t coincide con una delle ra-

(18) Se in una equazione algebrica di grado n :

$$a_0 t^n + a_1 t^{n-1} + \dots + a_{n-1} t + a_n = 0$$

si fanno tendere a zero alcuni degli ultimi coefficienti $a_n, a_{n-1}, \dots$, altrettante radici della equazione tendono pure a zero. Se invece si fanno tendere a zero alcuni dei primi coefficienti $a_0, a_1, \dots$, altrettante radici della equazione tendono all'infinito.

La prima cosa è subito veduta, perchè con l'annullarsi di $a_n, a_{n-1}, \dots$, l'equazione diviene divisibile per $t, t^2, \dots$ cioè viene ad avere una, due, ... radici uguali a zero. Per vedere la seconda, basta porre $t = \frac{1}{v}$ (con che le radici della nuova equazione risultano i numeri inversi delle radici della primitiva) ed osservare che, con l'annullarsi di $a_0, a_1, \dots$, la equazione trasformata acquista una, due, ... radici nulle.

dici t_x della equazione $Q_q \cdot Q'_q = 0$. Separando in Q_q il reale dall'immaginario, sia:

$$Q_q = T + jU \quad \text{e conseguentemente} \quad Q'_q = T - jU.$$

Ne segue che, se per $t = t_x$ risulterà $\frac{T}{U} = \pm j$, utilizzando invece la radice t'_x coniugata di t_x , che soddisfa pure la $Q_q \cdot Q'_q = 0$, si avrà rispettivamente $\frac{T}{U} = +j$. Ricordiamo ora che:

$$R_{m+q} + jS_{m+q} = P_m \cdot Q'_q,$$

e, posto $P_m = V + jZ$, risulterà:

$$R_{m+q} = VT + ZU \quad S_{m+q} = TZ - VU;$$

onde:

$$\frac{y}{x} = \frac{\frac{T}{U}Z - V}{\frac{T}{U}V + Z}.$$

Ponendo in questa $t = t_x$, oppure $= t'_x$, e conseguentemente $\frac{T}{U} = +j$, rispettivamente $= -j$, si ottiene:

$$\frac{y}{x} = \mp j$$

cioè la coppia delle direzioni cicliche, c. d. d.

Riassumendo, si ha che *gli $l+n-p$ punti all'infinito della curva si ripartiscono come segue: se $l > n$, ve ne sono $l-n$, corrispondenti al valore $t = \infty$ del parametro, che coincidono in unico punto reale, altri p , corrispondenti alle eventuali radici reali o immaginarie coniugate del polinomio reale Q_p , sono reali o immaginari coniugati in posizione qualunque, mentre infine altri 2 ($n-p$) sono localizzati nei punti ciclici.*

Nel caso, che spesso ricorre, in cui $m = n$ ed il denominatore ha i coefficienti qualunque, e quindi è privo di radici reali, la curva è di ordine $2n$ ed è n -circolare, cioè passa n volte per ciascuno dei punti ciclici.

32. - Semplificazione dell'equazione.

Con la scorta di queste proposizioni, la classificazione delle curve (1) risulta ovvia: la effettueremo qui per le linee dei primi quattro ordini ⁽¹⁹⁾. Per facilitare tale classificazione giova premettere la seguente osservazione.

La equazione (1) non cessa di rappresentare la medesima curva se si opera sul parametro una trasformazione lineare a coefficienti reali $i = \frac{a+bu}{c+du}$ perchè ciò equivale a mutare la corrispondenza fra i valori del parametro ed i punti della curva. Di ciò si può talvolta profittare per conseguire qualche semplificazione nelle equazioni. Ad es., se uno dei polinomi ha una radice reale t_0 , si può sempre abbassare il suo grado di una unità, senza alterare il grado massimo l . Basta infatti all'uopo porre $\frac{1}{t-t_0} = v$ ⁽²⁰⁾.

Ciò premesso passiamo alla classificazione effettiva.

33. - Le rette.

Perchè la equazione (1) rappresenti una retta occorre che sia

$$l + n - p = 1,$$

e, siccome per la prima delle disuguaglianze (4) deve essere $l=1$, sarà $n=p$, e dovendo poi essere $l \geq n$, sarà o $n=p=0$ o $n=p=1$; quanto ad m , grado del numeratore, esso sarà

⁽¹⁹⁾ Cfr. BLOCH, l. c.: Il metodo qui seguito, basato essenzialmente sulla valutazione dell'ordine e sulla relazione della curva con l'assoluto, differisce sostanzialmente da quello seguito dal Bloch, e conduce, a nostro avviso, con maggiore sicurezza e generalità ad una classificazione completa, dalla quale è poi molto agevole il dedurre lo studio di tutti i casi particolari.

⁽²⁰⁾ Ciò corrisponde al fatto che con la trasformazione operata si è sostituita alla radice $t = t_0$ la radice $t = \infty$. Ed è ben noto che se una equazione algebrica alcune radici divengono infinite, il suo grado si abbassa di altrettante unità (cfr. la nota 18, al n. 31).

nel primo caso $= 1$, nel secondo caso $= 0$ oppure $= -1$. Si avrà dunque una retta per le equazioni del tipo:

$$(5) \quad X = A + Bt$$

con A qualunque e $B \neq 0$ ($m=1, n=p=0$), oppure:

$$X = \frac{A + Bt}{C(t-t_0)}$$

con t_0 reale, con A qualunque e $B \neq 0$ ($m=n=1, n=p=1$), oppure:

$$X = \frac{A}{C(t-t_0)}$$

con t_0 reale, $A \neq 0$ ($m=0, n=p=1$).

In virtù della osservazione precedente, i due ultimi casi sono sempre riducibili al primo ⁽²¹⁾.

Inversamente è facile vedere che ogni retta è rappresentabile mediante una equazione del tipo (5). Infatti, detto A un suo punto, e B un vettore ad essa parallelo, il punto $X = A + Bt$ al variare di t percorre la data retta. Con ciò è anche chiarito il significato geometrico dei coefficienti della equazione (5). Quanto al parametro, il suo significato è chiaro; esso corrisponde alla ascissa del punto X , avendo scelto per origine il punto A e per punto unitario il punto $A + B$.

Due rette

$$X = A + Bt \quad X = C + Dt$$

sono parallele se gli argomenti di B, D sono uguali oppure differiscono di π . In ogni caso non è difficile calcolare l'angolo delle due direzioni B e D . Intanto, per l'angolo φ di B con l'asse reale (argomento di B) si ha, detto B_1 il numero coniugato di B ,

$$(6) \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{B - B_1}{j(B + B_1)}, \quad \operatorname{sen} \varphi = \frac{B - B_1}{2jB}, \quad \cos \varphi = \frac{B + B_1}{2B};$$

quindi per l'angolo θ delle due direzioni B e D :

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{j(B_1 D - B D_1)}{B D_1 + B_1 D}, \quad \operatorname{sen} \theta = \frac{j(B_1 D - B D_1)}{2BD},$$

$$\cos \theta = \frac{(B_1 D + B D_1)}{2BD}. \quad (22)$$

La distanza δ della retta

$$X = A + Bt$$

dall'origine coincide manifestamente (fig. 53) coincide con la

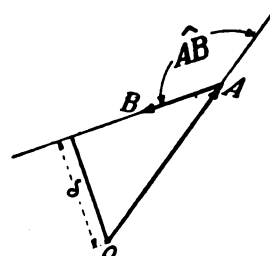


Fig. 53.

proiezione di A sulla direzione perpendicolare a B , cioè col prodotto $A \operatorname{sen}(\widehat{AB})$. Si ha dunque:

$$\delta = j \frac{(A_1 B - A B_1)}{2B},$$

conchè alla distanza δ viene attribuito anche un segno. E, per avere le distanze della stessa retta dal punto qualunque

⁽²¹⁾ Cfr. BLOCH, l. c., pag. 42, 45, 47 (ove i due ultimi tipi vengono considerati come casi di degenerazione del cerchio).

⁽²²⁾ Ricordiamo che $B + B_1$ vale il doppio della parte reale di B , $B - B_1$ il doppio del coefficiente dell'immaginario, e $B B_1$ vale il quadrato B^2 del comune modulo di B e B_1 . Posto poi $B = M - jN$, le formule stesse danno gli elementi angolari della direzione che congiunge N con M .

T, basterà immaginare quivi trasportata l'origine, cioè sostituito $\mathbf{A} - \mathbf{T}$ ad $\mathbf{A}$.

Si ottiene così:

$$\delta = \frac{j[(\mathbf{A}_1 - \mathbf{T}_1)\mathbf{B} - (\mathbf{A} - \mathbf{T})\mathbf{B}_1]}{2\mathbf{B}}$$

34. - Le coniche.

Perchè l'equazione (1) rappresenti una conica, dovrà essere:

$$l + n - p = 2,$$

cioè, essendo $l > 1$ ed $n - p$ non negativo:

$l = 2$ con $n - p = 0$ cioè $n = p = 0, 1$ con $m = 2$ oppure
 $n = p = 2$ con $m = 0, 1, 2$;

oppure ancora:

$l = 1$ con $n - p = 1$ cioè $n = 1, p = 0$ con $m = 0, 1$.

Si hanno così i seguenti tipi:

$$(7) \quad \mathbf{X} = \frac{\mathbf{A} + \mathbf{B}t + \mathbf{C}t^2}{\mathbf{D}(a + bt + ct^2)}$$

con a, b, c reali, $\mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{C}$ complessi soggetti alla sola condizione che almeno uno dei polinomi numeratore e denominatore sia effettivamente di secondo grado ($m = 2; n = p = 0, 1, 2$ oppure $m = 0, 1, 2; n = p = 2$), e

$$(8) \quad \mathbf{X} = \frac{\mathbf{A} + \mathbf{B}t}{\mathbf{C} + \mathbf{D}t}$$

con $\mathbf{C}$ e $\mathbf{D}$ di argomento diverso, per modo che $\mathbf{C} + \mathbf{D}t$ non si annulli per t reale, mentre $\mathbf{A}$ e $\mathbf{B}$ possono essere qualunque, ed eventualmente $\mathbf{B} = 0$ (²³) ($m = 0, 1; n = 1, p = 0$). In quest'ultimo caso, la nostra proposizione generale ci avverte che la conica passa per i punti ciclici, quindi essa è un cerchio (²⁴).

Il primo caso è analiticamente caratterizzato dal fatto che i coefficienti del trinomio denominatore hanno rapporti reali, e conglobando $\mathbf{D}$ nei coefficienti del numeratore, si può supporre $\mathbf{D} = 1$. La conica può essere geometricamente caratterizzata pensando che i suoi punti all'infinito corrispondono alle radici della equazione:

$$a + bt + ct^2 = 0,$$

e si avrà quindi:

una iperbola se $b^2 - 4ac > 0$;

una parabola se $b^2 - 4ac = 0$;

una ellisse se $b^2 - 4ac < 0$.

Si noti che in particolare si avrà una iperbola quando $c = 0$, una parabola quando $b = c = 0$. E' importante osservare che nel caso $b^2 - 4ac < 0$ la ellisse non è un cerchio. Infatti per avere un cerchio occorrerebbe che per t uguale ad una delle radici t' del denominatore, il coefficiente angolare del numeratore risultasse uguale ad j (punti ciclici), cioè, posto

$$\mathbf{A} + \mathbf{B}t + \mathbf{C}t^2 = R + jS$$

dovrebbe essere $\frac{S}{R} = j$. Ma da questa seguirebbe $R + jS = 0$,

cioè t' annullerebbe il numeratore, e questo quindi avrebbe una radice comune con il denominatore, il che noi sempre escludiamo. Del resto si può osservare che, sopprimendo il fattore $t - t'$ comune al numeratore ed al denominatore, si cadrebbe in una equazione del tipo (8) che, come già sappiamo, rappresenta un cerchio.

Inversamente, qualunque conica è rappresentabile con una

(²³) Se $\mathbf{B} = 0$ la curva passa per l'origine, cui corrisponde il valore ∞ del parametro. Inversamente, se la curva passa per l'origine, cui corrisponde il valore t_0 del parametro ($\mathbf{A}$ e $\mathbf{B}$ hanno allora rapporto reale o, ciò che è lo stesso, uguali argomenti), basta porre $t - t_0 = \frac{1}{v}$ per ricondurre l'equazione al tipo precedente con $\mathbf{B} = 0$.

(²⁴) Esso non è che il cerchio in cui l'asse reale si trasforma per mezzo della trasformazione lineare:

$$\mathbf{Z}' = \frac{\mathbf{A} + \mathbf{B}\mathbf{Z}}{\mathbf{C} + \mathbf{D}\mathbf{Z}}.$$

equazione del tipo (7). Infatti, per la ellisse e l'iperbola, scritte le note equazioni parametriche:

$$\begin{cases} x = a \cos \varphi \\ y = b \sin \varphi \end{cases} \quad \begin{cases} x = \frac{a}{\cos \varphi} \\ y = b \tan \varphi \end{cases}$$

e posto in esse $t = \tan \frac{\varphi}{2}$, si ha:

$$\begin{cases} x = \frac{a(1-t^2)}{1+t^2} \\ y = \frac{2bt}{1+t^2} \end{cases} \quad \begin{cases} x = \frac{a(1+t^2)}{1-t^2} \\ y = \frac{2bt}{1-t^2} \end{cases}$$

donde per $\mathbf{X} = x + iy$ una espressione del tipo (7). Per la parabola $y^2 = 2px$, posto:

$$x = \frac{t^2}{2p} \quad y = t,$$

si ha per $\mathbf{X} = x + iy$ una espressione del tipo $\mathbf{A} + \mathbf{B}t + \mathbf{C}t^2$.

Naturalmente, nel caso del cerchio, il numeratore ed il denominatore vengono ad avere un fattore comune, soppresso il quale si ricade nella equazione di tipo (8).

Quando una conica è definita da una equazione del tipo (7), i suoi punti risultano riferiti ai valori del parametro t , ed è utile conoscere la legge che stabilisce questa corrispondenza.

All'uopo, preso un punto qualunque della conica, per es. quello $\mathbf{T} = \frac{\mathbf{A}}{a}$ che corrisponde al valore $t = 0$ del parametro,

si consideri il coefficiente angolare m della retta che lo congiunge col punto generico (t). Per le formole (6), posto:

$$\mathbf{M} = \frac{\mathbf{A} + \mathbf{B}t + \mathbf{C}t^2}{a + bt + ct^2} - \frac{\mathbf{A}}{a} = t \cdot \frac{(a\mathbf{B} - b\mathbf{A}) + (a\mathbf{C} - c\mathbf{A})t}{a + bt + ct^2},$$

sarà:

$$m = \tan \varphi = \frac{\mathbf{M} - \mathbf{M}_1}{j(\mathbf{M} + \mathbf{M}_1)},$$

che si può scrivere:

$$m = \frac{p + qt}{r + st}$$

con p, q, r, s , reali.

Ne segue (n. 18) che la relazione fra m e t è proiettiva, quindi il birapporto di quattro valori di t corrisponde a quello dei quattro raggi che proiettano i quattro corrispondenti punti da $\mathbf{T}$, o (n. 17) da qualunque altro punto P della conica. Si avrà dunque:

$$t = (t, 1, 0, \infty) = P(\mathbf{X}, \mathbf{T}_1, \mathbf{T}_0, \mathbf{T}_\infty).$$

Se ne conclude la seguente costruzione che permette di conseguire la rappresentazione del parametro t in scala proporzionale:

Se da un punto qualunque P della conica, si proiettano i tre punti $\mathbf{T}_1, \mathbf{T}_0, \mathbf{T}_\infty$ corrispondenti ai valori 1, 0, ∞ del parametro t , e, su una parallela r a $P\mathbf{T}_\infty$ si assume per origine delle ascisse il punto in cui essa è incontrata da $P\mathbf{T}_0$, e per punto unitario quello in cui essa è incontrata da $P\mathbf{T}_1$, la ascissa del punto in cui la $P\mathbf{T}$ incontra la r coincide senz'altro col valore del parametro t corrispondente al punto generico $\mathbf{T}$. (fig. 54).

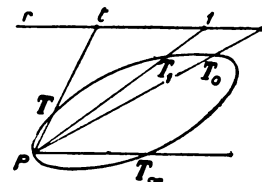


Fig. 54.

La stessa conclusione vale anche per il cerchio, per il quale caso è da osservare che la corrispondenza proiettiva fra i punti ed i valori di t risulta semplicemente dalla proposizione dimostrata al n. 21.

35. - Gli elementi geometrici fondamentali del cerchio.

Dato un cerchio mediante una equazione come la (8), è opportuno saper calcolare il numero complesso $\mathbf{T}$ corrispondente al centro ed il valore del raggio.

Cominciamo col determinare le condizioni cui debbono soddisfare A, B, C, D affinché il centro sia nell'origine. In tal caso dovrà risultare indipendente da t il modulo di X , cioè il prodotto (nota 22) XX_1 . E poichè si ha:

$$XX_1 = \frac{AA_1 + (AB_1 + A_1B)t + BB_1t^2}{CC_1 + (CD_1 + C_1D)t + DD_1t^2},$$

dovrà essere

$$(9) \quad \frac{AA_1}{CC_1} = \frac{AB_1 + A_1B}{CB_1 + C_1D} = \frac{BB_1}{DD_1}.$$

Sviluppando, si ha:

$$\begin{cases} AC(A_1D_1 - B_1C_1) + A_1C_1(AD - BC) = 0 \\ BD(A_1D_1 - B_1C_1) + B_1D_1(AD - BC) = 0. \end{cases}$$

Tratteremo dapprima il caso in cui è $AD - BC = 0$, e conseguentemente $A_1D_1 - B_1C_1 = 0$. In tale ipotesi, risultando $\frac{A}{C} = \frac{B}{D}$, la X è indipendente da t , l'equazione (8) quindi rappresenta un punto che può ancora considerarsi come un cerchio (raggio nullo). Ed affinché questo punto coincida con l'origine, dovrà essere $A = B = 0$.

Escluso questo caso, dalle ultime equazioni, lineari ed omogenee rispetto ad $AD - BC, A_1D_1 - B_1C_1$, si trae $\frac{AC}{BD} = \frac{A_1C_1}{B_1D_1}$, quindi il numero $\frac{AC}{BD}$ è uguale al suo conjugato, e perciò è reale. Le ultime equazioni stesse si possono anche scrivere:

$$\begin{cases} A_1C(A_1D_1 - B_1C_1) + A_1C_1(A_1D - B_1C) = 0 \\ B_1D(A_1D_1 - B_1C_1) + B_1D_1(A_1D - B_1C) = 0 \end{cases}$$

sotto la quale forma esse ci dicono che deve essere:

$$A_1D_1 - B_1C_1 = 0 \quad A_1D - B_1C = 0,$$

a meno che non sia $\frac{A_1C}{B_1D} = \frac{AC}{BD}$, cioè $\frac{AD}{BC} = \frac{A_1D_1}{B_1C_1}$ il che equivarrebbe a dire che è reale il numero $\frac{BC}{AD}$. Ma poichè abbiamo visto che tale è il numero $\frac{AC}{BD}$, se ne conclude facilmente che i numeri $\frac{A}{B}$ e $\frac{C}{D}$ debbono essere o entrambi reali o entrambi immaginari puri. Il primo caso non può verificarsi, perchè allora il denominatore della (8) avrebbe una radice reale; e, se si verifica il secondo, si riconosce subito, mediante le (9), che deve essere $\frac{A}{B} = jr, \frac{C}{D} = js$ con $r = s$ oppure $r = -s$. Se $r = s$, risulta $AD - BC = 0$ quindi dovrà essere $r = s = 0$. Se $r = -s$, risulta invece $A_1D_1 - B_1C_1 = 0$. E poichè, in tutti i casi esclusi, questa eguaglianza è sempre verificata, ne segue che essa è la cercata condizione affinché il centro sia nell'origine.

Ciò premesso, è assai facile calcolare il vettore T del centro. Trasportata ivi l'origine, nella nuova equazione:

$$X = \frac{A + Bt}{C + Dt} - T = \frac{(A - TC) + (B - DT)t}{C + Dt}$$

dovrà essere soddisfatta la precedente condizione, cioè:

$$(A - CT)D_1 = (B - DT)C_1,$$

da cui:

$$T = \frac{AD_1 - B_1C_1}{CD_1 - C_1D}.$$

Ed il raggio R si otterrà semplicemente valutando il modulo del complesso $T - X$ essendo X un punto qualunque del cerchio, per es. $\frac{A}{C}$ (corrispondente a $t = 0$). Si avrà dunque:

$$\begin{aligned} R^2 &= \left(\frac{AD_1 - B_1C_1}{CD_1 - C_1D} - \frac{A}{C} \right) \left(\frac{B_1C - A_1D}{CD_1 - C_1D} - \frac{A_1}{C_1} \right) = \\ &= \frac{(AD - BC)(A_1C_1 - B_1C_1)}{(CD_1 - C_1D)^2}, \end{aligned}$$

dove è a notare che numeratore e denominatore sono essenzialmente positivi, questo perchè $CD_1 - C_1D$ è immaginario puro, quello perchè $A_1D_1 - B_1C_1$ è conjugato di $AD - BC$.

Noto il raggio, si può calcolare la potenza P di un punto T qualunque rispetto al cerchio (differenza fra TT_1 e R^2):

$$P = \frac{AB_1 - A_1B + T_1C_1B - TC_1B_1}{CD_1 - C_1D}.$$

36. - Determinazione dell'equazione, dato il cerchio.

Un problema la cui risoluzione è particolarmente interessante per le applicazioni è il seguente:

Dato un cerchio, determinare i valori di A, B, C, D della equazione (8).

Naturalmente, dare il cerchio non significa soltanto darne il centro e il raggio, ma anche assegnare la legge con la quale è distesa su di esso la variabile t . E, per lo scopo, basterà conoscere tre punti $P_\alpha, P_\beta, P_\gamma$ ed i corrispondenti valori α, β, γ di t , perchè, come ora vedremo, tale conoscenza è sufficiente per potere assegnare il valore di t corrispondente ad ogni altro punto del cerchio.

Cominciamo col costruire il punto P_∞ corrispondente a $t = \infty$. All'uopo osserviamo che il birapporto

$$(P_\alpha, P_\beta, P_\gamma, P_\infty)$$

dovrà essere uguale a

$$(\alpha, \beta, \gamma, \infty),$$

cioè al numero noto

$$\frac{\alpha - \gamma}{\beta - \gamma}.$$

Quindi se, fissato arbitrariamente un punto Q sul cerchio determinato dai tre punti $P_\alpha, P_\beta, P_\gamma$, si costruisce il raggio QP tale che il birapporto dei quattro raggi $QP_\alpha, QP_\beta, QP_\gamma, QP$ sia uguale a $\frac{\alpha - \gamma}{\beta - \gamma}$, la intersezione di esso col cerchio sarà il punto

P_∞ cercato. La costruzione di tale raggio QP può effettuarsi così: con una retta r (fig. 55) si segnano in A, B, C i raggi $QP_\alpha, QP_\beta, QP_\gamma$, poi, fissato su una retta s per A un sistema qualunque di ascisse in guisa che al punto A corrisponda l'ascissa α , siano B' e C' i punti di ascissa β, γ . Si determini il punto O comune a BB', CC' e si conduca per O la parallela ad s ad intersecare r in D . Sarà QD il raggio cercato. Infatti, detto J il punto all'infinito della retta s , si ha:

$$\frac{\alpha - \gamma}{\beta - \alpha} = (\alpha, \beta, \gamma, \infty) = (AB'C'J) = (ABCD) = P(ABCD).$$

Ottenuto il punto P_∞ , si conduca una retta qualunque parallela ad OP_∞ . Su di essa esisteranno certamente due punti O e O_1 tali che, rispetto ad essi assunti come origine e come punto unitario, i punti d'incontro con $QP_\alpha, QP_\beta, QP_\gamma$ hanno per ascisse i numeri α, β, γ . La determinazione di tali punti O, O_1 è ovvia, dopo di che siamo in grado di conoscere il valore di t corrispondente a qualsivoglia punto del cerchio e viceversa, mediante la solita costruzione.

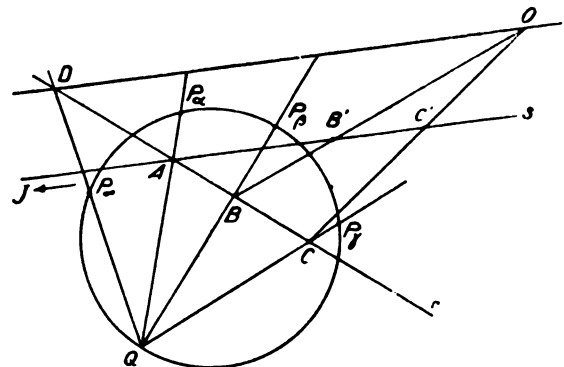


Fig. 55.

Siano dunque P_0, P_1, P_∞ i punti corrispondenti ai valori $0, 1, \infty$ del parametro (fig. 56). In virtù della equazione (8) del cerchio, ad essi corrispondono i valori:

$$X_0 = \frac{A}{C}, \quad X_1 = \frac{A+B}{C+D}, \quad X_\infty = \frac{B}{D}$$

di X .

Si ha subito:

$$\frac{X_1 - X_0}{X_1 - X_\infty} = \frac{D}{C}$$

Dunque il vettore $P_0 P_1$ rappresenta il rapporto $\frac{D}{C}$ rispetto al vettore $P_1 P_\infty$ assunto come vettore unitario, allo stesso modo come OP_0 , OP_∞ , riferiti all'effettivo vettore unitario OU , rappresentano $\frac{A}{C}$, $\frac{B}{D}$ rispettivamente. Costruiti quindi i triangoli $AP_1 P_\infty$, $P_1 P_0 B$ simili e similmente disposti ai triangoli $P_0 OU$, UOP_∞ , si avrà che i quattro segmenti $P_1 A$, $P_\infty B$, $P_0 P_1$, $P_1 P_\infty$ possono essere assunti a rappresentare in grandezza e orientazione i quattro coefficienti A , B , C , D , (fig. 56).

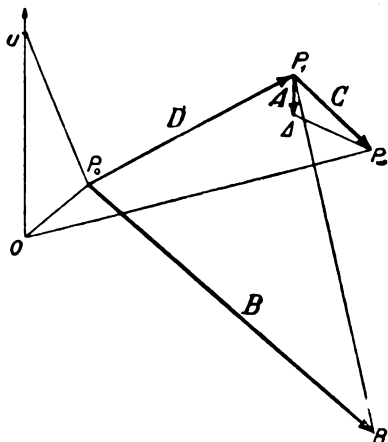


Fig. 56.

Rimane completamente arbitraria l'unità e la direzione di riferimento e ciò era prevedibile perchè l'equazione del cerchio non dipende dai valori individuali di A , B , C , D , ma soltanto dai loro mutui rapporti.

37. - Cerchi di uguale denominatore.

I valori di A , B , C , D , influiscono sulla posizione e sulla grandezza del cerchio rappresentato alla equazione (8), ed in generale a diverse quaterne di valori dei coefficienti corrispondono cerchi diversi in grandezza e posizione.

Ma se due espressioni come le:

$$X = \frac{A + Bt}{C + Dt}, \quad Y = \frac{A' + B't}{C + Dt},$$

hanno denominatori uguali (o proporzionali, potendosi ritenere conglobato nei coefficienti del numeratore l'eventuale fattore di proporzionalità), il cerchio rappresentato da una di esse può utilizzarsi per rappresentare anche l'altra, purchè si mutino convenientemente gli elementi di riferimento.

Per dimostrare ciò, cominciamo coll'osservare che è possibile, in tali condizioni, determinare due numeri L , M , indipendenti da t , tali che risulti:

$$Y = LX + M.$$

Essi si determinano risolvendo le due equazioni lineari:

$$\begin{aligned} LA + MC &= A' \\ LB + MD &= B', \end{aligned}$$

da cui:

$$L = \frac{A'D - B'C}{AD - BC}, \quad M = \frac{AB' - BA'}{AD - BC}.$$

Dopo ciò, non v'è che ricordare quanto dimostrato al n. 13, per concludere la seguente proposizione di cui è frequente l'applicazione nella teoria grafica delle macchine elettriche a diagramma circolare:

I punti corrispondenti di due diagrammi circolari aventi lo stesso denominatore possono sempre rappresentarsi con un solo cerchio, mutando opportunamente l'origine, la direzione di riferimento e l'unità di misura.

38. - Le cubiche.

Perchè l'equazione (1) rappresenti una cubica, deve essere

$$l + n - p = 3.$$

Non può essere $l = 1$, perchè ne seguirebbe $n = p = 2$, e quindi $n > 2$, donde l'assurdo $l < n$. Dunque sarà $l = 3$ o $l = 2$.

Per $l = 3$ dovrà risultare $n = p$ cioè essere il denominatore proporzionale ad un polinomio a coefficienti reali, potendo d'altronde il suo grado essere 0, 1, 2, 3. Si ha cioè una equazione del tipo:

$$(10) \quad X = \frac{A + Bt + Ct^2 + Dt^3}{E(a + bt + ct^2 + dt^3)}$$

dove si può supporre, al solito, $E = 1$, e dove ciascuno dei polinomi numeratore e denominatore può anche ridursi al secondo o primo grado od anche ad una costante, purchè l'altro rimanga di terzo.

La equazione della cubica (10) si può porre sotto una forma particolare che ne mette in luce una interessante generazione geometrica.

Poichè il denominatore avrà senza dubbio almeno una radice reale, mentre le altre due potranno essere anche immaginarie conjugate, esso si può scomporre in due fattori a coefficienti reali, uno lineare, l'altro quadratico:

$$a + bt + ct^2 + dt^3 = (l + mt)(p + qt + rt^2),$$

dopo di chè la (10) si può porre identicamente sotto la forma:

$$X = \frac{P + Qt}{l + mt} + \frac{R + St}{p + qt + rt^2}, \quad (11)$$

secondo la quale la cubica (10) appare come la somma di una retta $\frac{P + Qt}{l + mt}$ e di una conica $\frac{R + St}{p + qt + rt^2}$, riferite proiettivamente (infatti i vettori da sommare sono quelli che corrispondono ai medesimi valori di t , i quali, per quanto precede, determinano sulle due linee una corrispondenza proiettiva).

Posta l'equazione sotto la forma indicata, restano immediatamente individuate la retta e la conica componenti, dopodichè è ovvia la rappresentazione geometrica del parametro t in scala proporzionale.

Per $l = 2$ dovrà aversi $n = p = 1$, quindi o $n = 2$, $p = 1$ con $m = 1, 2$, oppure $n = 1$, $p = 0$ con $m = 2$; il denominatore deve dunque essere o di secondo grado con una radice reale, o di primo grado senza radici reali. Il primo caso si riduce facilmente al secondo facendo uso della solita osservazione, quindi si ha il tipo:

$$(11) \quad X = \frac{A + Bt + Ct^2}{D + Et}.$$

Le curve rappresentate dalla (10) sono cubiche razionali aventi i punti all'infinito comunque situati, mentre la (11) rappresenta una cubica razionale circolare, che passa cioè pei punti ciclici, essendo reale il terzo punto all'infinito (corrispondente a $t = \infty$).

Effettuando la divisione indicata al secondo membro, l'equazione di questa curva si può scrivere:

$$X = L + Mt + \frac{P}{D + Et},$$

con che i punti della cubica circolare si presentano come somma dei vettori corrispondenti alla retta $L + Mt$ e al cerchio $\frac{P}{D + Et}$, essendo la retta ed il cerchio riferiti proiettivamente. La cubica (11) si presenta così come un caso particolare della (10).

Inversamente qualunque cubica razionale circolare è rappresentata da una equazione del tipo (11). Infatti (n. 16) la curva inversa di tale cubica, rispetto al suo punto doppio ⁽²⁶⁾

⁽²⁵⁾ Eguagliando infatti le due espressioni di X , si trovano quattro equazioni lineari atte alla determinazione delle costanti P , Q , R , S .

Più generalmente, come è noto dall'Algebra, quando il denominatore di una espressione razionale $\frac{f_m}{f_n}$ ($m > n$) è scomposto in fattori $f_n = f_r \cdot f_s \cdot f_t \dots$, l'espressione stessa si può porre sotto forma:

$$f_{m-n} + \frac{f_{r-1}}{f_r} + \frac{f_{s-1}}{f_s} + \frac{f_{t-1}}{f_t}$$

dove f_α indica in generale un polinomio di grado α .

⁽²⁶⁾ Come è noto dalla geometria, la cubica razionale ha sempre un punto doppio.

come polo, è una conica per l'origine, rappresentabile quindi con

$$Y = \frac{a + bt + ct^2}{A + Bt} \quad (v)$$

La sua inversa, cioè la cubica data, a meno di un ribaltamento rispetto all'asse reale, avrà l'equazione:

$$X = \frac{a + bt + ct^2}{A + Bt}$$

Trasportando l'origine nel punto generico — M , i tre coefficienti del numeratore divengono tre numeri qualunque, cioè si giunge alla forma generale (11).

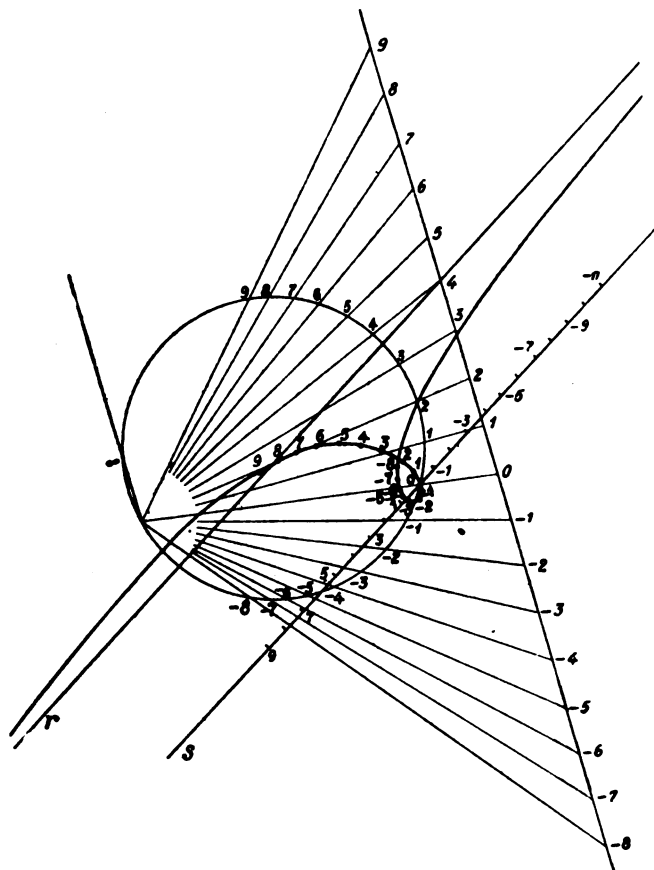


Fig. 57.

La fig. 57 mostra una cubica razionale circolare, ottenuta costruendo per punti la *media* di una retta e un cerchio riferiti proiettivamente.

In modo analogo si può verificare che qualunque cubica razionale non circolare è rappresentabile con una equazione come la (10), e in generale è facile, date le equazioni (10) o (11), calcolare il vettore corrispondente al punto doppio.

Eseguiamo tale ricerca per il caso della cubica circolare (11). Per dimostrare l'esistenza del punto doppio ed in pari tempo calcolarne il vettore T , procediamo così: Posta in T l'origine, il secondo membro di (11) deve annullarsi per due valori di t , diciamo t_1 e t_2 , ed il punto doppio corrisponderà ad un nodo, ad una cuspidè o ad un punto isolato secondo che t_1 e t_2 sono reali e distinti, coincidenti o immaginari coniugati. In ogni caso il numeratore della nuova equazione, che è manifestamente:

$$(A - DT) + (B - ET)t + Ct^2,$$

dovendo essere proporzionale al prodotto $(t - t_1)(t - t_2)$, avrà reali i rapporti fra i coefficienti. Perciò sarà, detti r, s due convenienti numeri reali:

$$A - DT = rC \quad B - ET = sC;$$

donde si ricava:

$$T = \frac{A}{D} - r \frac{C}{D} \quad T = \frac{B}{E} - s \frac{C}{E}.$$

(27) Si suppone qui che l'origine corrisponda al valore $t = \infty$ del parametro. Se ad essa invece corrispondesse il valore $t = t_0$, la solita trasformazione $t \rightarrow \frac{1}{v}$ condurrebbe subito l'equazione alla forma indicata nel testo.

Queste equazioni rappresentano due rette la cui intersezione è il cercato punto T .

Conosciuto il punto doppio, si può conseguire una nuova rappresentazione proporzionale del parametro. All'uopo si porti l'origine nel punto doppio: l'equazione della cubica (sia essa del tipo (10) o del tipo (11)) risulterà della forma:

$$X = f(t)(R + St),$$

essendo $f(t)$ una espressione razionale a coefficienti reali. Se si va a calcolare il coefficiente angolare m del vettore X — che è coordinata lineare per il fascio che dal punto doppio proietta i punti della cubica — si trova, analogamente a quanto s'è visto nel numero precedente per il caso della conica:

$$m = \frac{p + qt}{r + st},$$

cioè il fascio, e quindi la cubica stessa, risulta riferito proiettivamente al parametro t .

Ne segue che, se T_1, T_0, T_∞ sono i tre punti della cubica corrispondenti ai valori 1, 0, ∞ di t , ed O è il punto doppio, condotta una retta r parallela a OT_∞ ed assunto su questa per

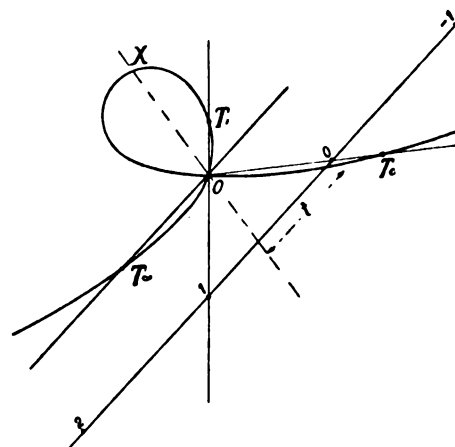


Fig. 58.

origine delle ascisse e per punto unitario i punti di incontro con OT_0, OT_1 , la congiungente di O col punto generico X sega r in un punto la cui ascissa coincide col valore di t corrispondente ad X (fig. 58).

39. - Le quartiche.

Per ottenere curve del quarto ordine, occorre che sia

$$l + n - p = 4,$$

e, col solito ragionamento, si riconosce che l , necessariamente ≤ 4 , non può essere < 2 .

Se $l = 4$, sarà $n - p = 0$, cioè $n = p = 0, 1, 2, 3, 4$ ed $m = 4$ nei primi tre casi, $m = 0, 1, 2, 3$ nell'ultimo, con che si ottengono equazioni del tipo:

$$(12) \quad X = \frac{A + Bt + Ct^2 + Dt^3 + Et^4}{a + bt + ct^2 + dt^3 + et^4},$$

con a, b, c, d, e reali ed A, B, C, D, E complessi qualunque, tali che uno dei due polinomi sia effettivamente di quarto grado (i punti all'infinito sono comunque situati).

Il polinomio denominatore è certo scomponibile nel prodotto di due polinomi di secondo grado a coefficienti reali — corrispondenti a due coppie di radici reali oppure immaginarie coniugate oppure una coppia di radici reali ed una di immaginarie coniugate:

$$a + bt + ct^2 + dt^3 + et^4 = (l + mt + nt^2)(p + qt + rt^2),$$

dopodichè la (12) si può identicamente porre sotto la forma:

$$(12)' \quad X = \frac{L + Mt + Nt^2}{l + mt + nt^2} + \frac{P + Qt + Rt^2}{p + qt + rt^2},$$

la quale mette in evidenza che la quartica (12) si può generare come *somma* di due coniche riferite proiettivamente. Così, oltre ad avere messo in luce una particolare generazione geometrica della curva, abbiamo implicitamente ottenuta la rappresentazione del parametro t in scala proporzionale.

Se $l = 3$, sarà $n - p = 1$ cioè $n = 3$, $p = 2$ con $m = 0$, 1, 2, 3, o $n = 2$, $p = 1$ con $m = 3$, oppure infine $n = 1$, $p = 0$ con $m = 3$.

Il penultimo caso è riducibile all'ultimo cui corrisponde una equazione del tipo:

$$(13) \quad X = \frac{A + Bt + Ct^2 + Dt^3}{E + Ft}$$

(E, F di argomento diverso). Effettuando la divisione indicata, la (12) si riduce a:

$$X = L + Mt + Nt^2 + \frac{P}{E + Ft},$$

somma di una parabola con un cerchio, riferiti proiettivamente: la curva è circolare ed è inoltre tangente alla retta all'infinito in un punto reale.

Il primo caso dà luogo ad una equazione del tipo:

$$(14) \quad X = \frac{A + Bt + Ct^2 + Dt^3}{(a + bt + ct^2)(E + Ft)},$$

(in cui i tre numeri B, C, D possono essere in parte, od anche tutti, nulli) cui corrisponde sempre una curva circolare avente inoltre due punti all'infinito, reali o immaginari coniugati, oppure coincidenti. In quest'ultimo caso, il trinomio $a + bt + ct^2$, salvo un fattore, corrisponde al quadrato di un binomio $pt + q$, e, con la trasformazione $\frac{1}{pt + q} = v$, l'equazione si riduce al tipo (13).

Ed in generale, poichè la (14) al solito si può porre sotto la forma:

$$(14)' \quad X = \frac{L + Mt + Nt^2}{a + bt + ct^2} + \frac{P + Qt}{E + Ft},$$

ne segue che la quartica (14) è somma di una conica generale e di un cerchio riferiti proiettivamente, per modo che la (13) è da considerarsi un caso particolare della (14), ed entrambe casi particolari della (12). Tutte queste curve, si potrebbe facilmente dimostrarlo, hanno sempre tre punti doppi di cui uno almeno reale, eventualmente raccolti in un unico punto, che risulta allora triplo.

Se $l = 2$, sarà $n - p = 2$, cioè $n = 2$, $p = 0$ con $m = 0$, 1, 2; l'equazione corrispondente è del tipo:

$$(15) \quad X = \frac{A + Bt + Ct^2}{D + Et + Ft^2},$$

dove può essere anche $C = 0$, $B = C = 0$ e rappresenta una quartica bicircolare (come si deduce dalla proposizione generale al n. 33). Questa curva, avendo tutte le sue intersezioni con la retta all'infinito localizzate nei punti ciclici (immaginari), si svolge tutta al finito. I punti ciclici sono per essa punti doppi, ed essa ha inoltre un terzo punto doppio reale, di cui fra breve andremo a calcolare il vettore.

Anche la quartica bicircolare come le altre quartiche dianzi considerate, si può generare come somma di due coniche proiettive; le coniche addendi risultano per essa due cerchi. Ciò si dimostra subito. Dando al denominatore della (15) la forma di prodotto di due fattori lineari ⁽²⁸⁾:

$$(L + Mt)(N + Pt),$$

è possibile scrivere identicamente la (15) così:

$$X = \frac{L_1 + M_1 t}{L + Mt} + \frac{N_1 + P_1 t}{N + Pt},$$

il che dimostra l'asserto.

Riassumendo, si può concludere che, quando l'equazione (1) rappresenta una quartica, questa è sempre ottenibile mediante somma di due coniche riferite proiettivamente: in particolare la quartica ottenuta sarà circolare o bicircolare quando una od entrambe le coniche componenti sono cerchi.

Altrettanto avverrà se, anzichè sommare i punti corrispondenti se ne considera il punto medio (n. 8). La fig. 59 mostra appunto la costruzione di una quartica bicircolare ottenuta mediando i punti omologhi di due cerchi proiettivi.

Inversamente, sommando due coniche proiettive, si ottiene sempre una equazione che rientra in uno dei tipi (12),

(13), (14), (15) e che quindi rappresenta una delle quartiche sopra esaminate. Ciò avverrà in particolare anche se le due coniche sono sovrapposte. In tale caso se

$$\frac{A + Bt + Ct^2}{a + bt + ct^2}$$

è l'equazione di una di esse, l'altra si otterrà da questa mutando t in $\frac{lt + m}{nt + p}$, il che corrisponde a considerare quel punto della stessa conica che corrisponde al primo nella proiettività definita dalla espressione lineare $\frac{lt + m}{nt + p}$ (Cap. III, n. 17).

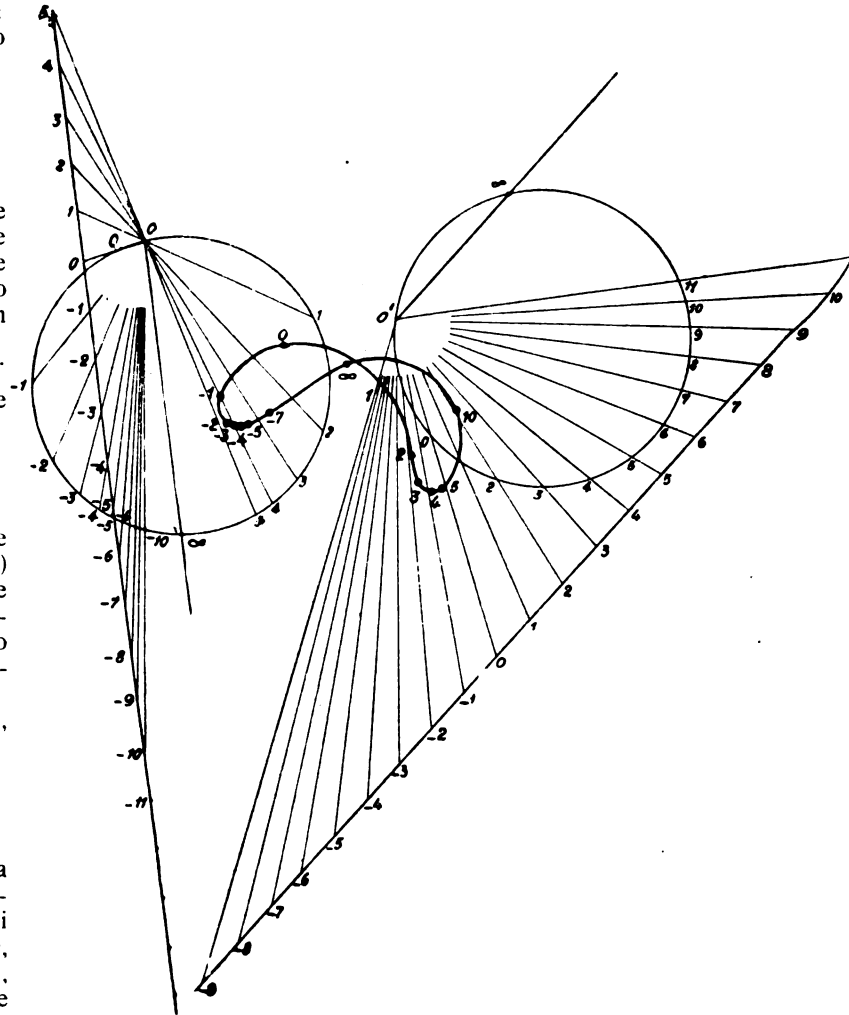


Fig. 59.

È particolarmente interessante il caso in cui questa proiettività sia involutoria.

Se, in tali condizioni, andiamo a costruire la quartica, dovremo mediare le coppie di punti omologhi come A, A', cioè considerare i punti medi A'' dei segmenti AA' (fig. 60). Ora,

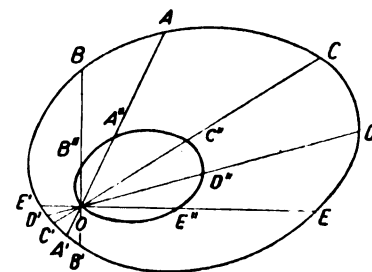


Fig. 60.

scambiando A con A', si ottiene una nuova coppia di elementi omologhi, perchè la corrispondenza è involutoria, ma il punto A' non muta. Dunque la quartica passa due volte per A'', il quale punto è quindi doppio per essa. La stessa conclusione vale per qualunque altra coppia di punti B, B', dunque ogni punto della cercata quartica è per essa un punto doppio. È facile concluderne che essa si spezza; siano infatti A'', B'', C'', D'', E'', cinque

⁽²⁸⁾ Basta assumere $-\frac{L}{M}$, $-\frac{N}{P}$ uguali alle radici del trinomio $D + Et + Ft^2$.

tali punti doppi, e facciamo passare per essi una conica K . Questa avrà dieci intersezioni con la quartica, perchè ognuno di quei punti conta per due (Cap. I, n. 3), cioè il numero di intersezioni supera il prodotto $2 \cdot 4$ degli ordini delle curve: la conica dunque appartiene tutta alla quartica, la quale perciò si spezza in essa e in una conica residua. Ma la conica residua è manifestamente ancora la stessa conica K perchè la quartica contiene due volte tutti i punti di questa. In definitiva si ha che:

Sommando le coppie di punti di una conica che si corrispondono secondo una involuzione, si ottiene una conica contata due volte, oppure, ricordando che la più generale involuzione su una conica si ottiene facendo corrispondere le coppie di punti allineati con un punto fisso (Cap. I, n. 2):

Il luogo dei punti medi dei segmenti compresi fra le coppie di punti di una conica allineati con un punto fisso, è una nuova conica.

Nel caso del cerchio questa proposizione è di immediata verifica, e si constata così che il cerchio luogo dei punti medi non è altro che quello avente per diametro la congiungente il punto fisso con il centro del primo cerchio.

Le equazioni di queste quartiche speciali ridotte ad una conica doppia si otterranno sommando ad una espressione:

$$\frac{A + Bt + Ct^2}{p + qt + rt^2},$$

quella che se ne ottiene ponendo $\frac{at+b}{ct-a}$ al posto di t ⁽²⁹⁾.

In particolare, ciò avverrà per la somma dei due cerchi:

$$\frac{A + Bt}{C + Dt}$$

e

$$\frac{A + B \frac{at+b}{ct-a}}{C + D \frac{at+b}{ct-a}} = \frac{Bb - Aa + (Ac + Bc)t}{Db - Ca + (Cc + Dc)t},$$

essendo a, b, c , tre costanti reali qualunque.

Per esempio, per $b = c = 0$, si ottiene:

$$\frac{A + Bt}{C + Dt} + \frac{A - Bt}{C - Dt} = \frac{AC - BDt^2}{C^2 - D^2t^2},$$

nel qual caso è evidente che la curva rappresentata coincide col cerchio:

$$\frac{AC - BDu}{C^2 - D^2u},$$

ciascun punto del quale corrisponde a due valori di t uguali e contrari.

40. - Il punto doppio delle quartiche bicircolari razionali

Tornando alle quartiche generali, è chiaro che, ottenuta la generazione mediante coniche proiettive, al che si perviene mediante operazioni algebriche semplicissime sulle equazioni (12), (13), (14), (15), è implicitamente ottenuta la rappresentazione del parametro in scala proporzionale.

Tuttavia, pel caso della quartica bicircolare (15), lo scopo può essere raggiunto per altra via mediante la conoscenza del punto doppio reale. Per dimostrare l'esistenza di questo e al tempo stesso calcolarne il vettore T , basterà constatare l'esistenza di un numero complesso T tale che X possa annullarsi per due distinti valori t_1 e t_2 di t .

Perchè ciò sia, deve il numeratore dell'espressione di $T - X$:

$$(A - DT) + (B - ET)t + (C - FT)t^2$$

avere reali i rapporti dei coefficienti, cioè deve essere:

$$\frac{A - DT}{B - ET} = r \quad \frac{A - DT}{C - FT} = s$$

essendo r ed s due convenienti numeri reali, esclusi i valori nulli, perchè questi addurrebbero a $T = \frac{A}{D}$, che manifestamente non corrisponde ad alcun punto doppio. Le precedenti, risolte

⁽²⁹⁾ Infatti $u = \frac{at+b}{ct-a}$ rappresenta la più generale relazione involutoria fra due variabili t, u (cfr. III, n. 17).

rispetto a T , danno:

$$T = \frac{A - rC}{D - rE} \quad T = \frac{A - sC}{D - sF},$$

che rappresentano due cerchi, aventi a comune il punto $\frac{A}{D}$.

Essi ne avranno dunque certamente un altro, ed è questo che corrisponde al punto doppio cercato.

Constatata l'esistenza di un punto doppio reale, si può conseguire la rappresentazione in scala proporzionale del parametro t come segue: Posta l'origine nel punto doppio, l'equazione della quartica diviene:

$$X = \frac{a + bt + ct^2}{D + Et + Ft^2},$$

con a, b, c , reali ed il punto doppio sarà un nodo, una cuspid o un punto isolato secondo che $b^2 - 4ac \geq 0$.

Invertendo la curva rispetto all'origine, si ottiene la:

$$\frac{D + Et + Ft^2}{a + bt + ct^2}$$

che è (n. 30) una conica. Basterà dunque eseguire su questa la costruzione indicata al n. 30 per ottenere la voluta rappresentazione proporzionale del parametro t ⁽³⁰⁾.

41. - Tangenti e parabole osculatrici.

Per il tracciamento effettivo per punti delle curve rappresentate da equazioni del tipo generale:

$$X = f(t),$$

è utile sapere scrivere l'equazione della tangente in ogni punto P definito dal corrispondente valore t_0 di t .

Se t_1 è un altro valore di t , cui corrisponde il punto P_1 , la corda $P_0 P_1$ è parallela al vettore:

$$f(t_1) - f(t_0),$$

od anche al vettore:

$$\frac{f(t_1) - f(t_0)}{t_1 - t_0};$$

quindi la tangente in P_0 sarà parallela al vettore:

$$\lim_{t_1 \rightarrow t_0} \frac{f(t_1) - f(t_0)}{t_1 - t_0} = \left(\frac{df}{dt} \right)_{t=t_0} = f'(t_0).$$

L'equazione parametrica della tangente stessa si può dunque scrivere:

$$X = f(t_0) + v f'(t_0)$$

essendo v il parametro.

In modo analogo si può vedere che la

$$X = f(t_0) + v f'(t_0) + \frac{v^2}{2} f''(t_0)$$

rappresenta la parabola di secondo ordine che in P_0 ha un contatto di secondo ordine (contatto tripunto) con la curva, e che in generale la

$$X = f(t_0) + v f'(t_0) + \frac{v^2}{2} f''(t_0) + \dots + \frac{v^r}{r!} f^{(r)}(t_0),$$

corrispondente allo sviluppo di Taylor della funzione $f(t)$, arrestato all' r^{mo} termine, rappresenta la parabola d'ordine r che ha in P_0 un contatto d'ordine r (contatto $(r+1)$ -punto) con la data curva.

La considerazione di queste linee aventi contatti superiori può essere sostituita a quella della curva data nelle vicinanze del punto P_0 , e ciò con approssimazione tanto maggiore quanto più piccolo è il tratto in esame e più grande è il numero r . In ogni caso è da notare che la parabola d'ordine r che così si viene a sostituire alla curva, è, fra le parabole d'ordine r passanti per P_0 , quella che più si avvicina alla curva. Essa si chiama per ciò *osculatrice* della curva stessa. (Continua).

⁽³⁰⁾ Per maggiori ragguagli su questi argomenti veggasi: BLOCH, l. c., 2^a parte, ove sono descritte alcune cubiche e quartiche speciali; OTS LE CHEVALIER: Essai d'une théorie générale des diagrammes vectoriels en électricité. Revue Gen. d'El. 1920, Tome VII, 1922 e Tome XI. LE COCQ.: Courants alternatifs et calcul vectoriel. R. G. E., 1921, tome X.

STUDI E DISCUSSIONI SUI PROBLEMI DEI CAVI PER ALTA TENSIONE (*)

— DUNSHEATH —

1. - Introduzione.

Le tre caratteristiche più generalmente considerate nei cavi per alta tensione sono:

- le perdite a corrente alternata;
- la tensione di perforazione a corrente alternata;
- la resistenza d'isolamento misurata a corrente continua.

L'ordine d'importanza loro è discutibile e il nesso fra esse non è del tutto chiaro. Un tempo si dava più importanza alla terza, oggi alla prima. Dunsheath apprezza molto la seconda, però misurata in un modo particolare.

In passato la resistenza si misurava a 500 V o meno, e le perdite da 10.000 V in su: ciò impediva di scoprire una relazione tra di loro; ma oggi coi raddrizzatori ionici si ha molto facile per le misure con corrente continua ad alta tensione. L'A. tuttavia ha preferito misurare a bassa tensione anche le perdite, studiando poi a parte i fenomeni connessi colla ionizzazione dei meati gassosi nei cavi per alta tensione. Così si può chiarire le idee indipendentemente da ciò che vien chiamato isteresi.

Circa la tensione di perforazione l'A. presenta un contributo alla soluzione del problema di riconoscere, senza danneggiare il cavo, se questo sarà capace di vita lunga o breve in esercizio.

2. - Assorbimento dielettrico. Teoria.

Lo studio dell'assorbimento con corrente continua è importante per due ragioni: perchè si vede oggi sempre più chiaro il nesso di esso colle perdite a corrente alternata; e perchè si va diffondendo la tendenza alle trasmissioni d'energia con corrente continua ad alta tensione.

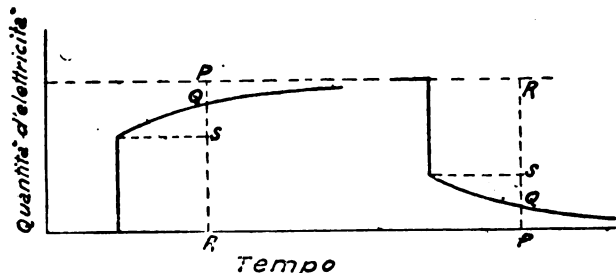


Fig. 1.

La corrente di carica per buoni dielettrici è brevissima, per altri dura a lungo, anche delle settimane. La fig. 1 mostra l'andamento col tempo della quantità d'elettricità alla carica e alla scarica. Riferiti all'unità di potenziale, R S corrisponde alla capacità geometrica, S Q alla capacità di assorbimento all'istante considerato.

L'A. parte dal concetto maxwelliano del dielettrico non omogeneo, e cioè formato con una serie di capacità shuntate da resistenze: la tensione, all'istante in cui è applicata, si distribuisce colla regola per le capacità, mentre a regime definitivo è distribuita in base alle resistenze; il passaggio dall'una all'altra distribuzione avviene gradatamente col tempo. E' sottoposto al calcolo il caso di due capacità in serie shuntate da due res-

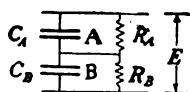


Fig. 2.

stenze (fig. 2), in particolare con $C_A + C_B$ ed $R_A = R_B$; ed è dedotta l'espressione della quantità di elettricità in funzione del tempo, la quale espressione equivale a quella già trovata dal Pellat e corrisponde appunto ad una curva come quella sperimentale.

(*) Riassunto di una Comunicazione alla Institution of E. E. di Londra (Journal I. E. E., 64, 97, 1926) e delle discussioni che la seguirono.

L'A. tenta poi di estendere il calcolo al caso di r capacità shuntate da altrettante resistenze, con r crescente all'infinito; ma si arresta ad una formula generica. Per lo studio quantitativo del fenomeno prende allora in esame le varie formule empiriche che sono state proposte, tra cui la meglio rispondente alla realtà è la seguente:

$$I_t = I + A t^{-n} \quad (1)$$

dove I_t è la corrente al tempo t attraverso al dielettrico, I la corrente a regime definitivo, A ed n dovrebbero essere costanti caratteristiche del dielettrico. Ma effettivamente, secondo l'esperienza, questa formula esprime bene il fenomeno soltanto nei primi secondi, dopo i quali apparisce come se il valore di n cambiasse gradualmente.

Perciò vediamo che volendo discutere sul rapporto da adottare nelle prove fra corrente continua e alternata, o paragonare le perdite a corrente continua e alternata, o studiare simili problemi importanti pei cavi, non sappiamo che cosa si deve assumere come resistenza a corrente continua. Il valore al primo minuto è puramente convenzionale; per una migliore conoscenza di un dielettrico occorrerebbe anche il valore I della corrente definitiva, se non l'intero andamento della curva corrente-tempo.

3. - Assorbimento dielettrico. Esperienze.

Dalle numerose ricerche già note poco si ricava di utile. C'è da studiare:

- i valori delle costanti I ed n della formula (1);
- l'influenza della temperatura;
- l'influenza dell'umidità.

Pel calcolo delle costanti della curva sperimentale, l'A. indica in Appendice due metodi che qui non riferiamo. Si trovano anche risultati strani: ad esempio il valore di I calcolato dal tratto iniziale della curva risulta qualche volta negativo. Per n poi conviene assumere il valor medio calcolato dall'intera curva.

L'A. fa esperienze sulla guttaperca, che è appunto il dielettrico più studiato a questo riguardo, poi sulla gomma e sulla carta impregnata. In tutti i casi il valore di n calcolato dalle curve va diminuendo col tempo di carica. Colla gomma la curva scende molto rapida nel primo minuto; ed a più alta percentuale di gomma corrisponde maggior valore di n .

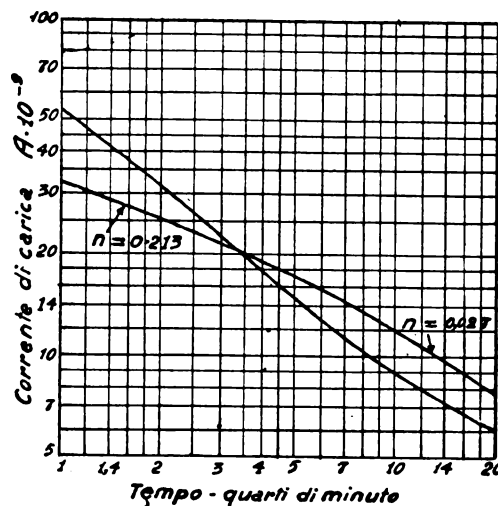


Fig. 3.

La fig. 3 rappresenta, con scale logaritmiche, la corrente di carica a 100 V per due brevi pezzi di cavo monofase in carta impregnata per alta tensione: una di esse risulta concava verso il basso, perchè l' I della formula (1) cambia col tempo.

La fig. 4 mostra la corrente di carica a 40° C per l'olio da cavi e per due miscele di esso rispettivamente col 10 % e 20 % di un'altra sostanza: è interessante notare che il valore di n varia d'accordo colla composizione della miscela, mentre il valore dell'isolamento no.

Per studiare l'influenza dell'umidità l'A. ha trovato comodo esaminare la celluloidi, di cui ha tenuto alcuni campioni per parecchie settimane in ambiente di umidità relativa nota.

La relazione che lega la resistenza d'isolamento R_t alla temperatura t con quella R_0 a 0° risulta la stessa per tutti i gradi di umidità, e cioè:

$$R_t = R_0 e^{-\alpha t}$$

Digitized by Google

com'è mostrato dalla fig. 5. Il valore di n della (1) diminuisce al crescere dell'umidità.

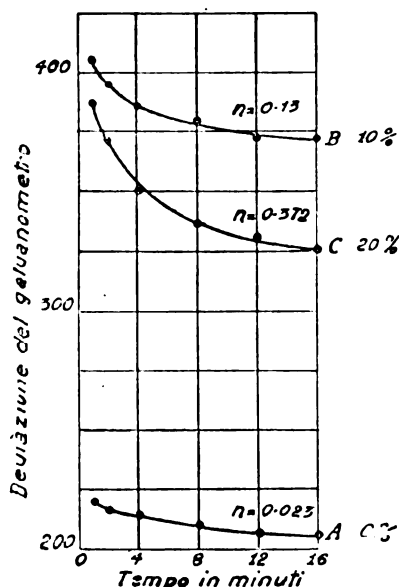


Fig. 4.

L'influenza della temperatura è stata ricercata sopra un cavo in carta impregnata, ottenendosi per i valori di I e di n le curve della fig. 6.

4. - Principi fondamentali circa le perdite a corrente alternata.

Applicando una f. e. m. costante ad un condensatore con perdite, si ha:

a) la corrente che carica la capacità geometrica;

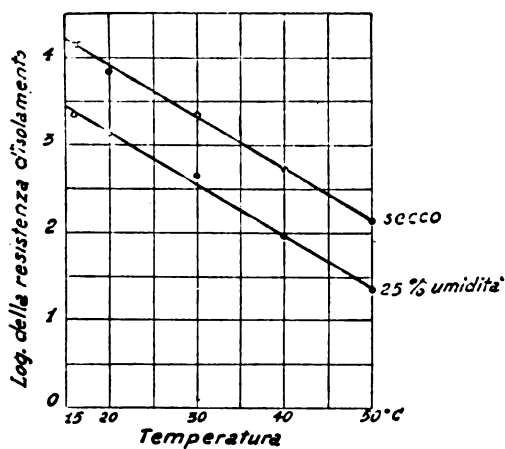


Fig. 5.

b) la corrente di pura conduzione attraverso il dielettrico;

γ) la corrente di assestamento che percorre le resistenze elementari per modificare le cariche dei condensatori elementari.

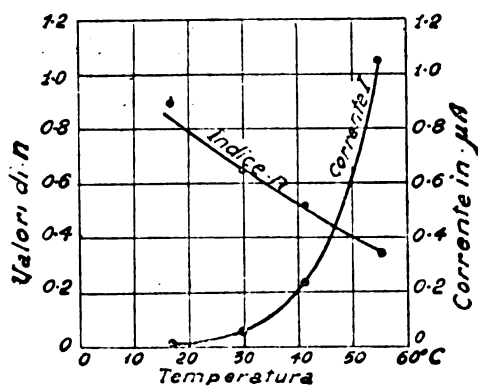


Fig. 6.

Anche applicando una f.e. m. alternata si avranno tre analoghe componenti della corrente totale. Di queste, la a) sarà

puramente swattata e proporzionale alla frequenza; essa sarà una pura corrente di spostamento, dovuta all'alternativa polarizzazione ossia allo spostamento elastico degli elettroni. La β) sarà indipendente dalla frequenza, e dovuta a conduzione elettrolitica pel movimento degli ioni liberi fra le due armature. La γ) corrisponderà ad una carica per ciclo la quale diminuisce al crescer della frequenza; consisterà in una combinazione di infinite correnti di tipo misto, in parte α e in parte β .

Le perdite sono dovute soltanto a β e γ : a β per conduzione e a γ per isteresi, come si suol dire pensando ad un movimento viscoso molecolare. Ma invece, secondo le vedute dell'A., le perdite per la corrente γ possono semplicemente esser pensate come perdite Joule, del tipo $I^2 R$, attraverso le resistenze elementari. Le infinite correnti che compongono γ hanno rispettivamente tutti gli angoli di fase compresi tra 0° e 90° , essendo 0° l'angolo della corrente β , e 90° quello di α . Sommando le infinite correnti elementari di γ , si ricavano le componenti wattata e swattata di γ , donde il valore del fattore di potenza $\cos \varphi$ dovuto alla sola corrente di assorbimento, in funzione dell'indice n dell'equazione (1):

$$\cos \varphi = \frac{\Gamma\left(\frac{1}{2}n\right)\Gamma\left(1 - \frac{1}{2}n\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2}(1+n)\right)\Gamma\left(\frac{1}{2}(1-n)\right)}$$

Questa relazione, espressa colle funzioni gamma di Legendre, è mostrata graficamente nella fig. 7.

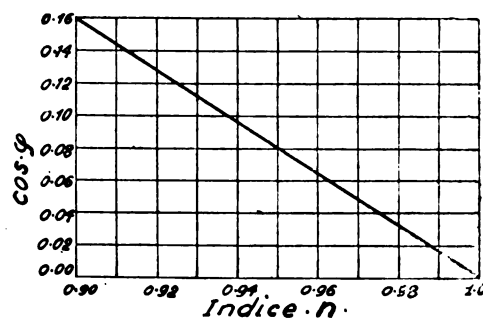


Fig. 7.

Si ricava che $\cos \varphi$ per l'assorbimento sarà tanto più piccolo, quanto più prossimo ad 1 è il valore di n ; sta d'accordo col fatto sperimentale che più un dielettrico è secco e freddo, più prossimo ad 1 è il valore di n . In tal modo il fattore di potenza si ricaverebbe puramente da misure a corrente continua. Però non si dimentichi che questo non è il fattore di potenza effettivo, ma solo quello della corrente di assorbimento: non tien conto delle altre perdite.

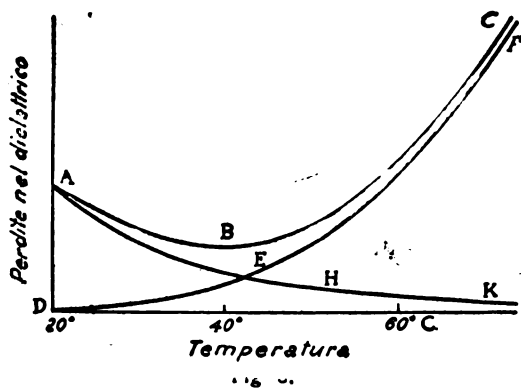
Poichè dunque il $\cos \varphi$ per l'assorbimento risulta indipendente dalla frequenza, le perdite per assorbimento sono proporzionali alla potenza n^m della frequenza. Invece il $\cos \varphi$ per la conduzione è inversamente proporzionale alla frequenza, essendo le perdite per conduzione indipendenti dalla frequenza. Secondo che in un dielettrico predomina la conduzione o l'assorbimento, il fattore di potenza sarà molto o poco dipendente dalla frequenza.

5. - La curva a V per le perdite e pel fattore di potenza.

Nello studio del dielettrico dei cavi è molto importante il comportamento delle perdite al variare della temperatura, il quale è rappresentato da una curva a V con un minimo a circa $40^\circ C$. La sua spiegazione migliore, fra quelle tentate finora, sembra quella di Höchstädter (*), secondo cui le perdite in un dielettrico sarebbero il risultato di due componenti: le perdite per « isteresi », decrescenti colla temperatura; e quelle per conduzione invece crescenti. Ma l'ipotesi poco prima formulata dall'A., che le perdite nel dielettrico siano tutte perdite per effetto Joule, offre un'altra spiegazione della curva a V, e cioè, ammettendo ancora dovuta alla pura conduzione la componente D E F (fig. 8) crescente colla temperatura (resistenza in parallelo colle capacità), invece la componente decrescente A H K sarebbe dovuta al complesso delle anzidette correnti elementari γ attraverso resistenze, di tipo elettrolitico e quindi a coefficiente di temperatura negativo, in serie con capacità.

(*) Cfr. L'Electrotechnica, 9, 720, 1912.

L'A. ha istituito fra l'altro, sopra un cavo, una serie di misure di perdite a basse tensioni da 50 a 100 V, ottenendo



curve a V come si hanno per le alte tensioni. Però in generale la curva risulta strettamente dipendente dalla miscela impregnante, dalla qualità della carta e dal diverso trattamento. Con

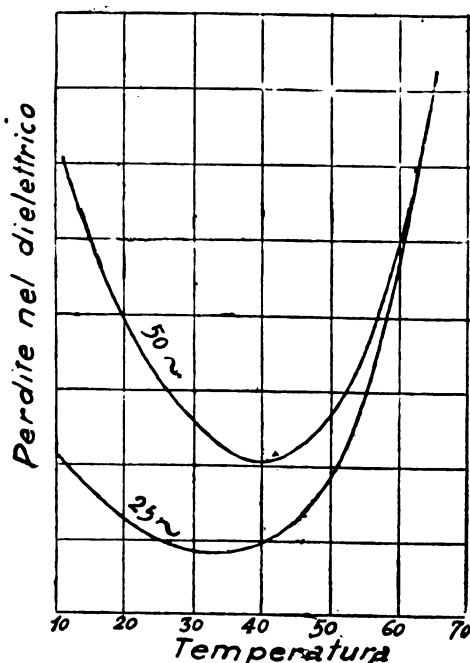


Fig. 9.

essiccamento imperfetto la curva non ha minimo e sale subito, partendo da alti valori. Con impregnamento in condizioni speciali si hanno perdite molto basse, costanti fino a 40° C e poi

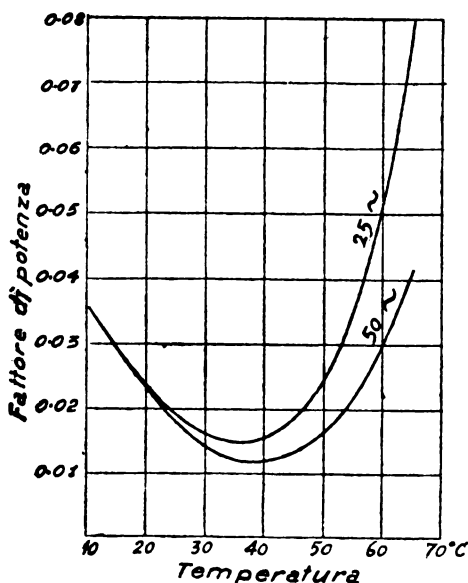


Fig. 10.

leggermente crescenti, senza minimo. L'A. tenta di darne qualche spiegazione in base ai suoi concetti.

Altre misure mostrano l'influenza della frequenza. Il contributo, proporzionale alla frequenza, della corrente di carica α , fa sì che la frequenza agisca in modo diverso sulle perdite (fig. 9) e sul fattore di potenza (fig. 10).

Non bisogna, dal confronto, ricavare che a freddo la conduzione è trascurabile e che a caldo predomina: ciò sarebbe inesatto, come è mostrato in appresso.

6. - Nesso fra perdite a corrente alternata e a corrente continua.

Per un cavo in carta impregnata sono state descritte a corrente continua le curve della corrente col tempo (da due minuti a due ore) a varie temperature, e le curve della resistenza colla temperatura per varie durate della carica; assumendo a rappresentare la resistenza la formula:

$$R_t = R_0 e^{-kt}$$

risulta un k variabile sia colla temperatura sia colla durata di carica.

Quanto al rapporto tra conduzione a corrente alternata e conduzione a corrente continua, esso varia in limiti molto vasti, tra 12 e 3460 per il cavo esaminato, dipendendo non solo dalla temperatura ma molto più dalla durata della carica, specialmente a bassa temperatura.

Circa le perdite, la fig. 11 mostra come ad 85° C quelle a corrente alternata a 50 periodi e 500 V sono oltre 13 volte maggiori di quelle a corrente continua a 500 V al secondo minuto. Quindi appare errata l'opinione comune che la massima parte delle perdite a corrente alternata sia dovuta alla conduzione; secondo il pensiero dell'A., la differenza tra le ordinate delle due curve della fig. 11 rappresenta le perdite Joule nelle resistenze elementari componenti.

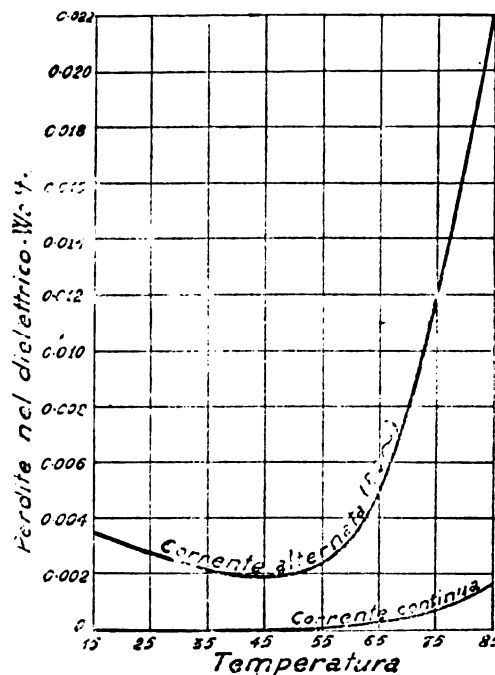


Fig. 11.

Tal modo di vedere apparisce confermato anche dall'influenza della frequenza sulle perdite, a varie temperature (figura 12). Dalle prove fatte, alle sole due frequenze di 25 e di 50 periodi, risulta che al crescere della temperatura la frequenza finisce col non avere più influenza. Però s'intuisce che con frequenze bassissime, di 1 ciclo in parecchi secondi, le perdite ad alta temperatura debbono scendere verso i piccoli valori che esse hanno colla corrente continua, come è accennato tratteggiato nella fig. 12.

7. - Aumento del fattore di potenza colla tensione.

E' noto che le perdite in un cavo non crescono come il quadrato della tensione secondo la formula:

$$W = E I \cos \varphi = E^2 \omega C \cos \varphi,$$

ma più rapidamente. Si tratta della « ionizzazione » delle inclusioni gassose in seno al dielettrico; questa ha luogo a tensione determinata, assai alta, e quindi come le esperienze

dell'A. confermano — non ha luogo nelle misure a 110 V, dove l'A. trova le perdite esattamente proporzionali al quadrato della tensione applicata. Se la tensione cresce gradualmente, altri sperimentatori hanno trovato su cavi che il fattore di potenza, o il rapporto $\frac{W}{E^2}$, ad una certa tensione comincia a crescere con un angolo brusco: e ciò effettivamente succede nel comportamento di un gas. Ma secondo l'A. un netto punto di ionizzazione non si riscontra di solito negli attuali cavi ed altissima tensione.

E' importante il fatto che in un cavo appena fabbricato il fattore di potenza può anche variare pochissimo colla tensione, mentre dopo che il cavo ha funzionato un certo tempo e si è riscaldato e dilatato, tornato poi alla temperatura iniziale, esso mostra un fattore di potenza crescente assai di più colla tensione.

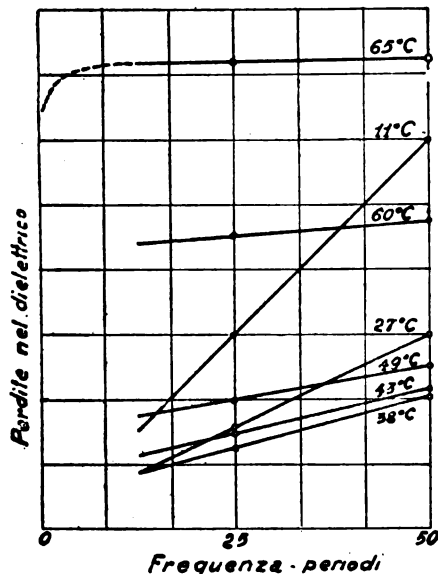


Fig. 12.

Un metodo utile per rappresentare il comportamento del fattore di potenza al variare simultaneo di due variabili, è quello di valersi di modelli solidi raffiguranti una superficie nello spazio rispetto ad una terna di coordinate. L'uso di tali modelli dà pure all'intuizione la possibilità di prevedere che cosa può succedere al di fuori del campo in cui si è sperimentato. E l'A. presenta alcuni di tali modelli raffiguranti rispettivamente il fattore di potenza rispetto alla temperatura e alla tensione o rispetto alla temperatura e alla frequenza; e le perdite rispetto alla temperatura e alla frequenza.

8. - Perforazione. Nesso fra tensione e durata.

Si è parlato per molti anni di tensione di perforazione di un cavo, come di una costante perfettamente determinata. Tenendo conto dell'influenza che ha la rapidità di aumento della tensione, si aggiungeva, al più, che la prova regolamentare durava ad esempio 15 minuti o 30 minuti.

Ma soltanto in seguito al verificarsi di perforazioni in cavi ad altissima tensione dopo molti mesi di esercizio, si pensò di studiare l'influenza del tempo di applicazione della tensione.

Poco finora si conosce in proposito. Secondo esperienze di Clark, la carta impregnata dei cavi, quando è stata sottoposta più volte a tensioni elevate, ma inferiori al limite di perforazione, presenta poi, anche dopo un lungo riposo, una rigidità dielettrica diminuita. Ciò è importantissimo, perchè significa che prove ad alta tensione non ben ponderate possono abbreviare la vita del cavo; ed anche che una serie di sovratensioni sulla rete, pur non provocando bruciature, può abbassare la resistenza del cavo alla perforazione.

L'A. ha tagliato vari spezzoni da un cavo: ha determinato su di uno la tensione di perforazione con un determinato e rapido aumento di tensione, e poi ha applicato stabilmente a ciascuno degli altri spezzoni una tensione uguale al 90, 85, 80...% di quel valore. Hanno resistito tanto più a lungo, quanto più bassa era la tensione, com'è mostrato dalla fig. 13. A questo proposito l'A. cita, come cifra di orientamento, che un buon cavo moderno per 33.000 V sopporta, a temperatura normale, 75.000 V in trifase per 50 o 60 ore prima di bruciare,

Ma un metodo migliore di rappresentare questi risultati sembra quello usato per tre cavi diversi in figura 14, dove in ascisse, anzichè il tempo, è l'inversa della radice quarta del tempo: si hanno delle rette; e poichè il tempo procede da destra verso sinistra, il segmento intercettato sull'asse delle ordinate dà la tensione corrispondente alla perforazione dopo un tempo infinito, cioè il limite di sicurezza da adottare in esercizio.

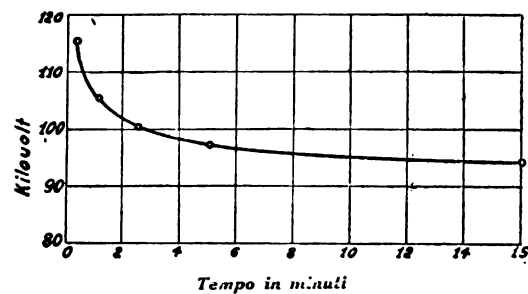


Fig. 13.

Questo procedimento in verità presuppone: 1) che lo spezzone sottoposto a bruciatura rappresenti la parte più debole del cavo; 2) che gli altri spezzoni siano, quanto a vicende subite di riscaldamento e raffreddamento, nelle stesse condizioni del cavo in esercizio. Quanto alla 1ª obbiezione, non vi sono differenze notevoli fra gli spezzoni di uno stesso cavo ben costruito. L'altra obbiezione ha valore, ma allo stato attuale delle nostre conoscenze non possiamo fare altro che adottare un coefficiente di sicurezza.

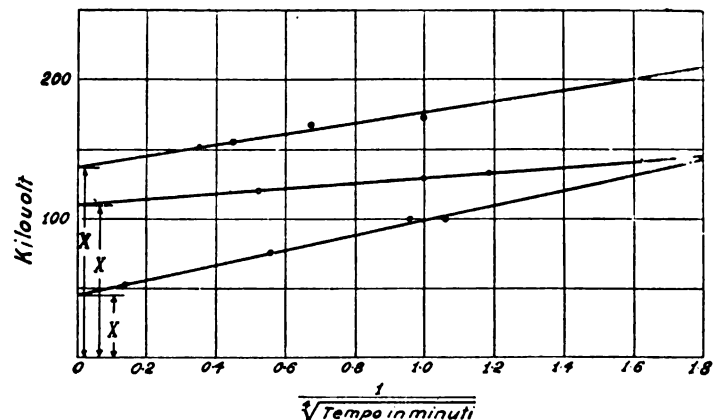


Fig. 14.

Poichè negli impianti si verificano non di rado sopraelevazioni di tensione improvvise e notevoli, dovute a varie cause, ed agenti dannosamente sul dielettrico dei cavi e trasformatori, appaiono perciò degni della maggiore considerazione tutti i dispositivi atti ad evitare o limitare tali fenomeni.

9. - La natura della bruciatura dei cavi.

Fra le teorie svolte finora sulla bruciatura dei cavi, quella che l'attribuisce al *gradiente massimo*, cioè al gradiente alla superficie del conduttore, non trova conferma nei risultati sperimentali.

Neppure appare ragionevole la teoria di Fernie, che riferisce la bruciatura al *gradiente minimo*, cioè a quello alla superficie dell'isolante. D'altra parte la *teoria piroelettrica*, sostenuta da Wagner come da Hayden e Steinmetz, la quale attribuisce la perforazione al riscaldamento localizzato in un dato cammino attraverso l'isolante ed esaltato dalle perdite e dal coefficiente di temperatura negativo, non tiene conto del nesso sopra spiegato tra la tensione di perforazione e il tempo di applicazione della tensione, mentre è ormai accertato che, anche senza produrre bruciatura, un'alta tensione può danneggiare l'isolante. Dalle sue esperienze l'A. è condotto ad una teoria intermedia tra la teoria piroelettrica e la teoria di Höchstädter del *gradiente tangenziale*.

L'analisi delle bruciature dei cavi anzitutto rivela che possono iniziarsi in uno strato qualunque dello spessore isolante senza che siano prima danneggiati gli strati più interni o più esterni: che però nei cavi trifasi più spesso capitano alla superficie dell'isolante delle anime, al loro contatto o verso il centro del cavo, raramente, forse mai, nel bel

L'A. si richiama alle sue vedute che riportano a perdite Joule tutte le perdite a corrente alternata, attribuendo quelle cicliche all'energia spesa nel caricare attraverso resistenze i condensatori elementari. D'altra parte osserva che in un cavo monofase le linee di forza, a causa di impurezze o di imperfezioni nel dielettrico, non sono sempre radiali; e la corrente non è di puro spostamento. Ad esempio, se in un dato punto del dielettrico v'è un imperfetto contatto tra gli strati, o tracce di umidità, o una piccola area impermeabile alla miscela, le linee di corrente sono deviate dalla direzione radiale, si ha un piccolo tratto di conduzione elettrolitica, che aumenta le perdite e il fattore di potenza di questa parte del dielettrico. L'esperienza mostra anche che la miscela viene scacciata tutto attorno a questa piccola area sotto l'effetto della tensione, e così col tempo il difetto va estendendosi fino a congiungersi con altri analoghi vicini e formare alla fine un cammino irregolare tra il conduttore e il piombo. Ciò spiega il tracciato obliquo che presentano le bruciature.

Nei cavi trifasi i riempitivi rendono peggiore il contatto fra le anime: in tali punti dunque le linee di corrente si addensano e deviano dalla direzione radiale scorrendo in parte lungo gli strati: così crescono le perdite e il riscaldamento. Costruendo il cavo con carte e riempitivi già impregnati, il fattore di potenza si abbassa, perchè si crea un miglior contatto fra le anime e così si avvicinano le linee di corrente alla direzione radiale.

La teoria ora svolta ha sulle altre il vantaggio di spiegare: la presenza di aree carbonizzate in punti isolati, dopo una tensione prolungata; la forma speciale ramificata assunta dalla carbonizzazione; il nesso fra tempo e tensione di bruciatura; il non ripristinarsi delle condizioni iniziali anche dopo il raffreddamento; la forma inclinata delle bruciature nei dielettrici di grosso spessore; l'inapplicabilità della formula logaritmica tra gradiente, dimensioni e tensione di bruciatura. Questa teoria indica poi che se nel punto difettoso il cavo contenesse uno strato metallico cilindrico interposto nel dielettrico, esso avvicinerebbe le linee di corrente alla direzione radiale e ridurrebbe quindi le perdite bonificando il dielettrico.

10. - Stima della bontà dei cavi.

Oggigiorno gli acquirenti di cavi cercano di prescrivere dati costruttivi e norme per le prove sui cavi finiti. Per i dati però è meglio affidarsi alla maggior competenza del fabbricante. Quanto alle prove, è evidente che debbono esser differenti per i cavi a bassa o ad alta tensione.

Il valore dell'isolamento dopo un minuto serve certo ad indicare l'essiccamento del cavo. Gli alti isolamenti sono ora un po' screditati, ma non sono di per sé segno cattivo; bisogna soltanto, con altre prove, assicurarsi che essi non s'ano ottenuti a detrimento delle altre qualità del cavo.

Le perdite nel dielettrico formano giustamente un criterio di bontà, ma si ricordi che danno soltanto un valor medio su tutta la lunghezza del cavo e non rivelano imperfezioni locali. Inoltre perdite basse possono essere ottenute con miscele così fluide, che una parte del cavo dopo qualche mese di esercizio diventa secca.

Si è anche soliti saggiare l'aumento del fattore di potenza colla tensione, ma non si possono imporre a questo proposito condizioni ben precise, dati gli effetti incerti che mostra la temperatura.

Prove a varie temperature son pure talvolta richieste, o col cavo su bobine immerso in un bagno caldo, o col cavo disteso sul suolo e riscaldato elettricamente. Il primo modo è preferibile per la più sicura conoscenza della temperatura e perchè non espone il cavo a svolgimento e riavvolgimento sulle bobine.

Specialmente pei cavi ad alta tensione, l'A. suggerisce di non ricorrere a prove che rischiano di abbreviare la vita del cavo, ma di limitar queste a spezzoni da sacrificare; e di evitare le prove più dispendiose, come ad esempio le prove termiche su intere bobine, che altrimenti si frustra in parte lo scopo di economia che hanno i cavi per alta tensione.

Discussione a Londra.

Melsom: Concorda in gran parte coll'A., ma richiama un lavoro di Evershed del 1914 circa le perdite ad alta temperatura e ritiene che l'ultima parte del lavoro dell'A. meritava maggiore ampiezza.

Dunsheath: Più che il lavoro di Evershed, sono utili su quest'argomento quelli di Fleming, Dyke, Addenbrooke.

Emanuelli: E' del parere che la teoria dell'assorbimento, la quale mostra la stretta relazione fra prove a corrente continua e a corrente

alternata, s'ia da ritenersi semplicemente un tentativo per risolvere tale problema, in mancanza di miglior conoscenza dei dielettrici con dati sperimentali. Infatti ben poco si sa di positivo sul fenomeno fisico del comportamento dei dielettrici, in base a cui si potrebbe costruire una teoria matematica.

Trova, dell'A., interessanti le esperienze relative all'influenza dell'umidità, le quali confermerebbero la teoria secondo cui l'assorbimento è dovuto alla presenza nel dielettrico di ioni elettrolitici moventisi tra le molecole.

Anche interessanti sono le curve a V delle perdite, ottenute con tensioni di 100 e 200 V. Però dalle numerose esperienze fatte da Emanuelli, con frequenze da 22 a 1000 periodi, risulta che le curve a V, prolungate sotto i 15° C., hanno anche un piccolo massimo del fattore di potenza (fig. 15) in prossimità di 0° C. Inoltre il minimo

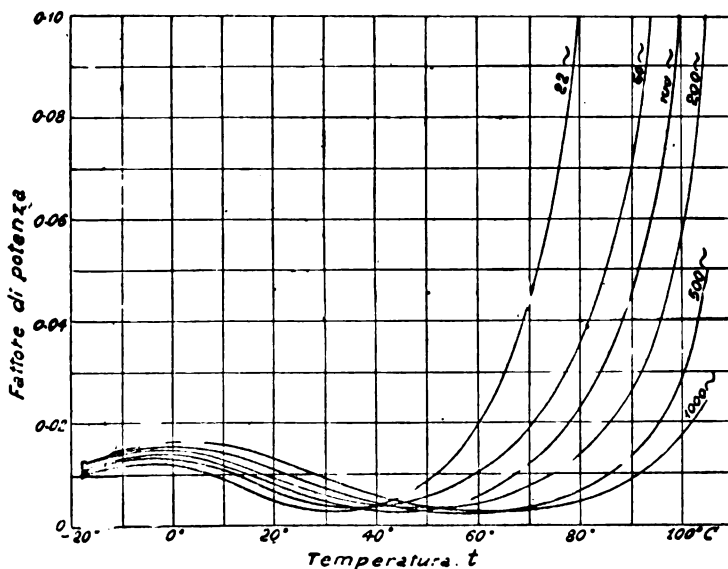


Fig. 15.

ha per tutte le frequenze lo stesso valore, e il fattore di potenza ad alta temperatura diminuisce al crescer della frequenza, mentre a bassa temperatura cresce. Secondo la teoria di Schweidler e Granier dovrebbe invece diminuire sempre. Per l'olio minerale pesante poi il minimo della curva a V risulta spostato verso temperature più basse che per la miscela: aggiungendo all'olio della colofonia, il minimo si muove sempre verso temperature più alte.

Quanto al comportamento del dielettrico dei cavi sotto l'alta tensione, non crede di trovare completa spiegazione in ciò che afferma Dunsheath. Ricorda anzitutto che tutti i dielettrici fluidi e semi-fluidi mostrano un fattore di potenza crescente colla tensione; e gli olii minerali presentano un massimo del fattore di potenza, che al crescere della temperatura si sposta verso tensioni più basse. La variazione del fattore di potenza è anche maggiore in olii riscaldati a lungo in presenza di rame.

Ma nella fabbricazione dei cavi per alta tensione la questione più importante è il cambiamento del fattore di potenza dovuto alle inclusioni gassose. E' certamente vero che la cosiddetta curva di ionizzazione dà un'idea esatta dell'impregnamento di un cavo e dà modo di rifiutare cavi cattivi che in esercizio prima o poi brucierebbero. Sebbene tale curva riguardi il comportamento medio di tutto il cavo, pure l'esperienza mostra che se ne può trarre un giudizio affatto sicuro, tenendo conto però della temperatura. Specialmente a bassa temperatura la ionizzazione ha grande influenza sulla curva fattore di potenza-tensione; a caldo l'influenza è minore, perchè la miscela dilatandosi riempie gli spazi vuoti. Sotto i 50° il fattore di potenza cresce colla tensione, perchè così si comporta il fattore di potenza della miscela, come Emanuelli riferì già alla Conferenza Internazionale delle linee ad alta tensione a Parigi.

Egli ritiene importante lo studio della bruciatura dei cavi in relazione alla migrazione della miscela, ma non attribuisce tanto il fatto ad inomogeneità nell'isolante, quanto soprattutto a veli gassosi fra gli strati di carta.

Cita a chiarimento semplici esperienze. Una tensione crescente è applicata fra una lastra metallica su cui son distesi fogli di carta impregnata, e un ago a qualche millimetro dalla carta: ad una certa tensione la miscela è scacciata via dall'ago come se da questo emanasse un potente soffio; la carta in quel punto finisce coll'essicarsi e poi col bruciare pel bombardamento degli ioni emessi dall'ago. Analogamente come quest'ago si comportano i veli d'aria che possono aversi in un cavo. Lo si vede sovrapponendo a della carta impregnata disposta su di una piastra metallica, un recipiente di vetro con dell'acqua, in modo che una sottilissima bolla d'aria resti fra il vetro e la carta: al crescer della tensione applicata tra la piastra e l'acqua, il velo d'aria comincia a scacciare via la miscela tutto attorno, la quale si fa bianca schiumosa e talora si altera chimicamente; alla fine la carta si carbonizza e poi brucia. Si possono avere così anche carbonizzazioni ramificate come si riscontrano nelle carte dei cavi dopo prove

di tensione prolungate. Questo indicherebbe dunque il processo più probabile di bruciatura dei cavi. In Italia c'è un cavo funzionante con successo a 130.000 V: nella sua costruzione sono state appunto eliminate interamente le bolle gassose dall'isolante.

Per quanto concerne le prove sui cavi per altissima tensione, Emanueli ritiene non si possano fissare norme precise e generali, finché la loro costruzione non sia sufficientemente sviluppata. Egli non ha molta fiducia in prove a corrente continua a bassa tensione; ne ha invece in una prova di ionizzazione ben studiata e in relazione alla temperatura.

Il valore in sé delle perdite non ha importanza pratica, né è desiderabile ridurlo ancora. Un valore molto basso è stato prescritto negli Stati Uniti, dove i fabbricanti di cavi usavano olii vegetali con altissimo fattore di potenza: ciò li ha obbligati a usare ora olii che ad alta temperatura sono molto fluidi e scorrono facilmente nelle parti basse del cavo, lasciando spazi d'aria nelle parti alte.

Nella misura del fattore di potenza è preferibile ottenere il riscaldamento del cavo con un bagno a temperatura costante, anziché con una corrente nel conduttore; ed è raccomandabile non porre in esercizio le pezzature che hanno subito il riscaldamento. Tutta la questione delle prove dovrà essere risolta con qualche norma ragionevole concordata tra fabbricanti ed acquirenti di cavi.

Dunsheath: L'esistenza di un massimo verso 0° nella curva a V, scoperto da Emanueli, non è facile a spiegarsi; viene in mente però che esso stia in relazione colla solidificazione di tracce di umidità, e che così il coefficiente di temperatura delle resistenze elementari sotto 0° diventi positivo. Neppure si capisce come il fattore di potenza tra 0° e 20° aumenti colla frequenza. Quanto al minimo della curva per l'olio, anche esperienze di Dunsheath confermano che si sposta verso destra per l'aggiunta di colofonia. Dunsheath concorda pienamente in tutte le altre osservazioni con Emanueli.

Ratcliff: In esperienze sulle perdite, eseguite circa dieci anni fa, intuì egli pure la possibilità di connettere le perdite Joule in un dielettrico e le cosiddette perdite per isteresi. Quanto alla curva a V, ne riconosce l'importanza come mezzo d'indagine dei fenomeni dielettrici ed apprezza le spiegazioni che ne propone Dunsheath. Ma circa l'importanza da questi attribuita alla relazione fra tensione e tempo, con cui si spiegherebbero bruciature di cavi da molti mesi in esercizio, Ratcliff resta dubbioso, dato che i cavi si costruiscono con un sufficiente fattore di sicurezza. Dentro i limiti di questo fattore debbono anche restare le prove sulle pezzature dei cavi prima o dopo la posa, col solo scopo di rivelare difetti di fabbricazione o di posa. Dovrebbe, questo fattore, essere non minore di 2, e preferibilmente maggiore, tenuto conto che tensioni circa doppie del normale si hanno nelle inserzioni. La stima di un fattore di sicurezza nelle condizioni normali di esercizio è di grande interesse, perché non serve sapere che un cavo tecnico, in date condizioni, vivrebbe un secolo; ma basta che almeno nelle condizioni ordinarie duri un 25 anni. L'importanza delle sovratensioni però è stata esagerata alquanto: quando esse si verificano, v'è una causa ben precisa.

Circa la natura delle bruciature, è d'accordo che la teoria del gradiente massimo ha scarso o nessun valore; ma è notevole che partendo da essa i fabbricanti abbiano ridotto gli spessori isolanti, che ora poi, vista la complessità del problema, tornano ad aumentare. Nei cavi trifasi le bruciature hanno talora anche causa meccanica, sebbene abbia il suo valore il gradiente tangenziale: in cavi monofasi Ratcliff non ha mai avuto bruciature.

Quanto infine alle prove, disapprova il metodo di immergere le bobine in un bagno d'acqua calda, pensando all'influenza che possono avere, sul comportamento del dielettrico, il gradiente di temperatura in esso e il campo elettromagnetico creatovi dalla corrente del conduttore. Invece si deve applicare la tensione (normale o più elevata) al conduttore, mentre s'invia in questo un'opportuna corrente riscaldante con un generatore a parte. Questa prova sui cavi trifasi può farsi colle pezzature avvolte su bobine.

Dunsheath: Se Ratcliff accetta la curva tensione-tempo, non si vede perché ne rifiuti l'applicazione pratica. Quanto al fattore di sicurezza, la constatazione importante è che cavi differenti hanno differente la curva tensione-tempo, e che perciò se due cavi risultano avere, da una prova breve, uguale fattore di sicurezza, non si può dire che la avranno uguale anche dopo anni di esercizio. Contro le sovratensioni possono anche omettersi sistemi di protezione, però bisogna allora progettare i cavi con più larghezza. Quanto alle prove a varie temperature, certo il gradiente di temperatura nel cavo ha la sua importanza, mentre non ne può avere il campo elettromagnetico creato dai conduttori; ma non sembra che l'essere la temperatura decrescente dal conduttore verso il piombo importi un cimenno più grave per il cavo, tale da fare accettare gli svantaggi del metodo di prova all'asciutto, e pare anzi che il cimenno sia minore.

Allen: Osserva che la forma $I + At^{-n}$, con n variabile col tempo, ammessa da Dunsheath per la corrente di carica, risponde male ad una concezione fisica ed offre difficoltà matematiche. Sembra preferibile la soluzione trovata da Steinmetz per questo problema, scindendo la curva sperimentale nella somma di un numero opportuno di curve esponenziali con indici n differenti. Ne mostra alcuni esempi, come quello della fig. 16 in cui le curve componenti sono quattro; la prima, costante col tempo, dà la corrente di pura conduzione e potrebbe essere assunta a indicare il vero isolamento del dielettrico.

A proposito della differenza di comportamento colla temperatura, del fattore di potenza di cavi imprugnati con varie miscele, Allen pen-

sa si possa spiegare colla presenza, tra le fibre della carta, di infinitesime bollicine di aria, da non confondere colle bolle che si hanno nei cavi mal costruiti, e da non ritenere eccessivamente dannose. Ammessa la loro presenza come inevitabile anche nei cavi meglio fabbricati, Allen tenta una diversa spiegazione della curva a V. Circa poi le esperienze di bruciatura di spezzoni di cavi, osserva che sul risultato ha influenza decisiva la presenza o no, negli spezzoni, di qualcuno di quei punti caldi di cui molti sperimentatori hanno fatto cenno.

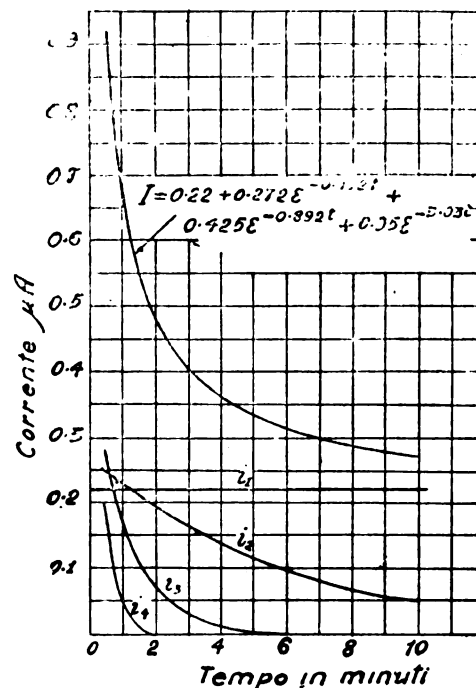


Fig. 16.

Dunsheath: L'analisi della curva di carica secondo Steinmetz ha tutto in suo favore dal punto di vista matematico, ma non porge alcun aiuto nel passare poi dalla corrente continua a quella alternata. La spiegazione tentata da Allen per la curva a V meriterebbe di essere precisata, in base ai coefficienti di dilatazione dei vari componenti di un cavo. Quanto alle prove degli spezzoni, Dunsheath ripete che se il cavo è ben costruito e son buone le teste, i punti sperimentali descrivono proprio una curva regolare tensione-tempo.

Taylor: Dà molta importanza all'adozione, nei cavi, di strati metallici interposti entro lo spessore dell'isolante, cui ha accennato Dunsheath. Oltre che diminuire il rischio di bruciatura, essi hanno il vantaggio di arrestare il raggrinzimento della carta nelle piegature del cavo, il che consente di usar maggiori spessori di isolante; e il vantaggio inoltre di regolare e ridurre il gradiente termico durante l'esercizio, aumentando così la portata del cavo. Anche la possibilità di provare le diverse sezioni del dielettrico separatamente è un ulteriore vantaggio non trascurabile.

Dunsheath: E' interessante anche che gli strati interposti giovano ad aumentare la compattezza del cavo.

Silver: Domanda se la perforazione elettrica ha per base un'azione chimica per la presenza di umidità in forma di elettrolito, preceduta dalla trasformazione del dielettrico in una sostanza conduttrice per effetto della corrente.

Dunsheath: Ritiene che si tratti certamente di un'azione chimica, ma non si può assicurare se questa sia sempre preceduta dalla trasformazione del dielettrico in conduttore.

Addenbrooke: Osserva anzitutto che il dielettrico in un cavo è cimentato molto diversamente che nelle esperienze con campo elettrico uniforme. In secondo luogo si usano in pratica miscugli di sostanze isolanti, ma gli studi sperimentali sono da farsi su dielettrici di natura chimica ben definita. Riferisce che da sue esperienze le perdite in un dielettrico risultano circa proporzionali alla percentuale di umidità contenuta, finché questa è piccola, poi crescono di più che l'umidità. Ora, la carta si suole impregnare con olio caldo, dopo averla prima essiccata e riscaldata; ma può darsi che nel raffreddamento le tracce residue di umidità, anziché restar ripartite fra olio e carta, si accumulino di preferenza in questa. Così in un cavo le perdite a freddo risulterebbero maggiori che se l'umidità fosse ugualmente ripartita; ma col riscaldamento l'umidità comincia a passare dalla carta all'olio e le perdite fino ad un certo punto diminuiscono. Anche il fatto che l'isolamento di un dielettrico, ad esempio della guttaperca, al contrario della sua capacità induttiva, risente molto l'influenza della pressione cui il dielettrico è sottoposto, fa pensare che le perdite per conduzione siano dovute alla presenza di umidità o di elettroliti.

Addenbrooke nega l'utilità di ricorrere, per spiegare il comportamento dei dielettrici, alle analogie con sistemi di resistenze e capacità in serie e in parallelo: tali sistemi non riproducono, in fondo, i fenomeni, né d'altra parte rispondono ad alcun concetto fisico.

Dunsheath: La questione delle condizioni di prova dei materiali è importantissima, e non si possono accettare i risultati finché non sono confermati da prove eseguite sui cavi. La considerazione dell'equilibrio variabile dell'umidità, con cui Addenbrooke accenna a spiegare la curva a V , apparisce nuova e interessante; però è da osservare che la curva reale non si mostra del tutto reversibile, il che fa pensare che la pressione meccanica produca durante il riscaldamento degli effetti irreversibili.

Owen: Osserva che il concetto Maxwelliano del dielettrico formato da capacità e resistenze non riesce a dar ragione della distorsione della forma d'onda operata da certi dielettrici, come il vetro. Circa la curva tensione-tempo, fu Owen a introdurre come variabile, seguendo il Peek, la radice quarta del tempo. Anche se l'estrapolazione ad un tempo infinito è soggetta a critiche, è innegabile però l'importanza del risultato che di due dielettrici aventi uguale rigidità dielettrica misurata coi metodi in uso, se cimentati a lungo ad una data tensione, uno abbia una durata più breve dell'altro. E' presumibile che esso abbia maggiori perdite per unità di volume, e resistenza termica maggiore e quindi tendenza maggiore ad accumular calore. Se dunque si determina la rigidità con prove di un minuto, che significato avrà il cosiddetto fattore di sicurezza? Bisogna francamente ammettere che un isolante, anche diverso da un cavo, può un bel giorno fulminarsi, ad onta di prove spettacolose ben superate, e magari dopo molti mesi di esercizio.

Dunsheath: La distorsione operata dal vetro dovrà certo essere pure considerata per una teoria completa sui dielettrici. A proposito del modo d'intendere il fattore di sicurezza, vedere quanto già detto nella replica a Ratcliff.

Beavis: Il procedimento che serve così bene per i cavi in gutta-perca a scoprire difetti incipienti, con lunghe polarizzazioni ed inversioni di corrente, può essere utilmente applicato anche ai cavi d'energia, ora che il Kenotron consente di ottenere curve di elettrizzazione ad alta tensione: ed è già stato usato con successo. Quanto al fattore di potenza, poiché esso, coll'alta tensione, ha un contributo anche dalla ionizzazione, non può perciò essere studiato con prove a bassa tensione. Inoltre sul suo valore influisce pure il tempo di applicazione della tensione, oltreché la rapidità delle variazioni di temperatura subite. A proposito poi del coefficiente di temperatura della resistenza d'isolamento, è interessante sapere se la sua variazione colla temperatura è uniforme, oppure è concentrata più che altro nella regione di transizione, vale a dire in vicinanza del punto di fusione della miscela del cavo.

Dunsheath: E' interessante l'osservazione relativa alle prove a corrente continua ad alta tensione. Però, ad onta dell'attuale polarità del Delon e del Kenotron, abbiamo ancor molto da imparare circa la diversità degli effetti della corrente continua e della corrente alternata. Sul fattore di potenza influiscono certamente le variazioni di temperatura subite: esse producono infatti variazioni meccaniche irreversibili. Quanto al coefficiente di temperatura dell'isolamento, dalle curve esso apparisce variabile colla temperatura uniformemente.

Wilmotte: Richiama un recente lavoro di Hartshorn in cui il dielettrico è schematicamente raffigurato con tre condensatori shuntati, come ha pure esposto Dunsheath, ma coll'aggiunta di una resistenza di contatto fra dielettrico ed elettrodi. Colle idee di Hartshorn tenta pure per la curva a V una spiegazione che sembra in accordo col massimo a circa 0° trovato da Emanuelli.

Dunsheath: Non si riesce a capire la necessità dell'esistenza della resistenza di contatto, che dovrebbe avere parte principale nei fenomeni del dielettrico. Inoltre la teoria di Hartshorn nega, nei dielettrici liquidi, la presenza di carica, in contrasto colle esperienze di Dunsheath, e la variabilità delle perdite colla frequenza, in contrasto coi risultati di Emanuelli. Il massimo della curva a V si può spiegare senza quella teoria, come già accennato nella replica a Emanuelli.

Discussione a Newcastle.

Thornton: Riferendosi ai suoi numerosi studi teorici sui dielettrici, trova la loro concordanza coi risultati sperimentali, ad esempio colla variazione quadratica delle perdite in funzione della tensione, comportamento che ci assicura essere la costante dielettrica indipendente dal campo.

Alla espressione $I + At^{-n}$ accettata da Dunsheath per la corrente, egli preferisce l'equivalente $I/(1 - e^{-at})$ come analiticamente vantaggiosa. Concorde con Dunsheath che le perdite possono essere espresse nella forma $I^2 R$, ma ritiene si tratti di resistenze non di tipo elettrolitico, bensì dovute all'attrazione interna molecolare. Sulla base delle molecole polarizzate vibranti rende ragione anche della curva a V e del fenomeno della perforazione, ricordando poi la legge rimarchevole: spessore perforato = $AV + BV^2$, la quale si adatta bene a molti dielettrici, col primo termine puramente elastico, e l'altro creato dalle perdite e dalla carica residua.

Dunsheath: Il notevole contributo teorico portato alla discussione dal Thornton è applicabile perfettamente ad un determinato dielettrico, ma non può bastare a spiegare tutti i fenomeni di un cavo, sistema complesso e inhomogeneo.

Vernier: Accenna ai progressi dalle prime reti a 20 kV fino ai cavi a 66 kV, in esercizio da quasi due anni, monofasi e trifasi, ma si duole che attualmente non si abbiano metodi sicuri e generali

per le prove dei cavi per alta tensione, da 33 kV in su. La resistenza d'isolamento ha scarsa importanza, a meno che non sia troppo bassa. La prova di tensione per 15 minuti è superata bene anche da bobine di cavi che poi in esercizio vivranno poco. Le perdite nel dielettrico richiedono apparecchi delicati e tale manualità di misura, che spesso gli acquirenti dei cavi non hanno che affidarsi alla reputazione commerciale delle ditte fabbricanti; danno inoltre solo un valor medio, senza rivelare difetti locali. Le prove di ionizzazione sui cavi per altissima tensione hanno la difficoltà delle elevatissime tensioni occorrenti; d'altra parte la ionizzazione purtroppo si manifesta in un cavo dopo un po' di tempo che è messo in esercizio. Recentemente si è ricorso ad assoggettare in fabbrica qualche bobina di cavo ad una tensione una volta e mezzo quella d'esercizio, per lungo tempo; e ad esaminar poi piccoli pezzi del cavo per ricavarvi nelle carte eventuali segni di carbonizzazione.

Ma nuove idee debbono venire dall'ulteriore studio della curva di ionizzazione anche in relazione col precedente funzionamento del cavo. Alcune fabbriche importanti si sono messe già su strade nuove: rinforzano il mantello di piombo per impedire il rilassamento di questo e degli strati di carta isolante per effetto delle vicende di temperatura; adottano per l'impregnamento olio fluido; muniscono i cavi di condotti ripieni di olio, tenendo questo sotto pressione con dispositivi applicati ai giunti ed ai terminali. Questi metodi danno già eccellenti risultati elevando il potenziale di ionizzazione.

Per la teoria della ionizzazione avrebbero gran valore prove eseguite separatamente sulla carta e sulle miscele impregnanti. Conferma di tale teoria si ha anche nel fatto che per lo più le bruciature di cavi per alta tensione si verificano o nella notte o a fine settimana in periodi di piccolo carico.

Vernier non accetta senz'altro l'asserzione di Dunsheath che le sovratensioni e le prove di tensione possano abbreviare la vita dei cavi. Può esser vero per ripetute prove su cavi ad altissima tensione; ma le sovratensioni forse non nuocciono, per la loro brevissima durata. In ogni modo l'asserzione non vale per i cavi sotto ai 33 kV, dei quali anzi talora si fa uso con buon successo, inserendone dei pezzi alle estremità di linee aeree per assorbire le sovratensioni.

Secondo esperienze di Klein non si verificherebbe un deterioramento permanente dei cavi in esercizio, ossia un invecchiamento, ma soltanto una specie di affaticamento transitorio. Sarebbero desiderabili nuove esperienze, con sovratensioni create ad intermittenza durante il funzionamento a tensione normale.

Chiarisce infine come la teoria del gradiente tangenziale offra, da sola, diretta spiegazione della bruciatura dei cavi trifasi presso i punti di contatto tra le anime, senza bisogno di considerare, come ha fatto Dunsheath, la divaricazione delle anime e dei riempitivi con formazione di vuoti: queste sono tuttavia circostanze aggravanti che favoriscono anch'esse la bruciatura. E conferma che nei cavi trifasi raramente, e forse mai, si riscontrano bruciature nel belt.

Dunsheath: I metodi di misura delle perdite, anche se complicati, consentono, senza bisogno di grande precisione, di distinguere un cavo buono da uno cattivo. Certo però c'è bisogno di prove più soddisfacenti delle attuali.

Se le idee di Dunsheath sulle bruciature sono sulla via giusta, può darsi che basti una buona prova d'invecchiamento ad alta frequenza; che ad esempio l'effetto di un anno di esercizio a 50 periodi possa imitarsi con poche ore di prova a 10.000 periodi. Nelle esperienze citate di Klein sembra si rivelino due tipi di invecchiamento: uno temporaneo e uno irreversibile; le esperienze suggerite da Vernier dovrebbero essere utili. Quanto alla teoria di Höchstädter, essa non basta a spiegar tutto, ad esempio la bruciatura arborescente dentro i cavi monofasi.

MacCall: Domanda: se nel metodo di estrapolazione della fig. 14 è necessaria la radice 4^a, anziché ad esempio la 3^a o la 5^a; se esistono determinazioni delle perdite totali fra carica e scarica a tensione continua; se le resistenze introdotte per spiegare le perdite nel dielettrico sono intese resistenze ohmiche, o non piuttosto come variabili colla frequenza; se possa stabilirsi un'analogia fra bruciatura dei cavi ed effetto corona su fili in aria.

Dunsheath: Ha seguito il Peek adottando nella fig. 14 la radice 4^a, la quale probabilmente dà una scala più comoda. Determinazione delle perdite per un ciclo completo di carica e scarica sono state fatte da Ashton. Le resistenze elementari nel dielettrico sono certo resistenze vere e determinate. Non crede possa trovarsi analogia coll'effetto corona, finché entro il dielettrico non c'è aria.

Williams: Ritiene che dallo studio dei dielettrici possa scaturire l'idea di una nuova sostanza impregnante, di un isolante diverso dalla carta, e di nuovi metodi di prova. Sollecita un incoraggiamento di questi studi da parte della Cable Makers Association e della Electrical Research Association.

Desidererebbe confrontare le curve a V di un cavo colle vecchie miscele e di uno colle nuove, ed anche conoscere le perdite di un cavo trifase tipo Höchstädter. Circa la curva a V , egli la pensa come risultante dal comportamento della viscosità, della dilatazione e della ionizzazione; e cioè, al crescer della temperatura, la miscela che diventa più fluida si espande e gli spazi d'aria si contraggono abbassando le perdite, ma poi incomincia la ionizzazione e le perdite crescono.

Per la prova dei cavi a varie temperature, non ritiene rispondente al caso reale di funzionamento il metodo di immergere le bobine in

acqua calda, avendo così il gradiente termico entro il cavo segno opposto che in esercizio, e inoltre avendosi una maggior dilatazione del piombo, che si scalda più di tutto il resto. In sue prove di confronto, un cavo scaldato in bagno mostrò a 82° C perdite del 50 % maggiori che scaldato con corrente nel conduttore. Lamenta che nella misura delle perdite dei cavi per alta tensione non vi sia uniformità di metodi, nè pubblicazione di dati, e un controllo non sia praticamente possibile.

Dunsheath: Non si può disconoscere che in questi anni tanto la C. M. A. e la E. R. A. come i singoli fabbricanti, si son dedicati con entusiasmo agli studi sui dielettrici. Differenze tra le curve a V delle vecchie e delle nuove miscele risultano dalle pubblicazioni del Journal Amer. I. E. E.: in sostanza si è ottenuto un abbassamento e un appiattimento della curva. Disgraziatamente non dispone di dati sul cavo Höchstädter, che sarebbero stati utili nella discussione; tale tipo ha sollevato però anche questioni di costo.

Circa la curva a V non si può per adesso tirare conclusioni generali e definitive. Nella prova di bobine di cavi immerse in acqua, non deve aversi il piombo più caldo che il conduttore, ma tutto deve essere alla stessa temperatura; quindi le condizioni termiche sono meglio note che coll'altro metodo di riscaldamento.

Schuil: Spera che le prove a corrente continua col Kenotron, che non sa se possano danneggiare i cavi, non diano luogo a delusioni come quelle che anni fa si ebbero dalle prove col raddrizzatore Delco.

Dunsheath: Pare che le prove a corrente continua ad alta tensione non possano danneggiare un cavo ben costruito: anzi con esse non si riscontrano certe forme di deterioramento come colla corrente alternata.

Elkington: Ammette che la costante dielettrica vari colla temperatura, e ciò potrebbe aiutare, per la distribuzione della temperatura entro il cavo, a spiegare le carbonizzazioni; d'altra parte queste sono anche determinate dalla maggiore o minore conduttività. Sarebbe interessante sapere quali gas si liberano dalla miscela.

Dunsheath: La costante dielettrica non varia colla temperatura apprezzabilmente, fra 20° e 60°, quindi non può avere influenza sul fenomeno della bruciatura. Invece è giusto che, oltre alla temperatura ed al gradiente del potenziale, deve influire nel determinare la bruciatura anche la natura dei gas inclusi.

Grant: Si occupa dei dispositivi di protezione dalle sovratensioni, mostrando però come siano soltanto capaci di limitarle ma non di impedirle. Cita fra i migliori il sistema Campos e il sistema Ferranti, destinati ad assorbire le sovratensioni degradandone l'energia in calore.

Dunsheath: E' probabile che molte antipatie verso i sistemi di protezione siano originate dai primitivi tipi non soddisfacenti.

Nixon: Desidera notizie sui dielettrici graduati, che dovrebbero risolvere, dicesi, il problema delle prove dei cavi. Ritene che il fattore di sicurezza dovrebbe essere il rapporto fra tensione di prova, ad esempio per un'ora, e tensione d'esercizio.

Dunsheath: Non è a conoscenza per ora dei miglioramenti nella rigidità apportati dalla graduazione del dielettrico. Non sembra in ogni modo che la graduazione abbia che vedere col problema delle prove. Quanto al fattore di sicurezza, ha già detto come sia difficile trovarne una definizione soddisfacente.

Discussione a Manchester.

Beaver: Nel lavoro di Dunsheath come in molti altri sui cavi, l'argomento è trattato più dal lato elettrico che da quello fisico e chimico, con preferenza anzi per i metodi matematici, senza preoccuparsi della struttura eterogenea dei materiali e del loro grado di stabilità chimica. Guardando ben a fondo, si vedono tanti punti non chiari. Quanto riguarda la polarizzazione, è materia del lavoro quotidiano di chi si occupa di prove dei cavi.

Il concetto delle perdite Joule non tiene conto di tanti principi accettati dalle maggiori autorità sull'argomento; e d'altra parte, per l'ultima fase del fenomeno della perforazione, quando è solo questione di una data spesa di energia per unità di volume di dielettrico, si deve ricorrere sempre alla teoria piroelettrica. Dei vari punti che secondo Dunsheath sarebbero particolarmente spiegati dalla sua teoria, Beaver osserva che la spiegazione è data piuttosto dalla teoria piroelettrica, o dalla ionizzazione, o dall'alterazione nello stato fisico o chimico dei dielettrici per cui si formano tragitti conduttori, o dall'essere in pratica i dielettrici sempre più o meno eterogenei.

A proposito degli interstrati metallici entro il dielettrico dei cavi, Beaver, che li propugnava fin dal 1914, è lieto di constatare che Dunsheath prevede da essi una bonifica del dielettrico, mentre un tempo si ritenevano invece pericolosi. Un argomento importantissimo merita poi la più grande attenzione: quello della protezione dei cavi nelle reti, che dà luogo oggi a pareri controversi.

Nei cavi trifasi l'influenza del buon impregnamento dei riempitivi è tale che, secondo esperienze di Beaver, essa può abbassare le perdite del 60 ÷ 70 % rispetto a riempitivi con inclusioni gassose: ciò si riferisce, naturalmente, a gradienti massimi molto elevati, di 50 ÷ 60 kV/cm, mentre con bassi gradienti e a bassa temperatura il fattore di potenza può anche riuscire un po' minore con inclusioni gassose che senza. Tutto ciò è spiegabile meglio colla teoria della ionizzazione che con quella di Dunsheath.

Circa infine il fenomeno della bruciatura, la migrazione di miscela verso le regioni vicine del dielettrico, attribuibile a repulsione elet-

trostatica delle particelle libere, non l'ha mai potuta riscontrare nei cavi: la miscela parzialmente solidificata, che si vede spesso presso le carbonizzazioni, è un prodotto di ossidazione, ed attesta quindi la presenza di aria.

Dunsheath: Alle numerose critiche risponde anzitutto sostenendo che in ordine d'importanza per un cavo le proprietà chimiche e fisiche non possono precedere quelle elettriche, in base alle quali il cavo vien poi giudicato; mentre lo studio delle proprietà fisiche e chimiche dei materiali serve a migliorarne la qualità. Il punto sostanziale affermato da Dunsheath riguardo alle carbonizzazioni che precedono le bruciature è il fatto che, essendo le linee di corrente deviate in parte dalla loro direzione radiale, si ha attraverso il dielettrico una dritta corrente radiale di puro spostamento, più un'altra corrente tangenziale svolgente calore. E questa certamente non è la teoria piroelettrica di Wagner. Neppure, evidentemente, serve a spiegare le bruciature in un cavo monofase la teoria del gradiente massimo, perchè le carbonizzazioni iniziali non si riscontrano affatto presso il conduttore, dove, oltrechè il massimo cimento elettrico, v'è pure la massima temperatura. D'altra parte, la teoria della ionizzazione, da sola, non spiega la carbonizzazione sulle anime di un cavo trifase. Dunsheath non disconosce che accoppiando la sua teoria con quella della ionizzazione, si avrebbe la spiegazione più completa.

Hawkins: Parteggia per la teoria di Höchstädter e pel suo tipo di cavo trifase, il quale, come è noto, è privo di belt, ed ha invece ogni anima munita di uno spessore isolante maggiore e ricoperta di carta metallizzata collegata col piombo. Secondo Höchstädter le perdite a tensioni oltre 15 kV contro terra crescono più del quadrato della tensione. Oltre i 22 kV ritiene non possano aversi altri cavi trifasi che quelli senza belt tipo Höchstädter e simili, ad esempio il tipo S. L., il cui principale vantaggio è l'eliminazione di componenti tangenziali del gradiente. Altri tipi con particolari perfezionamenti sono attualmente in esercizio, hanno però un fattore di sicurezza più basso.

Dunsheath: Il tipo S. L., di cui si è già più volte occupato, dà a suo parere maggiore affidamento del cavo trifase ordinario anche per tensioni come 33 kV.

Crellin: Non ammette che il dielettrico con perdite possa fisicamente equivalere a capacità shuntate da resistenze: perchè infatti si possa spiegare la gran lentezza della scarica spontanea dopo la soppressione della f. e. m. applicata al dielettrico, la resistenza dovrebbe avere un valore molto superiore a quello necessario per spiegare la corrente di assorbimento. Neppure può ritenere che tutte le bruciature siano precedute da carbonizzazioni: ciò presumibilmente non si verifica in bruciature istantanee per un improvviso aumento di tensione.

Dunsheath: Forse Crellin non tien conto che le resistenze elementari da ammettere esistenti nel dielettrico sono in numero infinito, e che le forti correnti possono trovare strada nelle resistenze meno grandi. Colla parola «istantaneo» poi Crellin intende evidentemente un tempo brevissimo: ma anche per tempi brevissimi potrà un giorno conoscersi la curva tensione-tempo.

Quanto alle carbonizzazioni infine Dunsheath intendeva considerare il dielettrico dei cavi, e non dielettrici puri e omogenei.

Philip: Chiede se è verosimile che nella carta dei cavi per alta tensione l'umidità possa essere dell'1 o 2 %. Osserva che le curve di carica di Dunsheath cominciano da $t = 1/4$ di minuto e quindi l'indice n dedotto da esse non può confrontarsi coll'indice n di Granier per la corrente alternata, dove sono in gioco soltanto frazioni piccolissime di secondo.

Dunsheath: L'umidità non è ammissibile in nessuna misura; quale percento tuttavia in realtà possa restarne, Dunsheath non sa dire, però in ogni modo molto meno della cifra indicata.

Certo, per il confronto colla corrente alternata a 50 periodi, occorrerebbe determinare l'indice n per intervalli di tempo dell'ordine di 1/100 di secondo.

Churcher: Ricorda che per cattivi isolanti, ad esempio per l'ardesia, le perdite a corrente alternata corrispondono bene a E^2/R dove R è la resistenza a corrente continua: ma ciò non è in generale. Una prova decisiva della teoria di Dunsheath sembrerebbe consistere nel confrontare le perdite misurate a corrente alternata col valore di esse calcolato dall'indice n della curva di carica a corrente continua: ma resta l'incertezza per la variabilità di n .

Circa la variazione del fattore di potenza colla frequenza, Churcher ha trovato che il rapporto dei fattori di potenza a 25 e 50 periodi per una cattiva bakelite è 1,22, mentre per l'ebanite è 1,05: ciò confermerebbe il ragionamento di Dunsheath. Ma sugli isolanti comuni Churcher non ha ottenuto una curva a V come si ha sull'isolante dei cavi: il fattore di potenza restava circa costante fra 20° e 30°, poi cresceva. Riguardo all'aumento del fattore di potenza colla tensione, chiede se nelle prove è stato tenuto conto dell'influenza contemporanea della temperatura, la quale cresce a causa delle perdite.

Dunsheath: La ragione per cui Churcher non ha trovato il tratto discendente della curva a V è probabilmente perchè ha esaminato isolanti cattivi, equivalenti alla carta impregnata ad alta temperatura, dove le perdite per conduzione predominano. Che nella misura delle perdite influisce sensibilmente il riscaldamento prodotto dalla corrente di prova, lo si vede dal fatto che le perdite salgono assintoticamente verso un massimo entro un'ora dall'applicazione della tensione.

Davey: Richiamato un lavoro di Del Mar e Hanson sui dielettrici eterogenei, rileva la difficoltà di concepire il dielettrico come formato da capacità e resistenze in serie, quando si esamini il comporta-

mento a corrente alternata a bassa temperatura. Infatti il fattore di potenza a bassa temperatura risulta indipendente dalla frequenza, mentre invece dovrebbe variare secondo la formula:

$$\cos \theta = \omega CR / \sqrt{\omega^2 C^2 R^2 + 1};$$

inoltre l'avvicinarsi di $\cos \theta$ ad essere indipendente dalla frequenza dovrebbe essere contemporaneo coll'avvicinarsi al valore 1, il che non è conforme all'esperienza; infine secondo tale formula la resistenza R dovrebbe essere molto minore di quanto risulterebbe da altri studi sui dielettrici.

L'assimilazione delle perdite nel dielettrico a perdite Joule è soltanto un artificio matematico che non dà una vera spiegazione fisica; non deve trascurarsi la coincidenza del minimo delle perdite col punto di fusione della miscela; e non si deve senz'altro passar sopra ai notevoli studi noti sui dielettrici. Così pure varie scondordanze mostra l'esperienza in confronto colla relazione di Granier per il fattore di potenza, considerando varie temperature e varie frequenze. Le perdite sono state da altri spiegate come effetto dell'umidità; invece coll'assorbimento, che è sempre crescente colla temperatura, non può spiegarsi il minimo della curva a V; e d'altra parte le perdite, che a circa 80° C sembrerebbero dalla fig. 11 in gran parte cicliche, dalla curva superiore della fig. 12 appaiono invece ben presto indipendenti dalla frequenza. Nessuna spiegazione può aversi dalla teoria di Dunsheath neppure circa il fatto che le perdite a bassissime frequenze crescono rapidamente colla frequenza.

L'effetto del riscaldamento e raffreddamento di un cavo sul suo fattore di potenza è ben noto e si spiega col prosciugamento dell'isolante e colla dilatazione dell'aria occlusa: ma tale effetto è trascurabile in un cavo bene impregnato.

Appare affatto arbitraria la previsione della tensione limite di bruciatura del cavo fatta coll'estrapolazione per un tempo infinito secondo il metodo di Owen, dopo prove che durano al massimo 60 ore. Dallo studio delle bruciature si conclude che ha capitale importanza l'impregnamento perfetto con esclusione di aria, anche se così le perdite a bassa tensione aumentano pel fatto che l'aria non ionizzata è praticamente senza perdite. Però la spiegazione che dà Dunsheath del movimento della miscela per effetto del campo elettrico è contraria alla legge che un dielettrico immerso in un altro di minore costante dielettrica tende a portarsi dove il campo è più intenso: questa fu sperimentalmente provata anche da Steinmetz e Hayden.

Dunsheath: Le notevoli osservazioni di Davey circa l'effetto della frequenza sul fattore di potenza devono essere, almeno in parte, accettate. Ma per il confronto tra i valori dell'indice n e il fattore di potenza, deve ricordarsi che Dunsheath ha determinato n per intervalli maggiori di 15 secondi: sarebbe invece necessario, come già detto, conoscere i valori per tempi brevissimi. A proposito poi della migrazione della miscela, si eseguisca questa esperienza: si metta un foglio di carta impregnata tra due elettrodi piani, l'inferiore di 30 cm e il superiore di 8 cm di diametro, colla tensione alternata di qualche migliaio di volt, e si vedrà che la miscela non si muove entro il campo intenso fra gli elettrodi, mentre invece si sposta in fuori di qualche centimetro tutto in giro agli elettrodi, lasciando asciutto lo spazio intermedio.

Carr: Trova inconcepibile la teoria di Fennie del gradiente minimo, ed attribuisce le bruciature dei cavi, oltre che alla componente tangenziale nei trifasi secondo Höchstädter, alla presenza di aria e umidità, che facilitano le scariche lungo la superficie degli strati.

Si riscontrano scariche che interessano la sola miscela e precedono la vera e propria carbonizzazione delle fibre di carta. Secondo la sua esperienza, le bruciature nei cavi monofasi cominciano per lo più vicino al conduttore.

Dunsheath: Osserva che l'annerimento citato da Carr come precedente la carbonizzazione della carta non può interessare la sola miscela, dal momento che non scompare con un lavaggio di petrolio.

O. B.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul riscaldamento elettrico.

Riceviamo:

L'Ufficio Tecnico di Finanza ha emanato norme restrittive che devono essere rispettate per poter ottenere l'esenzione dalla tassa dell'energia destinata al riscaldamento delle abitazioni; norme che pure essendo restrittive non eliminano la possibilità di frode mentre ostacolano grandemente lo sviluppo di questo sistema di riscaldamento.

«Contatore distinto come distinta e visibile la conduttura dal contatore agli apparecchi di riscaldamento mettendola in tubi di ottone o di altro metallo».

Esigere che la conduttura sia in tubi metallici è discutibile, è troppo però esigere che sia visibile specialmente oggi che per riguardo all'eleganza tutti gli impianti si fanno incassati.

«Non sono ammesse le prese di corrente mobili; di conseguenza i fili di ciascun apparecchio devono essere direttamente collegati ad un interruttore coperto applicato a muro».

Il non ammettere prese significa eliminare la comodità del riscaldamento elettrico perchè si devono munire gli apparecchi utilizzatori di lunghi conduttori e la frode è sempre possibile (per esempio con spilli). Si prescrivano allora i conduttori armati.

L'Ufficio Tecnico di Finanza di Genova prescrive pure che le valvole e gli interruttori siano protetti con custodie fissate con viti e le prese di cui sono muniti tutti o quasi gli apparecchi utilizzatori che trovansi in commercio vengano solidamente legate di modo che la frode venga ad essere laboriosa (??) aggravandola se compiuta.

Anche usando la tensione tra fasi per riscaldamento e tra fase e neutro per la luce si devono ugualmente rispettare le norme dell'Ufficio Tecnico di Finanza perchè si può compiere la frode con lampadine in serie.

Nessuna prescrizione è obbligo rispettare usando tensioni diverse da quelle locali tra fase e neutro e tra fase e fase ottenendole con trasformatori. A parte la maggior spesa di impianto è pur semplice frodare munendosi di un secondo trasformatore con rapporto inverso al primo il quale può benissimo inserirsi in tutte le prese che in questo caso sono ammesse. L'utile compensa largamente la spesa di un secondo trasformatore e le perdite nei due.

Secondo me quindi la Finanza dovrebbe controllare e non emanare norme che per nulla raggiungono lo scopo ma ostacolano solamente il diffondersi del riscaldamento elettrico. Quindi o norme severissime (il che è discutibile) o semplicemente prescrivere, come comunemente si fa, per il riscaldamento la tensione tra fasi e per la luce quella tra fase e neutro.

Il controllo continuo possono benissimo farlo le Società distributrici che non sono meno interessate della Finanza nell'eliminare le frodi cosa che possono fare interessando i loro numerosi lettori, esattori, ecc., mentre il controllo saltuario può farlo la Finanza anche ad intervalli di tempo molto lunghi; con questo la Finanza verrebbe a garantirsi o per lo meno ad avere una sufficiente sicurezza nei riguardi delle frodi.

Ho voluto esprimere il mio pensiero su questo argomento e data la speciale importanza sarò lieto se potrò leggere sul nostro giornale l'opinione di qualche collega, lieto se essa sarà anche contraria alla mia.

Ringraziando dell'ospitalità, porgo distinti saluti.

Ing. G. B. LOMBARDO.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

ZASTROW e BENDA — Influenza dei raddrizzatori a mercurio sulle linee a correnti deboli. (E. T. Z., 24 settembre 1925, pag. 1478).

Le linee telegrafiche e telefoniche che corrono lungo ferrovie elettriche alimentate da raddrizzatori, vanno soggette a notevoli disturbi provocati dai fenomeni di induzione della corrente pulsante fornita da tali apparecchi. I disturbi sono particolarmente sentiti in questi casi perchè la frequenza delle correnti indotte è dell'ordine della frequenza delle vibrazioni della voce e perchè le correnti in gioco negli impianti a corrente continua sono notevolmente superiori a quelle degli impianti monofasi.

Nelle linee in cavo le condizioni della trasmissione risultano migliorate rispetto a quelle delle linee aeree per effetto dell'azione compensatrice delle correnti indotte circolanti nel rivestimento.

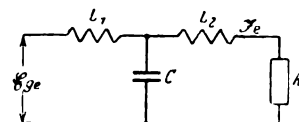


Fig. 1.

Il mezzo più semplice per eliminare questi disturbi, apparve in un primo tempo quello di inserire una bobina di induzione prima della linea di contatto. Con questo sistema però, a meno di non ricorrere a bobine di dimensioni eccezionali, non si può raggiungere un miglioramento notevole. Le condizioni risultano invece nettamente migliorate, nella maggior parte dei casi, se dopo la bobina si aggiunge una capacità in derivazione fra il filo di contatto e le rotaie (fig. 1).

Con questo sistema si viene a creare un «filtro d'onde» rispetto alla linea di contatto, la cui efficacia risulta confermata dai rilievi oscillografici.

L'induttanza L_2 può essere costituita da una seconda bobina in serie con L_1 , come pure può rappresentare l'induttanza propria della linea stessa.

L'azione di questo «filtro d'onde» è più efficace sulle onde a più alta frequenza e siccome i disturbi provocati da queste ultime sono assai più gravi di quelli dell'onda fondamentale, così la protezione riesce particolarmente vantaggiosa.

Negli impianti provvisti di batteria a repulsione o di convertitrici rotanti, queste possono tener luogo della capacità da inserire in derivazione e solo bisogna avvertire che debbono essere piazzate nella stessa località nella quale si trova il raddrizzatore per evitare che le correnti compensatrici abbiano a circolare lungo la linea provocando disturbi per conto loro.

Meno efficace, almeno colle linee aeree, si è dimostrato un altro schema di protezione in base al quale la capacità in derivazione era sostituita con uno o più circuiti di risonanza formati da un'induttanza e da una capacità in serie.

Naturalmente, accanto ai dispositivi di protezione sulle linee di trazione, vanno applicati i noti sistemi protettivi negli impianti a correnti deboli e precisamente: circuiti metallici isolati da terra e, possibilmente, in cavo con speciale rivestimento protettivo.

E' importante, agli effetti della regolarità del servizio, che venga curata la continuità del rivestimento ai giunti e la sua buona messa a terra.

g. a. r.

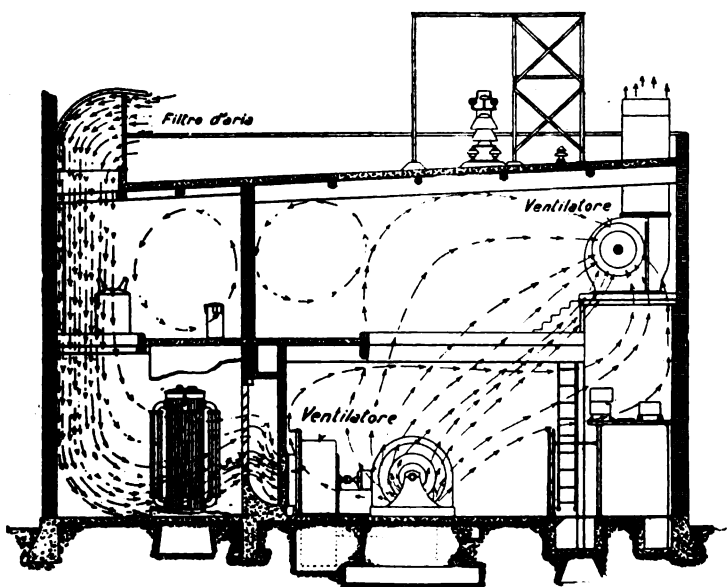
IMPIANTI.

E. L. TURLEY — Miglioramenti nei sistemi di ventilazione delle sottostazioni automatiche. (El. Rail. Journal, 10 agosto 1925, pag. 153).

La descrizione si riferisce alle sottostazioni automatiche delle tramvie di Los Angeles. Sono attualmente in servizio sei sottostazioni per la potenza complessiva di 7500 kW, ed è previsto l'impianto di altre quattro sottostazioni.

Per smorzare i rumori all'esterno e per impedire atti vandalici, nei fabbricati sono state abolite le finestre per cui si rendeva necessario assicurare la ventilazione per mezzo di un apposito impianto di circolazione d'aria.

Questo è costituito di due ventilatori: l'uno premente e l'altro aspirante i quali determinano una circolazione d'aria notevolmente superiore a quella corrispondente alla ventilazione naturale ciò che assicura un margine di potenza, da parte del macchinario, superiore a quello garantito senza che si raggiungano le massime sopraelevazioni di temperature. Il solo ventilatore aspirante, è in grado di assicurare da solo una ventilazione sufficiente.



In una delle sottostazioni che sorge in mezzo ad un quartiere industriale ricco di polvere e di fumo, si è trovato conveniente procedere alla depurazione dell'aria di ventilazione, prima di immetterla nel locale macchine, per ridurre gli inconvenienti che sono facili in questo genere di impianti quando vi siano abbondanti depositi di polvere.

All'entrata dell'aria, sul tetto dell'edificio, venne disposto un filtro a secco, composto di 24 celle, attraverso il quale può passare circa un metro cubo d'aria al secondo. Ogni trenta giorni tutte le celle vengono ripulite a gruppi di quattro celle ogni cinque giorni. E' prevista la possibilità di impiantare un secondo filtro in parallelo col primo.

Data l'importanza della ventilazione, speciali dispositivi sono stati adottati per proteggere le convertitrici in caso di guasti ai ventilatori: un relais speciale ne determina l'arresto qualora il ventilatore non rag-

giungesse la velocità normale ed un relais termico, inserito negli avvolgimenti, la distacca in caso di riscaldamento eccessivo, infine un apposito sistema di valvole fusibili ne impedisce il funzionamento monofase.

I motori dei ventilatori sono alimentati da un trasformatore separato così che l'impianto di ventilazione può funzionare indipendentemente dalle convertitrici.

Normalmente i ventilatori vengono messi in funzione assieme alle convertitrici e sono fermati da un relais a tempo, da 15 a 25 minuti dopo l'arresto delle convertitrici.

Nell'articolo è riportata la seguente tabella di confronto delle spese di esercizio con sottostazioni automatiche e con sottostazioni a mano.

Spesa media mensile per sottostazione (lire *).

Anno	Manutenzione		Personale		Accessori		Totale	
	autom.	a mano	autom.	a mano	autom.	a mano	autom.	a mano
1922	249	3280	2080	14 100	400	520	2729	17 900
1923	43	2250	1950	14 075	122	530	2115	16 855
1924	166	3700	2300	15 300	321	930	2787	19 930
1925	430	6320	2260	14 800	398	580	3038	21 700

g. a. r.

(*) Al cambio: 1 dollaro = 25 lire.

TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

F. SCHROETER — Radiotelegrafia fotografica. (Elektrische Nachrichten-Technik, 1926, N. 2).

La telegrafia delle immagini, degli scritti a mano e delle stampe di ogni sorta è un problema antico quanto quello della telegrafia stessa: esso divenne tuttavia un problema realizzabile a grandi distanze soltanto dopo l'introduzione degli amplificatori. Una seconda condizione necessaria per la risoluzione pratica del problema era (oltre l'amplificazione) una assai grande velocità di trasmissione. In questo senso è stata preziosa la scoperta della valvola ionica, che serve sia come amplificatore della corrente, sia come generatore e modulatore delle oscillazioni.

Conviene esaminare separatamente le diverse parti del problema. Esse sono: I. *Al trasmettitore*: 1) Scomposizione dell'immagine; 2) Valorizzazione, dal punto di vista elettrico, della maggiore o minor chiarezza di ogni elemento; 3) Amplificazione della corrente; 4) Modulazione delle oscillazioni; 5) Emissione. — II. *Al ricevitore*: 1) Ricezione; 2) Amplificazione delle oscillazioni; 3) Demodulazione; 4) Amplificazione delle basse frequenze; 5) Trasformazione delle variazioni elettriche in variazioni luminose; 6) Composizione dell'immagine sulla pellicola. Di queste varie parti le due sostanziali sono: la 2ª del trasmettitore e la 5ª del ricevitore.

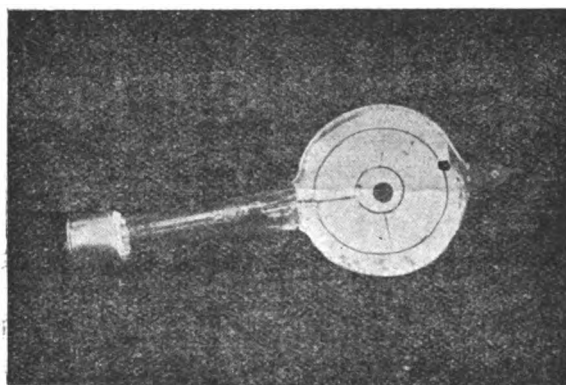


Fig. 1.

Per ben comprendere in che cosa consistono i nuovi procedimenti proposti, giova accennare brevemente ad alcuni fenomeni di Magneto-Optica e di Elettro-Optica:

1) Faraday scoprì che un mezzo isotropo trasparente, posto in un campo magnetico intenso, acquista la proprietà di far ruotare il piano di polarizzazione della luce che lo traversi, nella direzione delle linee di flusso del campo (*Effetto di Faraday*).

2) Kerr nel 1888 scoprì che la luce polarizzata rettilineamente si trasforma, dopo la riflessione sopra un polo di un elettromagnete, in luce polarizzata ellitticamente (*Effetto di Kerr magneto-ottico*).

3) Kerr scoprì pure l'analogo elettrico del fenomeno di Faraday, cioè che la luce polarizzata ruota il suo piano di polarizzazione quando traversi un mezzo posto in un forte campo elettrico. (*Effetto di Kerr elettro-ottico*).

4) Hallwachs (1888) scoprì che certe sostanze (principalmente i metalli alcalini) caricate negativamente perdono la loro carica quando siano colpite da raggi ultravioletti (*Effetto foto-elettrico*).

Richiamate queste nozioni, basta ora dire che, seguendo la strada di altri studiosi e perfezionandone i procedimenti, si è dimostrato conveniente adoprare al trasmettitore una cella foto-elettrica, secondo quanto fu già fatto dal Korn in unione col Dott. Karolus (fig. 1). Dentro la cella (che è un'ampolla piuttosto ampia, simile a quelle per raggi X) è un disco con un foro. Attraverso il foro passa un fascio di luce intensa, prodotta da un arco elettrico e concentrata da una lente sopra un punto del cilindro trasmettitore, su cui è posta la fo-

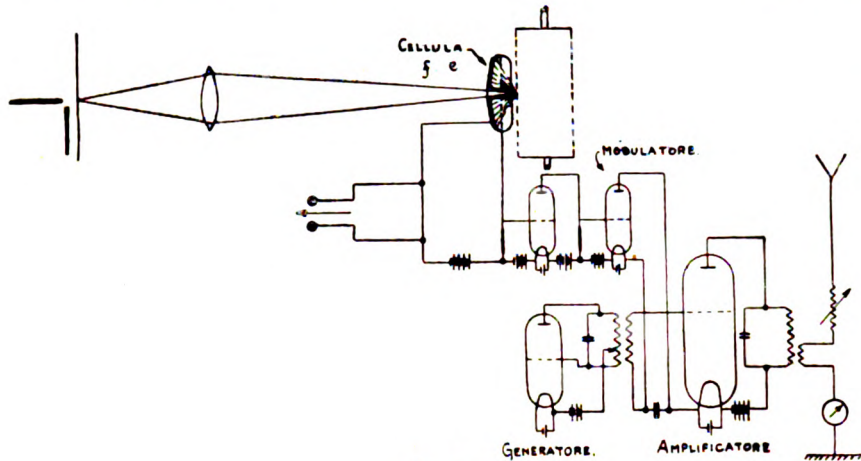


Fig. 2.

tografia o il manoscritto (fig. 2). Da quel punto viene allora diffusa la luce con maggiore o minore intensità, a seconda della maggiore o minor chiarezza dell'immagine in quel punto stesso; la luce diffusa batte quindi sul preparato fotoelettrico. Ne conseguono variazioni di corrente nel circuito della cella, le quali vengono poi convenientemente amplificate.

Il ricevitore, certamente più delicato, consiste essenzialmente nella cosiddetta cella Karolus. Un fascio di luce traversa un primo nicol, dal quale esce polarizzata rettilineamente; poi passa fra le due armature, entro le quali si produce il campo elettrico (e che costituiscono la parte essenziale della cella del Karolus); quindi traversa un secondo



Fig. 4.

nicol incrociato col primo ad angolo retto, in modo da estinguere la luce polarizzata, quando non vi è il campo elettrico (fig. 3). Allo stabilirsi del campo la luce polarizzata ruota il piano di polarizzazione e così quanto più intenso è il campo, tanta più luce passa attraverso il secondo nicol e tanto più fortemente si impressiona la pellicola fotografica posta sul cilindro del ricevitore.

Il sistema è essenzialmente radiotelegrafico; appoggiato all'uso di onde corte, esso permette una modulazione celerissima e quindi anche una grande rapidità di trasmissione delle immagini. Come tutti gli altri analoghi, anche questo sistema richiede un dispositivo di sincronizzazione, che è stato studiato a parte.

Questo insieme di apparecchi veramente ammirevole, ha dato ottimi risultati; ad esempio una fotografia è stata trasmessa in venti secondi (fig. 4); un breve manoscritto in dieci secondi (fig. 5). Si capisce che una velocità così elevata è resa possibile dalla mancanza di sistemi mobili al ricevitore (sistemi che esistevano invece negli apparecchi fino ad oggi adoperati).

[Nel numero del 15 ottobre 1923 (vol. X, pag. 702) di questa Rivista comparve un articolo recensivo e critico sui Telegrafi Autografici; ivi si dividevano gli apparecchi sino allora conosciuti in due categorie: 1) telefotografi; 2) teleautografi; e vi si diceva che i primi sono specialmente adatti a trasmettere fotografie con i chiaroscuri e le mezze tinte, e richiedono quindi in particolar modo una grande nitidezza e fedeltà della riproduzione; laddove i secondi, che devono riprodurre soltanto il bianco e il nero, richiedono minor nettezza dei par-

ticolari, ma in cambio una maggior speditezza e semplicità di trasmissione e ricezione, per diventare adatti a soppiantare i telegrafi ordinari.

Anche oggi, dopo i grandi progressi compiuti dai tele-fotografi, sembra si possa ripetere la stessa cosa. L'abolizione del sistema mobile al ricevitore era (come si accennava in tale articolo) condizione necessaria per l'introduzione effettiva nella tecnica dei telefotografi, ma specialmente dei teleautografi. Per i primi con l'apparecchio dello Schroeter il quesito è risolto; per i secondi non ancora; ma è da

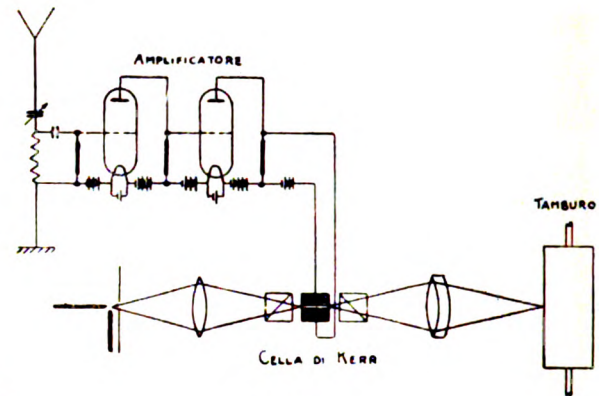


Fig. 3.

sperare che lo sia presto. Poichè, se è vero che i primi abbracciano anche i secondi, in quanto che questi richiedono in sostanza una soluzione particolare del problema generale già risolto da quelli, ci si può tuttavia domandare, se non sia possibile, nel caso dei teleautografi, di ideare qualcosa di altrettanto rapido, ma di alquanto più semplice che l'apparecchio descritto, specie nei riguardi della trasformazione delle variazioni elettriche in variazioni luminose e della registrazione di queste ultime.

Concludendo: il nuovo apparecchio è veramente una cosa mirabile; e dovrà, prima o poi, entrare nell'uso tecnico industriale, sia per i servizi di polizia, sia per le comunicazioni ai grandi giornali

Diese Schriftpro-	Diese Schriftpro-
be würde mit der	be würde mit der
auf diffuso reflekt-	auf diffuso reflekt-
iertes Licht an-	iertes Licht an-
sprechenden	sprechenden
ringförmigen Te.	ringförmigen Te.
le funken-Photozel-	le funken-Photozel-
le übertragen.	le übertragen.

Fig. 5.

quotidiani, sia per altri usi particolari; è insomma quanto di meglio si poteva sperare da un telefotografo. Quanto ai teleautografi è da augurare che si possa presto anche per essi avere la ricezione senza organi mobili e con dispositivi ancora più semplici ed economici, che quelli ora descritti e cioè con dispositivi meglio proporzionati alle esigenze relativamente più modeste della trasmissione del bianco e nero.

M. Pier.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

La protezione dei circuiti a correnti deboli contro i disturbi della trazione elettrica.

Un articolo della «Schweizerische Bauzeitung» del 2 agosto 1925, (pag. 100), dopo aver richiamato precedenti relazioni nelle quali si esaminavano i provvedimenti adottati nei vari paesi per eliminare i disturbi della corrente di trazione sulle linee telegrafiche e telefoniche posate nei pressi delle linee ferroviarie elettrificate, si ferma in modo particolare sulle caratteristiche dei trasformatori succhiatori applicati per la prima volta in Svezia ed ivi adottati successivamente su più vasta scala.

L'autore osserva che si tratta ancora di apparecchi imperfetti perchè non si riesce con essi ad eliminare completamente le armoniche

che sono la causa dei maggiori disturbi. L'efficacia dei trasformatori succhiatori sulle armoniche, dipende molto dalla saturazione del nucleo e, quindi, dalle variazioni del carico. Con lamierini normali, si può raggiungere un'azione ammortizzatrice del 57 % in corrispondenza a valori dell'induzione dell'ordine dei 2000 Gauss, mentre l'azione si riduce al 4,7 % con induzione di 17.000 Gauss. D'altra parte, mentre per ottenere i migliori risultati sulle armoniche occorrono trasformatori con nuclei di grande permeabilità, con debole induzione e piccoli scarti nel valore di essa (ciò che richiede piccole variazioni di carico e quindi trasformatori molto ravvicinati); inoltre piccola isteresi e limitate perdite per correnti parassite (e quindi impiego di lamierini sottili con alta resistività), per eliminare l'onda fondamentale della corrente perturbatrice si richiederebbe invece piccola permeabilità e forte induzione (15.000-17.000 Gauss) e cioè caratteristiche opposte alle precedenti.

Siccome però la causa più grave di disturbi è data dalle armoniche, la tendenza attuale è più favorevole alle deboli saturazioni.

g. a. r.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

Gli impianti idroelettrici della Sardegna.

Gli impianti idroelettrici della Sardegna formeranno a suo tempo oggetto di una delle nostre pubblicazioni descrittive. Date le caratteristiche particolarmente interessanti degli impianti stessi crediamo opportuno dare intanto qui alcune notizie.

Gli impianti Sardi, che sono destinati a realizzare una disponibilità annua di mezzo miliardo di kWh a programma finito hanno caratteri-

Il costo di tali opere è indubbiamente considerevole; ma se si pensa che la loro ragione di essere è reclamata da mille altre necessità, quali la rapida sistemazione agricola ed industriale della regione, che giungono tempestive ad accogliere le vitali e sovrabbondanti schiere emigratrici nostre, si vede come sia ben poco quel denaro e come ci sia da augurarsi che il vasto programma sardo giunga presto a termine e nella sua forma attuale, che è quella buona.

Tornando alle caratteristiche tecniche di tali impianti possiamo senz'altro notare come in essi si tenda allo sfruttamento integrale dei bacini.

Una grande diga che chiameremo primaria, chiude la valle in un punto particolarmente utile alla formazione del lago regolatore.

Lo scarico di questo serbatoio viene sfruttato a battente variabile in una opportuna centrale, la quale nell'impianto del Tirso troviamo incorporata nel corpo della diga stessa, mentre in quello del Coghinas, troviamo al fondo di un pozzo sotto il lago, come mostra la fig. 1.

La soluzione Coghinas troviamo poi ancora applicata nella serie degli impianti del Flumendosa, attualmente al loro inizio (fig. 2).

Al Tirso, 4 km a valle della diga primaria sorge la piccola diga di Busachi, che sfrutta ulteriormente l'acqua regolata dal serbatoio, facendola rigurgitare fino alla quota dello scarico della prima centrale.

Se si confrontano un po' da vicino la sistemazione generale Tirso con la soluzione Coghinas, si trova che entrambe si sono trovate a lottare con le stesse difficoltà: pendenza dolce del terreno, che non ha permesso le derivazioni con le successive condotte forzate, come ci siamo abituati a vedere negli impianti alpini.

La mancanza di ripide coste, propizie alla posa di condotte forzate di lunghezza economica, unita alla necessità di utilizzare anche il battente del lago-serbatoio, hanno portato alla soluzione Tirso, che sfrutta la cadente in diverse riprese, ed hanno portato alla soluzione Coghinas, che sfrutta il salto utile in una sola volta, almeno entro certi limiti.

In quest'ultimo caso, al contrario di quanto avviene negli impianti

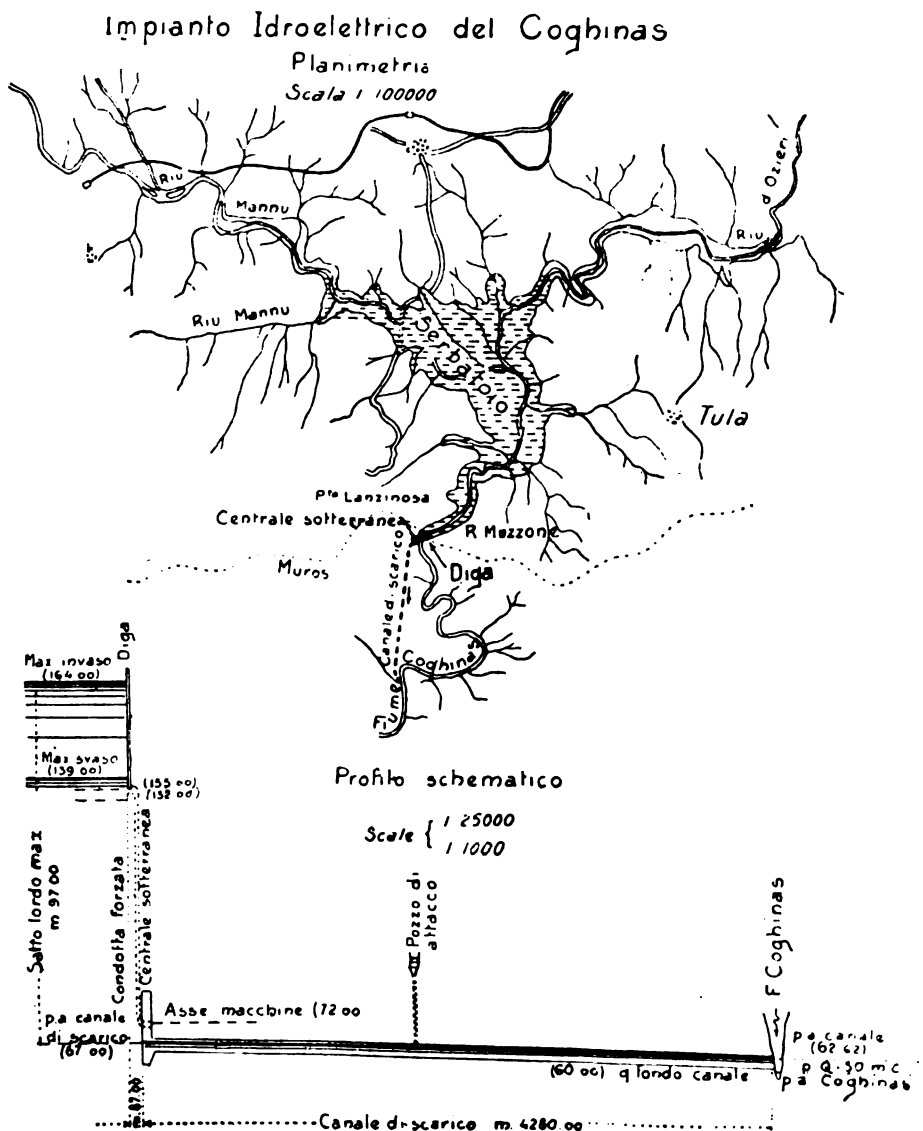


Fig. 1.

stiche opposte a quelle degli impianti alpini. In Sardegna la Natura non ha disposto le riserve regolatrici dei ghiacciai, ma ha dischiuso all'attività umana altre opportunità di azione. Esse sono costituite dalla conformazione orografica, favorevole alla creazione di grandi laghi artificiali, sia pure attraverso opere romane del tipo di quella del Tirso.

alpini, troviamo maggiormente sviluppate le opere relative allo scarico, mentre l'arrivo, in pressione, è ridotto al minimo, comprendendo esso un pozzo perfettamente verticale.

Per riferire qualche indicazione circa l'impianto del Coghinas, attualmente in via di ultimazione, diremo che comprende una diga alta

55 metri di circa 102.000 m³ di muratura, sufficiente a creare un invaso di 250.000.000 m³.

Il pozzo di presa scende a 100 m sotto il livello di massimo invaso e sbocca in una caverna di 15.000 m³ di capacità, nella quale sono sistemate le macchine della centrale.

APPLICAZIONI VARIE.

Un apparecchio elettrico per combattere la nebbia è stato studiato dalla aviazione di marina degli Stati Uniti. Il dispositivo è costituito da uno schermo metallico mantenuto ad elevato potenziale con-

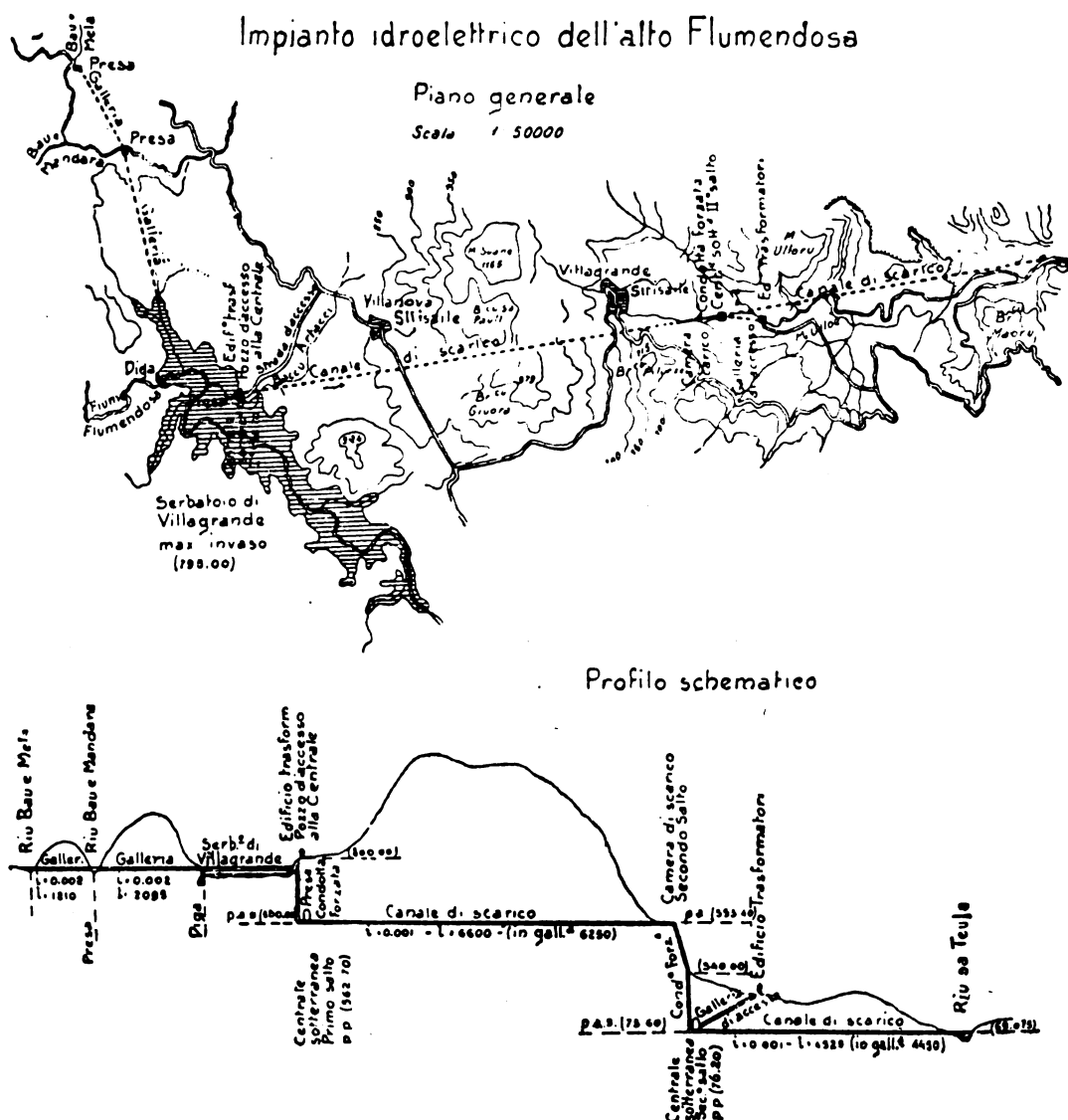


Fig. 2.

Esse comprendono quattro unità da 5600 kW ciascuna, di cui due generano corrente continua per il sovrastante impianto elettrolitico al servizio della fabbrica di ammoniaca sintetica.

La vallata del Coghinas presenta poi una ulteriore possibilità di sfruttamento, mediante un impianto a battente costante, del tipo di quello di Busachi, e fin da ora si prevede di costruire una dighetta alta 29 metri e di ricavare 7500 kW.

Se anche questa centrale verrà equipaggiata come quella di Busachi non avrà personale di turno; ma verrà comandata dalla centrale maestra.

Questa seconda centrale rappresenta un ritorno alla soluzione generale « Tirso ». E' ovvio d'altronde che ci siano dei casi in cui lo sfruttamento in serie sia più conveniente di quello mediante salto unico: a parte la questione dei costi delle opere, tale sistema permette un miglior sfruttamento del bacino imbrifero in quanto gode anche i contributi successivi allo sbarramento principale, contributi, che in molti casi possono essere di una certa importanza.

L. P.

* *

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

La temperatura assunta dalle bobine d'impedenza di protezione nel corso di corti circuiti può essere predeterminata col calcolo secondo un metodo che è sviluppato in uno studio di F. Fobinger nell'E. u. M. del 21 febbraio 1926. Scrivendo la equazione differenziale della variazione della corrente di corto circuito e quella della variazione della conduttività e del calore specifico del materiale della bobina ed integrando, l'A. arriva ad una formula di calcolo. Per la pratica applicazione di essa, presenta delle considerazioni che agevolano assai l'integrazione. La formula proposta è applicabile soltanto a reti trifasi, ma può usarsi tanto per corti circuiti su due che su tre fasi.

tinuo per mezzo di un apposito raddrizzatore di corrente, e di un'elica da aeroplano funzionante per chiamare l'aria. Si assicura che si è riusciti a elettrizzare oltre 7000 metri cubi d'aria al minuto aprendo uno squarcio di metri 700 di larghezza per 300 di altezza attraverso fitta nebbia. Il sistema si è dimostrato utilissimo e pratico sui campi di aviazione per diminuire i rischi di atterraggio nel caso di nebbie.

GENERATORI ELETTRICI.

Due grossi alternatori da 40.000 kW sono in costruzione presso le officine della Metropolitan Vickers C. Essi hanno una velocità di rotazione di 1800 giri e sono destinati ad una centrale giapponese. Si annunzia anche che nella Centrale di East River della New York Edison Co. saranno installati dei nuovi turboalternatori da 60.000 kW.

IMPIANTI.

Un nuovo grandioso impianto idroelettrico nella Scozia è in costruzione per la British Aluminium Co. L'area scolante sfruttata sarà di oltre 750 chilometri quadrati; la potenza ricavabile è prevista in circa 60.000 kW continui; in certi periodi la potenza disponibile sarà anche assai superiore. Molte opere sussidiarie sono già costruite.

L'opera di maggiore importanza è costituita da una galleria di m 4,85 di diametro e lunga 24 chilometri, la quale sarà una delle maggiori costruite nel mondo; la galleria è attaccata da più di venti finestre. Le opere sussidiarie assunsero uno sviluppo rilevante. Si dovette costruire una ferrovia di servizio lunga circa 45 chilometri che richiese ben cento ponti. Per fornire energia ai cantieri si costruì una centralina provvisoria di 3300 kW che a sua volta richiese lo scavo di una galleria di quasi mezzo chilometro; essa alimenta una rete di linee ad alta tensione lunga 38 chilometri che collega i diversi cantieri. Il progetto è noto col nome di progetto Lochaber.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI GENOVA

Gli impianti elettrici della Società Elettrica Negri.

Per iniziativa della Sezione e alla presenza delle principali Autorità cittadine e di gran numero di soci, venne tenuta domenica 2 maggio alle ore 9,30, nel Cinematografo della Soc. Pittaluga, una riunione durante la quale fu proiettata una pellicola cinematografica illustrante gli impianti elettrici della Società Negri.

L'ing. Lombardo, a nome del Presidente, dopo aver ringraziato le Autorità e tutti gli intervenuti, mise in rilievo il rapido sviluppo dell'industria elettrica in Liguria. Mandò un plauso alla Società Negri pel suo intenso fervore di opere, e chiuse auspicando al radioso avvenire della Patria.

L'ing. Visentini della Società Elettrica Negri, ringraziò a sua volta la Presidenza della Sezione dell'A. E. I. dicendosi lieto di illustrare ai soci i grandi impianti liguri.

Fece quindi una rapida sintesi dello sviluppo del gruppo di Società che fanno capo alla Società Elettrica Negri: gruppo che ora comprende ben sei importanti Società con oltre 225 milioni di capitale, le quali distribuiscono energia a 1370 Comuni con 3.900.000 abitanti estendendo le loro reti dal Piemonte alla Toscana attraverso le provincie di Genova, Imperia, Spezia, Cuneo ed in parte quelle di Torino e di Alessandria.

L'energia è fornita da 27 centrali idrauliche e 5 termiche rappresentanti complessivamente circa 225.000 kW installati e viene distribuita mediante più di 2000 km di linee ad alta tensione con 50 sotto-stazioni e 1000 cabine di distribuzione.

Lo svolgimento della pellicola avvenne tra l'attenzione generale mentre l'ing. Visentini dava ampie informazioni tecniche mettendo in rilievo le opere più importanti.

Vennero passate in rivista le opere e le centrali idroelettriche della vallata della Maira, dell'Alto Po, dell'Orba, di San Dalmazzo, ecc., quelle termiche di Savona, Sampierdarena, Genova, Spezia e le altre minori. La riunione lasciò in tutti il più vivo compiacimento per l'interesse delle cose vedute e per la perfetta esecuzione della proiezione.

* *

SEZIONE DI NAPOLI

Assemblea generale dei Soci del 15 maggio 1926.

Ordine del Giorno:

- 1) Bilancio preventivo 1926;
- 2) Ammissioni, dimissioni e variazioni di soci;
- 3) Varie;
- 4) Conferenza del socio Ing. Luigi D'Amelio sul tema: *I motori aerodinamici*.

Presiede il Presidente Comm. Ing. Giuseppe Domenico Cangia che apre la seduta alle ore 21, il quale constatando che è la prima volta che si riunisce l'assemblea generale dei soci dopo le elezioni, sente il dovere di ringraziarla per l'onore che ha voluto conferirgli con l'elegerlo alla Presidenza della Sezione e dichiara che la sua azione sarà completamente volta all'incremento ed all'attività culturale della medesima traendo esempio dai suoi valorosi predecessori.

Esorta i giovani allo studio ed al lavoro ed a portare il contributo della loro fervida intelligenza nello studio delle nuove ed eleganti discipline dell'Elettrotecnica ed all'uopo si onora portare alla approvazione dell'assemblea uno speciale stanziamento nel bilancio, già approvato dal Consiglio Direttivo, per due premi di L. 1000 ciascuno a quei giovani soci della Sezione che abbiano nel corso dell'anno su argomenti di elettrotecnica o all'elettrotecnica attinenti, compiute conferenze o comunque pubblicazioni meritevoli di lode, sente il dovere di dichiarare in sede di assemblea generale che il bilancio preventivo si presenta in assai floride condizioni per l'abilità del Ch.mo Ing. Luigi Selmo, benemerito Presidente della Sezione nel triennio 1923, 24, 25, il quale ha potuto dare alla medesima l'incremento e lo sviluppo che tutti i soci conoscono per superare senza pregiudizio del bilancio della Sezione, le spese e le difficoltà della trentesima riunione annuale che riuscì un'affermazione potente della gloriosa Associazione Elettrotecnica Italiana.

Ha l'onore di annunziare all'assemblea che l'Illustre Colonnello Umberto Nobile è giunto felicemente a Nome in Alaska dopo aver superato felicemente la prova ardua del passaggio sulle solitudini polari (l'assemblea scatta in piedi applaudendo calorosamente) ed invia

a nome della Sezione al valoroso italiano il saluto e l'ammirazione della Sezione di Napoli dell'Associazione Elettrotecnica Italiana (applausi).

Legge il bilancio preventivo del 1926 che risulta approvato ad unanimità:

Attivo:

Residuo esercizio 1925	L. 18.323,10
Interessi Cassa di Risparmio	» 725,—
Soci individuali residenti 312 x 60	» 18.720,—
» individuali non residenti 100 x 55	» 5.500,—
» studenti 1 x 50	» 50,—
» collettivi di 1ª categoria 24 x 300	» 7.200,—
» collettivi di 2ª categoria 10 x 150	» 1.500,—
Tasse di ammissione 37 x 5	» 185,—
Rimborso Sede Centrale per un socio vitalizio	» 15,—
Ricupero arretrati e diversi	» 400,—

L. 52.618,10

Passivo:

Contributi alla Sede Centrale:	
a) per soci individuali 413 x 45	L. 18.585,—
b) per soci collettivi 34 x 120	» 4.080,—
Pigione locali sede	» 3.000,—
Abbonamento a periodici	» 250,—
Agli impiegati (scrivano, esattore, usciere)	» 750,—
Stampati, posta e piccole spese	» 1.800,—
Quote eventualmente inesigibili	» 600,—
Imprevisti	» 500,—
Premio per memorie giovani ingegneri	» 2.000,—
Prevedibile residuo attivo a pareggio	» 21.053,10

L. 52.618,10

Annunzia all'assemblea che dall'insediamento del nuovo Consiglio ad oggi sono stati ammessi 36 nuovi soci secondo l'elenco qui appresi riportato che legge e che l'assemblea approva:

Ing. Albin Adriano, Ing. Cozzi Vittorio, Prof. Tucci Umberto, Ing. De Martino Achille, Ing. Marasco Bernardo, Ing. Naddeo Giovanni, Ing. Ferruzzi Giulio, Sig. Valentino Fedele, Ing. Petrucci Francesco, Sig. Frediano Frediani, Sig. Marino Giuseppe, Ing. Mario Ornano, Ing. Ippolito Girolamo, Ing. Marco Sannino, Ing. Antonino Caserta, Ing. Ugo De Petris, Ing. De Meo Antonio, Ing. Patrone Genesio, Ing. Carlo Ricciardi, Sig. Marotta Giovanni, Rag. Mario Sonderegger, Ing. Andrea Mastrangelo, Ing. Bruno Bruni, Ing. Oscar Del Mese, Sig. Vincenzo Latella (studente), Ing. Antonino Caserta, Sig. Giuseppe Carrassi, Dott. Paolo Cosi, Cav. Gennaro Centonze, Prof. Umberto Carelli, Cav. Uff. Avv. Giuseppe Addeo, Ing. Luigi Musso, Ing. Alfredo Cestaro, Dott. Odoardo Iuliani, Ing. De Fusco Ugo, Sig. Francesco Notarstefano.

Legge all'assemblea la lettera di dimissioni del socio Sig. Alberto Stroschia a partire dal 2 gennaio 1927, giusta l'art. 6 del Regolamento. L'assemblea ne prende atto.

Comunica all'assemblea le seguenti variazioni di soci:

Ing. Guglielmo Burragato da Torino a Napoli; Ing. Mario Mariconda, da Roma a Napoli; Ing. Faletti Carlo, da Torino a Napoli; Ing. Guido Fabbri, da Venezia a Napoli; Ing. De Luca Francesco da Palermo a Napoli; Ing. Guido Gobbi, da Napoli a Torino.

L'assemblea ne prende atto.

Soci studenti: Porta all'approvazione dell'assemblea la proposta già approvata in Sede di Consiglio Direttivo intesa ad integrare le quote rispettive devolute dalla Sezione all'Ufficio Centrale per i soci studenti affinché questi ottengano con la quota annua che attualmente pagano in L. 50 il giornale *L'Elettrotecnica*.

L'assemblea approva.

Il Presidente dà infine la parola all'Ing. Luigi D'Amelio per lo svolgimento del tema: *I motori aerodinamici*.

L'oratore esordisce citando le leggi dello Smeaton che dettò nel 1750, dopo una serie di accurate esperienze. Espone le formule che oggi sono praticamente utilizzabili e che scaturiscono dalle leggi medesime. Parla sui diversi tipi di pale, sulla loro inclinazione e riferisce sui valori della potenza elementare e della pressione elementare mostrando all'assemblea i diagrammi ottenuti, con i quali dimostra come non sia possibile usare i valori massimi del rapporto W tra la velocità periferica dell'elemento di pala e la velocità del vento per ruote a pale multiple per l'influenza mutua delle pale multiple per grandi valori di W e per la difficoltà di equilibrare ruote di grande diametro a forti velocità angolari citando al riguardo le esperienze del Bulne e i dati raccolti.

Espone l'impiego degli attuali motori a vento e illustra l'applicazione in ogni caso le caratteristiche principali in condizioni di massimo rendimento sono: *Potenza in funzione del cubo della sua velocità angolare*. La difficoltà sta nello sfruttare in pieno tale potenza.

Espone l'impiego degli attuali motori a vento e illustra l'applicazione del sollevamento delle acque dal sottosuolo. Tratta dell'importanza di applicare tale fonte di energia per produzione di corrente elettrica e illustra assai efficacemente l'applicazione della utilizzazione delle pompe a stantuffo, scartando, per ovvie ragioni di variazioni di velocità angolare, le pompe centrifughe.

Accenna ai venti praticamente utili illustrando la scala dei medesimi, avuto riguardo alle potenze ottenute ed al rendimento. Analizza l'impiego di questi motori per dinamo e di quanto già pratica la Ditta Oerlikon in alcuni tipi adatti per aereomotori mostrando che la variazione di tensione è pressochè nulla per variazione di velocità tra i 300 e gli 800 giri. Deduce da quanto è stato finora studiato che il problema della utilizzazione del vento non sta nella perfezione dell'ala ruota, come i più ritengono cercando di variare la costituzione della ruota stessa, sibbene nel sistema di trasmissione del moto alla macchina operatrice. Descrive i metodi di orientamento della ruota girevole con l'intero motore e dell'introduzione del piano di coda che è articolato ed a cerniera sul carter del motore e può essere portato per comando meccanico o automaticamente parallelo al piano della ruota. Descrive la posizione di riparo della ruota la quale può essere assunta sia con l'aggiunta di un piccolo timone laterale fisso complanare alla ruota, oppure con lo spostamento diretto dell'albero della ruota principale, in modo che esso passi lateralmente all'asse geometrico del pilone.

Tratta degli inconvenienti degli attuali sistemi, dei difetti di regolazione dando esempio di impianti attualmente in funzione con speciale menzione degli impianti elettrici esistenti.

Descrive in maniera particolareggiata un suo tipo costruito nella R. Scuola Superiore di Agricoltura di Portici, esponendo all'assemblea le più importanti e radicali innovazioni che in esso ha potuto praticarvi. Illustra, con belle proiezioni assai riuscite, il motore da lui ideato e costruito, suscitando l'entusiasmo e l'ammirazione dell'assemblea che applaude lungamente.

Il Presidente si congratula con l'oratore per la brillante conferenza e pel lusinghiero successo ottenuto e l'assemblea è sciolta alle ore 23.

*

Il giorno 24 aprile 1926, alle ore 15, i soci della Sezione di Napoli hanno effettuato la visita alla Supercentrale Termica «Maurizio Capuano» della Società Meridionale di Elettricità entrata in pieno esercizio dopo un esito felice delle prove di collaudo.

Essi furono gentilmente e signorilmente ricevuti dall'Ing. Selmo in rappresentanza dell'Ing. Cenzato, dall'Ing. Mortara e dai suoi Ingegneri coadiutori.

La visita è riuscita interessante ed istruttiva ed il Presidente della Sezione, Ing. Cangia, ha presentato all'Ing. Mortara, Direttore dei lavori ed all'Ing. Selmo le più vive felicitazioni per la buona riuscita dell'impianto.

L'Azienda Tramviaria del Comune di Napoli ha offerto gentilmente alla Sezione il treno riservato per la gita ai soci da Napoli, Galleria Umberto I a S. Giovanni a Teduccio.

*

Per gentile concessione del Direttore, Comm. Ing. Giulio Barbieri, il giorno di sabato 8 maggio, i soci della Sezione hanno visitato lo stabilimento Ilva a Bagnoli.

Il Comm. Barbieri, assai gentilmente volle ricevere i soci all'ingresso dello stabilimento, i quali suddivisi in squadre, accompagnata ciascuna da un ingegnere, visitarono i forni a coke, l'acciaieria, la sala macchine, gli alti forni ed altri reparti, assistendo ad una colata di un forno Martin da 60 tonnellate nella relativa siviera ed alla successiva formazione di 12 grossi lingotti di acciaio.

Anche questa visita è riuscita assai interessante ed istruttiva con grandissima soddisfazione dei soci della Sezione.

Per accedere a Bagnoli la Società Anonima dei Tramway Napoletani, con cortese interessamento, ha voluto porre a disposizione dei soci un treno speciale da Piazza S. Ferdinando fino all'ingresso dello Stabilimento in Bagnoli.

* *

SEZIONE DI TORINO

Verbale dell'assemblea del 21 maggio 1926.

Ordine del Giorno:

- 1) Comunicazioni della Presidenza;
- 2) *Le correnti di corto circuito*, conferenza del socio Ing. Agostino Dalla Verde.

La seduta è aperta alle ore 21,25. Presiede l'Ing. Comm. Carlo Palestrino - Segretario Ing. Cicogna. Presenti numerosissimi soci.

Il segretario legge il verbale della seduta precedente che è approvato senza discussione. Il Presidente ripete ancora la dolorosa questione dei soci morosi per i quali si è stati costretti ad assumere dei provvedimenti.

Si dovrà provvedere alla radiazione di una cinquantina di soci e forse anche più, ed in tal modo la Sezione arretrerà di qualche posto rispetto alle altre, più numerose e più sviluppate. In complesso però continuano ad affluire domande di nuove ammissioni, che vanno in parte a coprire il numero delle diserzioni.

Vengono approvate le domande a nuovi soci dei Signori: Ing. Moretta Francesco, Perucca Giuseppe, Dino Travaglini, Massimo Marchesi, Ing. Gino Antola, Leonida Faggioli, Marongin Filippo,

Repetto Aldo, Gropali Stefano, Ing. M. Bertolini, Zaccaria Francesco, Cav. Dardano C., Ing. Vito Rotunno, E. Manfroni, Ing. Zorgno, Zardicchio A., Ing. G. De Francesco, Frat. Turigliatto.

Soci provenienti da altre Sezioni: Ing. Pio Venturini, Sezione di Firenze; Ing. Giulio Cesare Fuortes, Sezione di Bologna.

Soci passati ad altre Sezioni: Ing. Verderanno, Ing. Aldo Rossignani, Ing. Silva, Ing. Franco Bruno, Ing. G. Jona, Ing. G. Poli Spolverini, Ing. P. Forster.

Il Presidente comunica poi il magnifico risultato delle adesioni al viaggio in Francia degli Elettrotecnici italiani in restituzione della visita fatta dai colleghi francesi in Italia nel settembre dell'anno scorso. A proposito di quella visita egli ricorda che ancora attualmente riceve lettere di colleghi francesi che gli dimostrano la loro soddisfazione per quella gita e si augura che analoga accoglienza troveranno gli Elettrotecnici italiani nella loro visita in Francia.

Il Presidente annuncia ancora che venerdì 28 corr., sarà convocata nuovamente l'assemblea dei soci, colla conferenza del collega Ing. Cav. Peri, valoroso e profondo studioso della tecnica dell'illuminazione, che ha dato a Torino un sistema modernissimo ed un servizio inappuntabile d'illuminazione stradale facendola divenire una delle prime, se non la prima, città d'Italia in tale applicazione dell'energia elettrica.

Il Presidente invita perciò i colleghi ad intervenire numerosi all'interessantissima conferenza dell'Ing. Peri.

Il Presidente dà quindi la parola all'Ing. Dalla Verde che svolge la sua conferenza sul tema: *Le correnti di corto circuito* e presentando l'oratore ricorda che l'Ing. Dalla Verde collo studio fatto sui corti circuiti ha tracciato una nuova direttiva nella concezione dello svolgimento dei fenomeni elettrici giungendo a conclusioni interessanti ed importantissime.

L'Ing. Dalla Verde tiene la sua conferenza ed al termine della interessante comunicazione, vivamente applaudita, il Presidente ringrazia l'Ing. Dalla Verde e mette nuovamente in evidenza la importanza dell'argomento trattato dall'egregio consocio.

Apres quindi la discussione.

Il Presidente stesso rivolge all'Ing. Dalla Verde domanda se i suoi studi li ha estesi ai trasformatori monofasi collegati in trifase con o senza centro stella a terra e mette in evidenza l'importanza di tale questione che ha stretta analogia col problema trattato dal conferenziere in quanto riguarda le condizioni particolari in cui vengono a trovarsi i trasformatori monofasi quando una fase va a terra, essendo il centro stella a terra.

Risponde l'Ing. Dalla Verde che pur non avendo fatto studi o prove speciali su questo caso, ritiene che le considerazioni svolte devono corrispondere esattamente per il caso prospettato dal Presidente, perchè ogni singola unità monofase viene a trovarsi in corto circuito, quando la corrispondente fase va a terra.

Il Presidente, Ing. Palestrino, invita l'Ing. Dalla Verde a studiare il comportamento degli auto-trasformatori nei corti circuiti perchè ritiene che tali macchine si trovino in condizioni particolarissime durante i corti circuiti tanto più se sono collegate fra due reti di importanza considerevole.

Infine il Presidente vorrebbe avere qualche informazione su le condizioni nelle quali vengono a trovarsi i trasformatori a tre avvolgimenti durante i corti circuiti su uno dei due avvolgimenti secondari.

L'Ing. Dalla Verde riconosce l'importanza dell'argomento prospettato dal Presidente, ma avverte che il suo studio non contempla tali tipi di trasformatori, essendo questo stato compiuto su trasformatori esistenti per i quali ebbe dettagliatamente ad occuparsi, trasformatori che non avevano terziario. Non mancherà di studiare le particolari condizioni dei terziari e di riferire appena in possesso degli elementi.

Il Presidente ringrazia e inviando un saluto ed un ringraziamento all'Ing. Dalla Verde scioglie la seduta alle ore 10,50.

* *

SEZIONE VENETA

Programma di attività per il mese di giugno 1926.

Lunedì 7 giugno, ad ore 18, presso la Scuola di Elettrotecnica in via L. Loredan, a Padova: Conferenza del Prof. Saggiori su: *La riproduzione dei suoni in radiotelegrafia*.

Lunedì 14 giugno, ora e luogo c. s. Conferenza dell'Ing. G. Francanzani: *Sulle prese di terra*.

Mercoledì 16 giugno, ad ore 10: Adunata alla Scuola Ingegneri di Padova per la *Visita alla Fiera Campionaria di Padova*, e *Pranzo sociale* nel Ristorante della Fiera.

Le adesioni accompagnate dall'importo di L. 15, dovranno essere inviate al Segretario Ing. Marin, presso la Società Adriatica di Elettricità a Padova entro il giorno 7 corrente.

Alla riunione interverrà anche il Presidente Generale della Associazione.

Giovedì 17 giugno, ad ore 18, presso la Scuola di Elettrotecnica in via L. Loredan, a Padova: Conferenza del Gr. Uff. Prof. Coen Cagli, su: *Il Porto di Marghera*.

Venerdì 25 giugno, ad ore 18, presso la Scuola di Elettrotecnica in via L. Loredan a Padova. Conferenza del Dott. Balbino del Nunzio sul tema: *Irradiazione per luminescenza*.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Il trentennio della radiotelegrafia.

La stampa politica ha dato ampie notizie delle onoranze tributate a *Guglielmo Marconi*, in Bologna, compendosi il trentesimo delle sue prime fortunate esperienze. Mentre ci associamo fervidamente al plauso entusiastico tributato al nostro grande Consocio, ci riserviamo di dare in un prossimo numero un esteso resoconto della cerimonia di cui la nostra A. E. I. fu *magna pars*.

I diagrammi circolari delle macchine elettriche.

Coloro che hanno seguito fin qui la serrata trattazione dell'Ing. RIMINI, troveranno nella puntata odierna un compenso alla fatica necessariamente compiuta, vedendo con quale semplice e razionale eleganza discendono dalle premesse, i diagrammi circolari relativi alle più ed alle meno note macchine elettriche. L'A. infatti comincia a richiamare le formule fondamentali relative al funzionamento del trasformatore ordinario, ricordandone il circuito equivalente, per dedurre immediatamente il diagramma circolare che, com'è noto, può sussistere solo quando il trasformatore lavori con fattore di potenza secondario costante — e quindi, come caso particolare, con carico ohmico. Ma subito dopo l'A. mostra il facile adattamento del diagramma stesso ai trasformatori in serie, alimentati a corrente costante. Così pure dalla costruzione del diagramma circolare per la macchina ad induzione — il più noto di tutti — si passa subito alla considerazione dei diagrammi per più motori ad induzione collegati in cascata, per i motori a collettore in serie, a repulsione, ecc. Sono tutti questi diagrammi assai poco noti perchè trattati solo dall'Arnold o in pubblicazioni speciali; ma in nessun luogo se ne trova come qui dimostrata razionalmente la genesi comune e la dipendenza da pochi principii matematici fondamentali. Lo stesso si vedrà nelle puntate prossime per la considerazione delle potenze e dei rendimenti.

L'escursione dell'A. E. I. in Francia.

Il viaggio dei nostri colleghi, secondo le notizie pervenute, si svolge nel modo più brillante (solo il tempo ha voluto fare un po' il broncio) per l'inesauribile cordialità e cortesia degli organizzatori della Société Française e degli industriali d'oltr'alpe. A viaggio compiuto non mancheremo di darne ampio resoconto.

LA REDAZIONE.

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,— per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nei limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.

FONDAMENTI DI GEOMETRIA APPLICATA ALLE CORRENTI ALTERNATIVE

C. RIMINI



Comunicazione tenuta alle Sezioni di Bologna, Firenze, Milano

(Continuazione, v. N. 16, pag. 315)

VII. - TEORIA GRAFICA DELLE MACCHINE ELETTRICHE.

41. - Le equazioni generali del trasformatore.

I metodi generali esposti nei capitoli precedenti trovano la loro concreta applicazione nello studio dei circuiti e macchine a correnti alternative, di cui a titolo di esempio richiameremo qui i più semplici e fondamentali.

Supporremo sempre verificate le consuete ipotesi semplificative fondamentali e cioè intenderemo sempre:

1°) che le grandezze alternative siano rigorosamente sinusoidali;

2°) che sussista la perfetta proporzionalità fra i flussi magnetici e le rispettive forze magnetomotrici, cioè che le riluttanze magnetiche siano delle grandezze costanti.

In primo luogo abbiassi un trasformatore statico alimentato da una differenza di potenziale costante V . Per lo studio del comportamento elettrico della macchina, giova partire dalla considerazione del flusso principale Φ , che si concatena con entrambi i circuiti, e le cui alternazioni inducono nelle spirali primarie e secondarie una forza elettromotrice, la cui contraria indichiamo con E ,

$$(1) \quad E = j n \omega \Phi,$$

essendo n il numero delle spire primarie, che supponiamo, per semplicità, uguale a quello delle spire secondarie (rapporto di trasformazione interno uguale ad uno). Se indichiamo con I' e I'' le correnti primaria e secondaria, con Z' e Z'' le impedenze dei circuiti primario e secondario — composte ciascuna della rispettiva resistenza e della reattanza di dispersione, dovuta cioè a quella parte del flusso generato dal rispettivo sistema di spirali, che non si concatena con l'altra, — con Z la impedenza del circuito secondario esterno di utilizzazione, si hanno le seguenti relazioni: la

$$(2) \quad V - Z' I' = E,$$

che esprime la *legge di Ohm* pel circuito primario, la

$$(3) \quad \mathcal{R} \Phi = n (I' - I''),$$

equazione del circuito magnetico del flusso principale, di cui si è indicata con $\mathcal{R}$ la riluttanza, e dove si è assunto il verso positivo delle spirali secondarie, e quindi quello della rispettiva corrente, opposto a quelle delle primarie. Se poi con I_a si indica la corrente primaria (corrente eccitatrice o magnetizzante) capace di produrre da sola il flusso Φ , cioè tale che:

$$(3') \quad \mathcal{R} \Phi = n I_a,$$

risulta, confrontando con (3):

$$(3'')$$

mentre, confrontando (1) con (3)', si ha:

$$(4) \quad Z_p I_p = E,$$

avendo posto (impedenza del circuito di eccitazione):

$$Z_p = \frac{j\omega n^2}{\delta R}.$$

Infine, per la legge di Ohm, applicata al secondario, in cui è attiva la sola forza elettromotrice E , si ha:

$$(5) \quad E = (Z'' + Z) I''.$$

Le (2), (3)'', (4) e (5) mostrano che la corrente primaria I' coincide con quella che circolerebbe nel ramo principale di un circuito (circuito equivalente del trasformatore) derivato sulla d. d. p. V , ed avente impedenza Z' , il quale a valle di questa impedenza, ove la d. d. p. si è ridotta ad E , si biforca in due rami, l'uno di impedenza Z_μ , l'altro contenente in serie le due impedenze Z'' e Z (fig. 61). La nozione del circuito equivalente

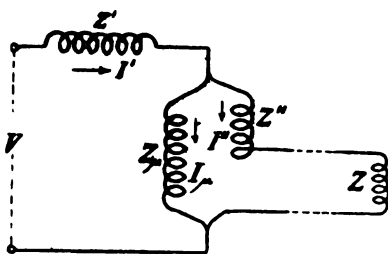


Fig. 61.

permette di seguire a colpo d'occhio l'andamento della corrente primaria e degli altri elementi variabili del sistema, al variare del carico, cioè dell'impedenza esterna Z .

Le medesime equazioni costituiscono il sistema fondamentale per il caso in oggetto. Per mezzo di esse, note le impedenze Z' , Z'' (costanti dell'apparecchio) e la d. d. p. costante d'alimentazione V , si possono calcolare I' , I'' , I_μ , E (e poi, se occorre, Φ mediante la (1)) in funzione della impedenza esterna Z , parametro fondamentale che caratterizza lo stato di funzionamento dell'apparecchio.

Eliminando I_μ ed E si ottiene:

$$(6) \quad \begin{cases} V = A I' - B I'' \\ 0 = B I' - (C + Z) I'' \end{cases}$$

con

$$A = Z' + Z_\mu, \quad B = Z_\mu, \quad C = Z_\mu + Z'';$$

da cui:

$$(7) \quad I' = \frac{V(C+Z)}{A(C+Z) - B^2}, \quad I'' = \frac{VB}{A(C+Z) - B^2}.$$

Per $Z = \infty$ (secondario aperto) si ha la corrente primaria a vuoto:

$$I'_0 = \frac{V}{A}.$$

Per $Z = 0$ (secondario in corto circuito) si ha la corrente primaria di corto circuito:

$$I'_{cc} = \frac{VC}{AC - B^2}.$$

E si verifica tosto che è:

$$I' - I'_0 = \frac{B}{A} I'', \quad I' - I'_{cc} = \frac{B}{B^2 - AC} Z I''.$$

Infine dalla (2) si trae:

$$\frac{V}{Z'} - I' = \frac{E}{Z'}.$$

42. - Rappresentazione geometrica.

Assunto un vettore arbitrario (fig. 62) a rappresentare la differenza di potenziale impressa V e assunto, come si suole, il verso positivo degli angoli nel senso antiorario, le tre ultime uguaglianze dimostrano che, se P è il punto (variabile) indice della corrente primaria corrispondente al carico generico definito dal valore Z della impedenza esterna, P_0 e P_1 sono gli ana-

loghi punti (fissi) corrispondenti alla corrente primaria a vuoto e in corto circuito, e Q è il punto (fisso) indice del vettore V , i vettori P_0P , P_1P , QP , corrispondenti alle differenze $I' - I'_0$, $I' - I'_{cc}$, $\frac{V}{Z'} - I'$ rappresentano, in una scala conveniente e riferiti ad una conveniente direzione di riferimento (scala e direzione diverse per ciascuno di essi) rispettivamente la corrente secondaria I'' , la d. d. p. $Z I''$ ai morsetti secondari, la forza elettromotrice indotta E . Quanto alle scale ed alle dire-

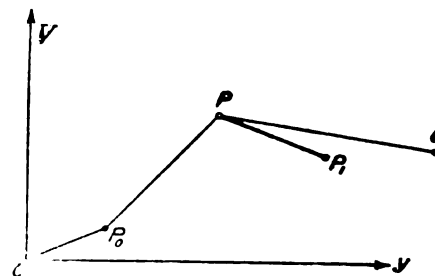


Fig. 62.

zioni di riferimento, esse sono rispettivamente definite dai moduli e dagli argomenti dei tre numeri:

$$\frac{B}{A}, \quad \frac{B}{B^2 - AC}, \quad \frac{1}{Z'} \quad (").$$

Dunque il sistema delle grandezze alternative che interessano il problema proposto dipende in modo semplice da una di esse, per la quale si suole scegliere la I' . Essendo la espressione (7) di questa lineare rispetto a Z , si deduce dalle nostre considerazioni generali (Cap. III, n. 17) che se il carico varia in guisa che l'indice della impedenza esterna percorra una retta o un cerchio, e soltanto allora, il diagramma della corrente primaria è un cerchio. E' dunque con questa restrizione che può parlarsi di diagramma circolare del trasformatore. Questo caso si presenta, ad es. quando il carico è rappresentato da una resistenza non induttiva (Z percorre una retta parallela all'asse reale), o quando resistenza e reattanza esterna variano proporzionalmente (Z percorre una retta per l'origine). In ognuno di questi casi risulta assai agevole, mercè le formule stabilite nel capitolo precedente, costruire effettivamente il cerchio che dà il diagramma di corrente ⁽³¹⁾ note che siano le costanti A , B , C , e le condizioni del carico. Ma inversamente la determinazione sperimentale di tre punti del cerchio può permettere di risalire alla equazione parametrica, e conseguentemente di calcolare le costanti della macchina (Cap. VI, n. 36).

Ogni qualvolta esiste diagramma circolare della corrente, in virtù della proposizione dimostrata al Cap. IV, n. 25, si ha che il birapporto dei quattro punti corrispondenti a quattro valori dell'impedenza uguaglia il birapporto degli estremi dei corrispondenti vettori della corrente primaria. Se in particolare supponiamo che il carico sia puramente ohmico,

$$Z = R,$$

e costruiamo i punti corrispondenti ai valori 0, 1, ∞ della resistenza esterna, di cui il primo e l'ultimo non sono altro che i punti P_1 e P_0 già considerati, ed il secondo indicheremo con P_2 , avremo che, se P è il punto corrispondente al valore generico della resistenza, il birapporto dei quattro punti $PP_2P_1P_0$ del cerchio corrisponde al birapporto dei quattro corrispondenti va-

⁽³¹⁾ In sostanza, le uguaglianze ultimamente utilizzate non sono altro che il risultato della eliminazione del parametro Z dalle equazioni fondamentali, e le costruzioni indicate sono una diretta derivazione del principio esposto al Cap. III, n. 13, il quale permette appunto di rappresentare con uno stesso punto P due grandezze, quando queste siano legate da una relazione lineare a coefficienti costanti.

Ciò avviene per la coppia di grandezze E ed I' in virtù della (2), per la coppia I' e I'' per la prima delle (6) ed infine per la coppia I' e V' (essendo $V' = Z I''$ la d. d. p. secondaria) in virtù della equazione:

$$I' = \frac{VC - BV'}{AC - B^2},$$

che si ottiene dalla seconda delle (6) ponendo $V' = Z I''$ ed eliminando poi I'' mediante la prima delle (6) stesse.

⁽³²⁾ Anzi, se il diagramma di impedenza è un cerchio, utilizzando le costruzioni indicate al n. 17, il medesimo cerchio può servire come diagramma di corrente.

l'unità di misura delle ascisse nel diagramma sinusoidale senza mutare quella delle ordinate. La equazione (5) invece subisce, rispetto al precedente caso del rotore fermo, oltre la modificazione della frequenza, cui si può mettere riparo interpretando la I'' come sopra e analogamente facendo per la E (con ch  questa grandezza diviene identica alla E della equazione (2)), anche un'altra modificazione per fatto della riduzione nel rapporto $1 : s$ delle grandezze delle f. e. m. di origine induttiva. Pi  precisamente, se si suppone nulla la impedenza esterna (o, ritenendola invariabile, la si suppone conglobata in Z''), alla equazione (5) che qui scriveremo:

$$E = (R'' + jX'') I''$$

per mettere in evidenza le componenti (resistenza R'' e reattanza jX') di Z'' , si sostituisce la seguente:

$$(8) \quad sE = (R'' + jX''s) I''$$

la quale, divisa per s , si identifica con la (5) stessa, quando in questa si ponga:

$$Z = R'' \left(\frac{1}{s} - 1 \right) \quad (3').$$

Se ne conclude che la macchina asincrona si comporta, nei riguardi elettrici, come un trasformatore il cui secondario sia chiuso su una resistenza esterna, che alla sua volta varia con la velocit  del rotore secondo la legge espressa dalla formula precedente.

L'intimo significato di ci  scaturisce chiaro se si fa il bilancio energetico dell'apparecchio: dopo avere osservato che in ogni caso la energia trasmessa dal primario al secondario corrisponde al lavoro elettrico compiuto dalla forza elettromotrice E nel secondario, si verifica facilmente, che, mentre nel trasformatore di confronto a questo lavoro fa riscontro il calore svolto nell'apparecchio (per la parte utilizzata contro la impedenza Z'') e la potenza elettrica disponibile ai morsetti secondari (per la parte corrispondente alla impedenza esterna Z) nella macchina asincrona invece la analoga ripartizione adduce ancora al calore svolto nel secondario, per la parte pertinente alla impedenza Z'' — parte che si dimostra corrispondere alla frazione s della totale potenza trasmessa, — ma, per la rimanente frazione $1 - s$, viene a mancare il corrispettivo in forma elettrica, perch  la impedenza Z   in questo caso puramente ideale. Sia valendosi del principio dell'energia, sia con considerazioni dirette, si pu  dimostrare che quest'ultima frazione corrisponde alla potenza meccanica resa (o assorbita, secondo il segno di $1 - s$) dalla macchina.

Da queste considerazioni anzi si deduce che il prodotto scalare $E \times I''$ pu  essere assunto come misura della coppia elettromagnetica (motrice o frenante) della macchina. Infatti la potenza meccanica, che si   visto equivalere a $(1 - s) E \times I''$   anche rappresentabile con $K\omega'$, quindi:

$$K\omega' = (1 - s) E \times I'',$$

donde

$$K\omega = E \times I''.$$

Il prodotto scalare $E \times I''$ coincide dunque con la potenza che competerebbe alla coppia K qualora il rotore fosse animato di una velocit  ω corrispondente al sincronismo, e perci  si suol dire che esso misura la coppia espressa in watt-sincroni.

46. - Il diagramma circolare della macchina asincrona.

Ci  premesso, tutte le deduzioni analitiche e grafiche ottenute pel trasformatore si trasportano agevolmente alla macchina asincrona, per la quale   da notare che il trasformatore di confronto viene a lavorare con un carico (apparente) puramente ohmico, il cui valore $R'' \left(\frac{1}{s} - 1 \right)$   funzione di un solo parametro reale s : la corrente primaria viene ad essere quindi espressa da una funzione lineare fratta di tale parametro, onde al variare di s l'indice della corrente primaria descrive un cerchio, che risulta riferito proiettivamente ai valori dello scorrimento. Il punto P_0 ($s = 0$) corrisponde al funzionamento a vuoto (marcia ideale sincrona), il punto P_1 ($s = 1$) al funzionamento in corto circuito (pel quale devesi qui intendere il funzionamento a rotore fermo). Se sul cerchio si segna anche il punto P_∞ corrispondente a $s = \infty$ (corrente secondaria in qua-

dratura con la forza elettromotrice E , quindi nulla la potenza trasmessa al secondario e, per quanto precede, nulla pure la coppia)   facile trovare il punto P corrispondente ad un dato valore di s e viceversa. Basta all'uopo eseguire una costruzione identica a quella che abbiamo indicata al n. 43. Come quella applicata ai punti corrispondenti ai valori R , 1 , 0 , ∞ di R ci faceva conoscere R , cos  questa, applicata ai punti P , P_1 , P_0 , P_∞ ci far  conoscere il valore di s (fig. 64).

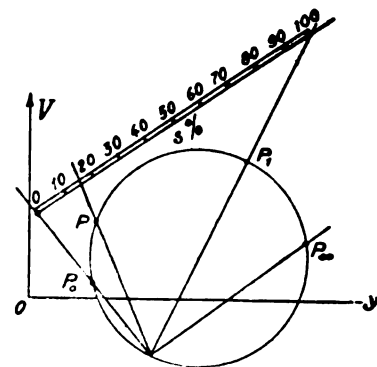


Fig. 64.

Ai punti P compresi fra P_0 e P_1 ($0 < s < 1$) corrisponde il funzionamento della macchina come motore, a quelli del tratto inferiore compreso fra P_0 e P_∞ ($s < 0$) il funzionamento come generatrice, a quelli fra P_1 e P_∞ ($s > 1$) il funzionamento come freno, come meglio potremo vedere nel capitolo seguente.

47. - Gli elementi geometrici del diagramma circolare.

Le formule generali del capitolo precedente (nn. 35, 36) permettono di calcolare senz'altro tutti gli elementi geometrici atti a definire il cerchio fondamentale in grandezza e posizione, noti che siano i valori delle tre costanti fondamentali A , B , C , oppure Z' , Z'' , Z_μ . In particolare si ha, pel quadrato del raggio, l'espressione:

$$V^2 = \frac{B^2 B_1^2}{- (A^2 C' - A B^2 - A_1^2 C_1' + A_1 B_1^2)^2},$$

dove si   posto:

$$C' = C - R'' = Z_\mu + jX'',$$

e, al solito, l'indice 1 contraddistingue i numeri complessi coniugati.

Il vettore del centro  :

$$V \cdot \frac{C' - C_1'}{A C' - B^2 - A_1 C_1' + B_1^2}.$$

I vettori dei punti corrispondenti a $s = 0$, $s = \infty$ sono:

$$V \cdot \frac{1}{A} \quad V \cdot \frac{C'}{A C' - B^2}.$$

E siccome A , B , C e i loro coniugati A_1 , B_1 , C_1' sono indipendenti dalla resistenza R'' del secondario, si deduce la proposizione seguente di cui nel prossimo capitolo vedremo la grande importanza:

Se in una macchina asincrona si muta la resistenza rotorica, il cerchio fondamentale rimane inalterato in grandezza e posizione, e cos  pure i punti di esso che corrispondono ai valori 0 , ∞ dello scorrimento.

Non cos  avviene pel punto P_1 , il quale al crescere della resistenza si sposta verso P_0 , con che risultano modificati i valori della corrente corrispondenti ad un medesimo scorrimento, e viceversa, secondo una legge che si pu  dedurre dalla stessa costruzione geometrica indicata nel n. precedente.

Come dalla conoscenza di Z' , Z'' , Z_μ si pu  risalire a quella delle costanti A , B , C , e quindi alla determinazione del cerchio in grandezza e posizione, cos , inversamente, noti tre punti del cerchio con i corrispondenti valori di s , si pu  pervenire alla determinazione delle costanti della macchina.

Mediante il procedimento generale indicato al n. 36 del cap. prec., cominceremo col costruire graficamente i quattro segmenti che, riferiti ad una scala e ad una direzione arbitraria, rappresentano i quattro coefficienti dell'equazione del cerchio:

$$\frac{Ls + M}{Ns + P}.$$

(37) Oppure si sostituisca $\frac{R''}{s}$ ad R'' , ritenendo $Z = 0$.

i quali, in questo caso, corrispondono a:

$$\begin{aligned} L &= R'', \\ M &= Z_u + jX'', \\ N &= (Z_u + jX'') (Z_u + Z') - Z_u^2, \\ P &= (Z' + Z_u) R'', \end{aligned}$$

e poichè le incognite sono sei (parte reale e parte immaginaria dei tre numeri complessi Z' , Z_u , $Z'' = R'' + jX''$) e sei sono i dati (i valori dei mutui rapporti dei quattro numeri complessi L , M , N , P), è chiaro che il problema è in generale risolubile. Ma esso presenta all'atto pratico delle gravi difficoltà grafiche, per evitare le quali conviene procurarsi separatamente il valore di una delle incognite, ad es. R'' , per via sperimentale.

Dopo di ciò la determinazione delle costanti diviene semplicissima:

Il rapporto dei segmenti P ed L in ogni caso fornisce il valore di $Z' + Z_u$; poi, noto R'' , è nota la scala dei numeri reali su L , dopo di chè, dai rapporti $M:L$, $N:L$ si hanno graficamente i valori di $Z_u + jX''$ e $(Z_u + jX'') (Z' + Z_u) - Z_u^2$. Combinando col valore precedentemente trovato di $Z' + Z_u$ si ha subito il valore di Z_u , da cui si ha tosto $Z_u^{(34)}$ ed infine, sottraendo dai precedenti, si ottengono jX'' e Z' . La traduzione grafica delle operazioni indicate conduce a semplici costruzioni di triangoli simili e di una media proporzionale.

48. - Alimentazione a intensità costante. - Macchina compensata.

Con ragionamento identico a quello del n. 43, si deduce anche per la macchina asincrona un diagramma di funzionamento a intensità costante, pel quale può essere assunto lo stesso cerchio che dà il diagramma a d. d. p. costante. Alla con-

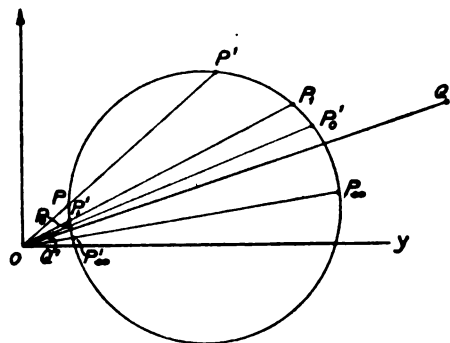


Fig. 65.

siderazione del punto P (fig. 65) si sostituisce quella del punto P' , seconda intersezione di OP col cerchio, la scala viene mutata e viene invertito il senso positivo degli angoli. Come nel caso del trasformatore si perviene anche qui alla costruzione di certi tre punti P'' , P' , Q' , che congiunti con P' danno la rappresentazione vettoriale della corrente secondaria, del prodotto $R'' \left(\frac{1}{s} - 1 \right) I''$ e della f. e. m. indotta. E, come al n. 43 (nota ⁽³⁴⁾), si può verificare che i punti P'' , P' , Q' non sono altro che gli inversi dei punti P , P' , Q rispetto al diagramma fondamentale.

Osserveremo infine che, se nel circuito rotorico è inserita una f. e. m. costante la cui frequenza è necessariamente variabile con lo scorrimento, e precisamente a questo proporzionale, ripetendo i ragionamenti fatti al n. 44, si deduce che le equazioni fondamentali si modificano soltanto in questo, che nel secondo membro della (8) compare il termine U , e perciò nel secondo membro della (5) il termine $\frac{U}{s}$.

Ciò non altera il carattere della espressione (7) di I' , la quale non cessa di essere lineare in s , onde in queste condizioni il diagramma della corrente primaria è ancora un cerchio, ma naturalmente esso sarà in generale diverso dal precedente in grandezza e posizione, dipendentemente dal valore del vettore U . Disponendo opportunamente di U si può fare in modo che i vettori della corrente primaria si avvicinino angolarmente a V ; almeno per quel tratto del diagramma che corrisponde al

funzionamento normale della macchina, con che si consegue la compensazione del fattore di potenza ⁽³⁵⁾.

49. - Un'altra costruzione del diagramma.

La costruzione effettiva del diagramma di funzionamento a d. d. p. costante può anche ottenersi partendo da quello, talvolta più semplice, relativo alla stessa macchina supposta di impedenza primaria nulla, che corrisponderebbe alla alimentazione a *flusso costante*. In sostanza, basta immaginare la d. d. p. costante applicata a valle della impedenza primaria, in guisa che rispetto ad essa risultino disposti in parallelo il circuito d'eccitazione e quello equivalente al rotore. Indicando con J la corrente in tali condizioni, il diagramma di $\frac{J}{V}$ rappresenterà la ammettenza Y' equivalente alla macchina semplificata. Fra la ammettenza effettiva $Y = \frac{I}{V}$ e la ammettenza Y' sussiste la relazione:

$$\frac{1}{Y} = Z' + \frac{1}{Y'},$$

quindi il diagramma di Y si deduce da quello di Y' mediante il procedimento indicato al capitolo III, n. 17.

50. - Accoppiamento in cascata delle macchine asincrone.

Passiamo ora a studiare il sistema costituito da due macchine asincrone accoppiate in cascata.

Riprendiamo all'uopo le equazioni (6) del trasformatore, che, mettendo in evidenza la d. d. p. $V' = Z I''$ ai capi del secondario, scriveremo:

$$\begin{cases} V = A I' - B I'' \\ V' = B I' - C I'' \end{cases}$$

Quanto a C , ricordiamo che esso rappresenta la somma $Z_u + Z''$; onde, mettendo in evidenza la resistenza R'' di $Z'' = R'' + jX''$, si ha:

$$C = Z_u + jX'' + R'' = F + R'',$$

avendo posto:

$$F = Z_u + jX''.$$

Le medesime equazioni ora scritte si adattano, come abbiamo visto, alla macchina asincrona, purchè si abbia cura di sostituire $\frac{R''}{s}$ ad R'' , essendo s lo scorrimento, o, ciò che è lo stesso, moltiplicare per s tutti i termini della seconda all'infuori di R'' . Il sistema precedente diviene allora:

$$(6') \quad \begin{cases} V = A I' - B I'' \\ s V' = s B I' - (F s + R'') I'' \end{cases}$$

dove — è bene ripeterlo a scanso di equivoci — le grandezze I' , I'' , V' sono tutte ad intendersi riferite alla frequenza fondamentale, e la d. d. p. ai capi del secondario è sempre rappresentata da V' (non da $s V'$).

Consideriamo ora la seconda macchina, pure bipolare, che per maggiore generalità supporremo collegata ad una impedenza esterna Z . Ne indicheremo con I' , I'' le correnti primaria e secondaria (statica e rotorica) e con A' , B' , C' le grandezze analoghe alle A , B , C , ed intenderemo conglobata in C' la eventuale impedenza esterna. Se vorremo mettere in evidenza la parte reale (ohmica) R''' della impedenza effettiva del circuito rotorico (composta della impedenza propria e della eventuale impedenza esterna), scriveremo:

$$C' = F' + R''',$$

mentre, se ci occorrerà di mettere in evidenza Z , scriveremo invece:

$$C' = G' + Z.$$

Indichiamo poi con s' lo scorrimento della seconda macchina riferito alla frequenza fondamentale, con chè s' viene a corrispondere al rapporto fra la velocità relativa del secondo rotore rispetto al campo e la velocità angolare che questo avrebbe qualora fosse eccitato con la pulsazione fondamentale, e rappre-

⁽³⁴⁾ Il modulo di Z_u è medio proporzionale fra quello di Z_u^2 e l'unità, l'argomento di Z è metà di quello di Z_u^2 .

⁽³⁵⁾ E' quello che avviene nel motore asincrono compensato Sartori (vedi *L'Elettrotecnica*, 1924, pag. 521).

senta ancora, se si vuole, il rapporto della frequenza della corrente del secondo rotore alla frequenza fondamentale.

Ciò posto, le equazioni della seconda macchina si scrivono:

$$(6'') \quad \begin{cases} V' = A' I' - B' I'' \\ 0 = s' B' I' - (s' F' + R''') I'' \end{cases}$$

dove le grandezze alternative V' , I' , I'' sono da intendersi tutte ricondotte alla frequenza fondamentale col solito procedimento.

Se le due macchine sono accoppiate in cascata, i valori di V' , I'' che compaiono nelle (6') coincidono con quelli che figurano nelle (6''), quindi, eliminando V' , si ottiene:

$$\begin{cases} A' I' + B' I'' = V \\ s B' I' - [(F + A) s + R''] I'' + s B' I'' = 0 \\ s' B' I' - (s' F' + R''') I'' = 0 \end{cases}$$

che è il sistema fondamentale del gruppo di macchine considerato.

Risolvendo rispetto ad I' , I'' , I''' , troviamo per ciascuna delle tre correnti incognite (corrente primaria della prima macchina, corrente secondaria della prima e primaria della seconda, corrente secondaria della seconda) espressioni frazionarie aventi per denominatore il determinante:

$$\begin{vmatrix} A & B & 0 \\ s B & (F + A) s + R'' & s B' \\ 0 & s' B' & -(s' F' + R''') \end{vmatrix},$$

mentre i singoli numeratori sono altrettanti determinanti che si ottengono da questo sostituendo V , 0 , 0 agli elementi della prima colonna (per I'), o della seconda colonna (per I''), o della terza (per I''').

Ne segue che le tre espressioni effettive delle tre correnti sono del tipo:

$$V \frac{M + N s + P s' + Q s s'}{M' + N' s + P' s' + Q' s s'},$$

dove M , N , P , Q , M' , N' , P' , Q' , sono dei numeri, in generale complessi, dipendenti dalle costanti A , B , F , R'' , A' , B' , F' , R''' . Ed è a notare ancora che le F' , R''' entrano in essi nella combinazione $F' s' + R'''$, la quale vi figura *linearmente*.

Stabilite queste formule generali, valevoli in ogni caso, è facile rendersi conto di quel che avviene nei vari casi particolari.

Avvertiamo che le equazioni stesse non mutano se a ciascuna delle due macchine, od anche ad entrambe, si sostituisce un trasformatore statico, bastando all'uopo semplicemente attribuire il valore uno al corrispondente scorrimento s od s' .

Si hanno così quattro combinazioni diverse che andiamo ad esaminare separatamente:

I°) - Gruppo trasformatore-trasformatore. — Sarà da porre $s = s' = 1$. Nelle espressioni delle tre correnti scompare ogni traccia di s e di s' , e, in virtù della osservazione fatta sopra, ciascun termine delle frazioni che rappresentano I' , I'' , I''' contiene linearmente $F' s' + R'''$ che si riduce in questo caso a $F' + R'''$ equivalente a C' , e, poichè C' è uguale a $G + Z$, le tre correnti vengono ad essere funzioni lineari fratte di Z . In particolare per la corrente primaria I' si avrà una espressione del tipo:

$$I' = \frac{T + U Z}{T' + U' Z}.$$

E quella stessa che si avrebbe con un solo trasformatore, opportunamente scelto.

Se ne possono quindi trarre tutte le conclusioni espresse al n. 42. In particolare, se Z varia percorrendo una retta o un cerchio, il diagramma di I' sarà circolare e solo allora.

II°) - Gruppo trasformatore-macchina asincrona. — Supporremo quest'ultima chiusa in corto circuito o su una impedenza fissa (che potrà intendersi conglobata con la impedenza rotorica), con che saranno F' ed R''' costanti. Sarà poi da porre $s = 1$, mentre s' varierà con la velocità della seconda macchina. Si vede subito che l'espressione di una qualunque delle tre correnti, in particolare della primaria I' , è del tipo:

$$I' = \frac{T + U s'}{T' + U' s'}.$$

Se ne conclude che il suo diagramma è circolare, e corrisponde al diagramma di una opportuna macchina asincrona, le cui

costanti dipendono, naturalmente, da quelle delle due macchine che compongono il gruppo. La presenza del trasformatore, in sostanza, determina soltanto una modificazione delle costanti della macchina asincrona.

III°) - Gruppo macchina asincrona-trasformatore. — Anche qui supporremo fisso il carico di quest'ultimo. Sarà da porre $s' = 1$, e, analogamente al caso precedente, si perviene ad espressioni cui corrisponde un diagramma circolare. Anche qui la presenza del trasformatore non fa che modificare le costanti della macchina asincrona.

IV°) - Gruppo macchina asincrona-macchina asincrona. — Anche supponendo, al solito, fissa (o nulla) la impedenza esterna della seconda macchina, il funzionamento del gruppo si presenta ancora dipendente da due variabili, s ed s' , per cui non si può pensare a diagramma alcuno, finchè non si pone un legame fra s ed s' .

Un caso assai interessante è quello in cui i due rotori sono rigidamente collegati. Se allora si indica con ω' la loro comune velocità angolare, si avrà, date le definizioni di s ed s' :

$$\omega = \omega' = s \omega, \quad s \omega = \omega' = s' \omega,$$

donde:

$$s' = 2s - 1.$$

Posto questo valore di s' nelle precedenti espressioni delle correnti, i numeratori ed il denominatore divengono dei polinomi di secondo grado in s , a coefficienti in generale complessi, quindi Cap. VI, n. 39) il diagramma di ciascuna delle correnti è una quartica bicircolare. Il suo tracciamento potrà effettuarsi per punti, riducendola alla somma di due cerchi proiettivi, oppure costruendo prima la conica inversa.

V°) - Accoppiamento in cascata di più macchine asincrone. — Più generalmente, se si hanno n macchine asincrone collegate in cascata e con $s_1, s_2, \dots, s_n$ si indicano gli n scorrimenti di esse rispetto alla frequenza fondamentale, si vede subito che la espressione di ciascuna delle $n + 1$ correnti circolanti nei loro circuiti, è una frazione i cui termini sono dei polinomi lineari rispetto a ciascuna delle variabili $s_1, s_2, \dots, s_n$ con coefficienti in generale complessi. Quindi, se si fissano le velocità di $n - 1$ delle macchine (in particolare, se si sostituiscono con altrettanti trasformatori, con ché risultano uguali ad uno i rispettivi scorrimenti) e si lascia variare l'altra, si avranno per le $n + 1$ correnti dei diagrammi circolari.

Se si collegano rigidamente gli n rotori, ciascuno degli scorrimenti $s_2, s_3, \dots, s_n$ diviene funzione lineare del primo, che indicheremo con s ; e precisamente:

$$\begin{aligned} s_2 &= 2s - 1 \\ s_3 &= 3s - 2 \\ &\dots \dots \dots \\ s_n &= ns - (n - 1), \end{aligned}$$

ed i polinomi predetti divengono del grado n in s . Le curve che rappresentano l'andamento delle correnti sono allora dell'ordine $2n$, aventi un punto n -plo in ciascuno dei punti ciclici. (Capitolo VI, n. 31).

51. - Macchina asincrona monofase.

Differisce dalla polifase in ciò che il campo statorico anzichè essere costante di grandezza e animato di moto rotatorio, è invece costante di direzione, mentre la sua grandezza ha variazione alternativa.

Come è ben noto, una grandezza alternativa di direzione costante equivale, in ogni istante, alla somma vettoriale di due grandezze della stessa specie, di grandezza costante uguale alla metà del valor massimo di quella, e rotanti in senso opposto con velocità angolare corrispondente alla pulsazione.

Il campo statorico della macchina asincrona monofase equivale dunque alla sovrapposizione di due campi uguali rotanti in senso opposto, e ciascuna uguale alla metà del massimo valore del campo alternativo. Ne segue che la macchina stessa si comporta come l'insieme di due statori polifasi a campo rotante, identici, ma eccitati in modo che i campi ruotino in senso opposto, e che agiscono su due motori solidali. I campi rotanti delle due macchine fittizie dovendo essere di grandezza uguale alla metà del valor massimo del campo alternato effettivo, occorrerà ritenere che, a parità di corrente primaria, ciascuno di essi sia dovuto ad un numero di spire metà di quelle che costituiscono gli avvolgimenti della macchina effettiva. Con ciò ciascuna delle macchine componenti è da considerarsi do-

tata di impedenza statorica, rotorica e d'eccitazione pari alla metà di quelle che competono alla macchina effettiva. Perchè poi i due campi rotanti siano identici, occorrerà supporre che le correnti che li eccitano percorrano i due statori fittizi *in serie*, e poichè, come facilmente si vede, ciascuno di essi è energeticamente senza effetto sulle correnti rotoriche prodotte dall'altro, si può anche senz'altro supporre che agiscano su un rotore unico. In sostanza dunque alla macchina monofase si può sostituire il sistema di due macchine polifasi, aventi i rotori solidali e gli statori eccitati dalla stessa corrente, essendo le connessioni disposte in guisa che i campi rotanti ruotino in senso opposto.

Se ω' è la velocità comune dei rotori ed ω è la pulsazione della corrente, e si suppone al solito la macchina bipolare, sarà ω la velocità angolare del campo della prima macchina, — ω quella della seconda, per cui se il primo rotore ruota con uno scorrimento:

$$s = \frac{\omega - \omega'}{\omega},$$

quello del secondo sarà:

$$\frac{\omega - \omega'}{\omega} = 2 - s.$$

Lo schema circuitale equivalente al sistema considerato sarà dunque quello rappresentato dalla fig. 66, ove Z' , Z'' , Z''' hanno il solito significato.

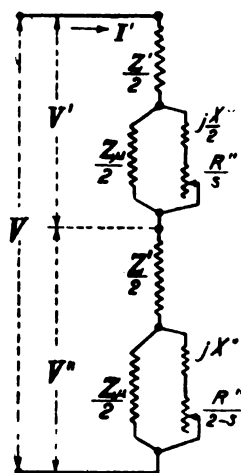


Fig. 66.

Supporremo al solito la macchina alimentata a d. d. p. costante V .

Se

$$I' = V' \frac{As + B}{Cs + D}$$

è l'espressione della corrente primaria della prima macchina componente, con che la frazione che moltiplica V' corrisponde all'ammettenza equivalente alla macchina stessa per lo scorrimento s , sarà:

$$V' = I' \frac{Cs + D}{As + B}$$

l'espressione della d. d. p. V' ai capi quando essa è attraversata da una corrente I' , e la frazione che compare al secondo membro, inversa della precedente, rappresenta l'impedenza equivalente alla macchina.

Analogamente sarà:

$$V'' = I' \frac{C(2-s) + D}{A(2-s) + B}$$

l'espressione della d. d. p. V'' ai capi della seconda macchina, (identica alla prima, ma che ruota con lo scorrimento $2-s$ quando la prima ruota con scorrimento s) quando è attraversata dalla stessa corrente I' .

Siccome deve essere:

$$V' + V'' = V,$$

si avrà:

$$(9) \quad V = I' \left(\frac{Cs + D}{As + B} + \frac{C(2-s) + D}{A(2-s) + B} \right),$$

donde infine la cercata espressione della corrente I' :

$$(10) \quad I' = V \frac{1}{\frac{Cs + D}{As + B} + \frac{C(2-s) + D}{A(2-s) + B}}.$$

Da un esame superficiale della equazione, si sarebbe condotti a credere che il diagramma di I' fosse una quartica bicircolare, ma è facile verificare che non è così.

All'uopo osserviamo che il denominatore della (10) equivale alla somma dei vettori corrispondenti ai punti omologhi di due cerchi riferiti proiettivamente. Più precisamente anzi si tratta di un medesimo cerchio, ed i punti da sommare sono quelli che corrispondono ai valori s , $2-s$ del parametro. E poichè, posto $s' = 2-s$, la relazione fra s ed s' :

$$s + s' = 2$$

è bilineare *simmetrica*, ne segue che la proiettività predetta è involutoria. E allora, ricordando quanto fu dimostrato al Capitolo VI, n. 39, si ha subito che la quartica si riduce ad un cerchio *contato due volte*.

La cosa può essere verificata agevolmente nel caso attuale, sia per via analitica, sia per via geometrica.

Se infatti si pone $s = 1-t$, risulta $s' = 1+t$, dopodichè le due frazioni da sommarsi differiscono solo pel mutamento di t in $-t$. La loro somma, che è del tipo:

$$\frac{L + Mt + Nt^2}{L' + M't + N't^2},$$

deve risultare indipendente dal segno di t , quindi sarà $M = M' = 0$. Dunque tale somma si riduce a:

$$\frac{L + Nt^2}{L' + N't^2},$$

e rappresenta il cerchio:

$$\frac{L + Nu}{L' + N'u},$$

nel quale alla variabile u che contraddistingue i vari punti sia attribuito il valore t^2 (¹⁰). Facendo dunque variare t da $-\infty$ a $+\infty$, si vengono ad incontrare i soli punti del cerchio corrispondenti ai valori positivi di u e ciascuno due volte, in corrispondenza a valori uguali e contrari di t .

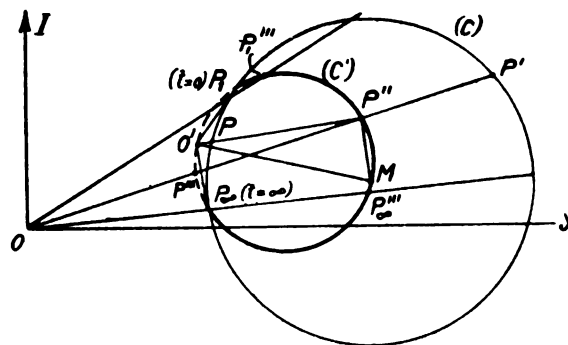


Fig. 67.

Se il cerchio (C) (fig. 67) è il diagramma della impedenza equivalente a ciascuna delle macchine componenti, e P_0 , P_1 , P_∞ sono i punti corrispondenti ai valori 0, 1, ∞ di s cioè ai valori 1, 0, ∞ di t , i punti P e P' corrispondenti a due valori uguali e contrari di t si corrispondono in una involuzione e pertanto le loro congiungenti passeranno per un punto fisso O' , nel quale s'incontrano le tangenti condotte al cerchio (C) per i punti uniti (Cap. I, n. 2). Questi sono manifestamente i punti $t = 0$, $t = \infty$ quindi è immediata la costruzione di O' .

Dobbiamo ora sommare i punti P e P' , il che, salvo un mutamento della scala nel rapporto 1:2, equivale a considerare il punto medio P'' del segmento PP' (Cap. III, n. 8). Se M è il centro di (C), la $P''M$ è perpendicolare alla $P'O'$, quindi il luogo di P'' è il cerchio (C') che ha per diametro MO' . Però di questo cerchio dovremo considerare il solo arco interno a (C), cioè limitato ai punti P_1 , P_∞ .

Il cerchio (C') adunque rappresenta il diagramma dell'impedenza equivalente alla macchina monofase, ed allora il suo in-

(¹⁰) Cfr. Cap. VI, n. 39.

verso rispetto all'origine sarà il diagramma dell'ammettenza, cioè il diagramma di corrente a d. d. p. costante. E, con una opportuna modificazione dell'unità di misura, si potrà utilizzare all'uopo lo stesso cerchio (C'), con che il punto generico di funzionamento sarà il punto P''' , ulteriore intersezione della retta OP'' col cerchio (C'). Naturalmente, l'arco da considerarsi sarà quello compreso fra i punti P_1''' e P_∞''' .

E' da notarsi che sul cerchio (C) sono distesi proiettivamente non già i valori di t , ma quelli di t^2 , quindi la consueta costruzione, basata sulla eguaglianza:

$$x = (x, 1, 0, \infty),$$

ci condurrà alla rappresentazione in scala proporzionale non della variabile t , ma di

$$t^2 = (1 - s)^2.$$

Volendo invece conoscere t , converrà valersi del primo cerchio i cui punti sono riferiti proiettivamente a questa variabile. E, rappresentato t con una ascissa, basterà scambiare l'origine col punto unitario per avere la rappresentazione di $s - 1 - t$.

E' appena necessario notare che anche per la macchina monofase il diagramma di corrente per alimentazione a d. d. p. costante si può ottenere costruendo prima l'analogo diagramma per impedenza primaria nulla e applicando poi al diagramma così ottenuto lo stesso procedimento indicato al n. 49.

52. - Motori polifasi a collettore.

Differiscono dalla ordinaria macchina asincrona polifase in quanto gli avvolgimenti del rotore fanno capo ad un collettore sul quale strisciano opportuni sistemi di spazzole fisse nello spazio, collegate con la linea principale, in serie con lo statore, oppure con l'intermediario di un trasformatore il cui primario alla sua volta può essere derivato direttamente sulla linea oppure disposto in serie con lo statore. Il motore polifase a collettore nel primo caso dicesi *in serie*, nel secondo *in derivazione*, nel terzo, impropriamente, *compound*. Supposta in ogni caso la macchina trifase e bipolare, gli schemi corrispondono a quelli rappresentati nelle figg. 68, 69, 70, in cui per semplicità si è rappresentata una sola fase dello statore.

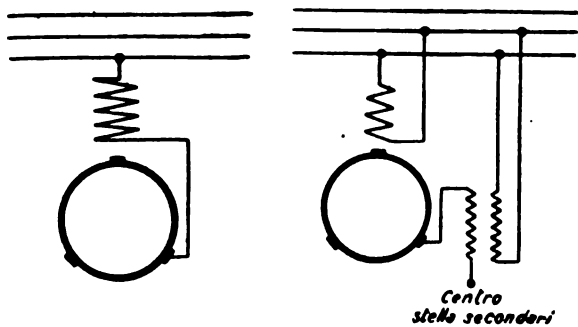


Fig. 68.

Fig. 69.

Riferendoci, per fissare le idee, al primo tipo, cominciamo col supporre il rotore fermo. Se si lanciano le correnti negli avvolgimenti della macchina, l'interfero diviene sede di un campo magnetico di intensità costante che ruota con velocità angolare corrispondente alla pulsazione ω delle correnti immesse; il flusso di esso attraverso gli avvolgimenti statorici e rotorici ha variazione alternativa e induce in ciascuno di questi delle f. e. m., inoltre ha origine una azione ponderomotrice fra i due gruppi di avvolgimenti, la quale alla sua volta determina il moto relativo del rotore rispetto allo statore. Detta ω' la velocità del rotore, ed al solito

$$s = \frac{\omega - \omega'}{\omega}$$

lo scorrimento dei due moti, per effetto di tale rotazione varia nel rapporto $1 : s$ la frequenza delle correnti rotoriche e con essa la velocità angolare del relativo campo magnetico rotante, ma ciò è senza influenza sulla reazione magnetica che questo esercita sullo statore, inquantochè, al solito, la rotazione della armatura compensa esattamente la modificata velocità. Quanto alla frequenza della tensione alle spazzole, essa, come sappiamo (Cap. V, n. 26), corrisponde alla velocità relativa di queste rispetto al campo magnetico, e poichè tale velocità è ancora ω , se ne conclude che la tensione stessa pulsa con la frequenza fonda-

mentale e che quindi il collegamento delle spazzole al circuito statorico è lecito.

Tornando al caso generale, diremo che le spazzole hanno posizione *neutra* quando esse sono calettate in guisa tale che, se le fasi delle correnti statorica e rotorica coincidono, i rispettivi campi rotanti vengono ad avere in ogni istante la stessa direzione. Quando esse siano invece spostate di un angolo α dalla posizione neutra, i due campi si troveranno costantemente inclinati fra loro di un tale angolo, oltre a quello dovuto all'eventuale spostamento di fase fra le correnti statorica e rotorica. Quanto ad α , lo supporremo positivo quando il campo rotorico precede, nel tempo, lo statorico, come avviene nella fig. 71, in cui la freccia indica il senso di rotazione dei campi magnetici.

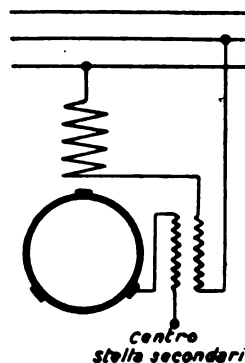


Fig. 70.

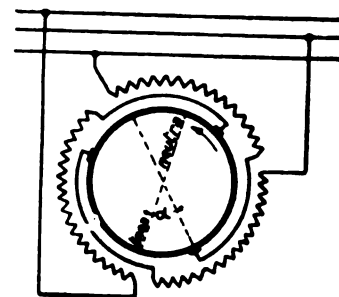


Fig. 71.

Ciò premesso, se ψ è il valore del flusso che in un certo istante attraversa una fase dello statore, quello che attraversa la corrispondente fase del rotore avrà lo stesso valore *dopo* che il campo avrà ruotato di un angolo α . Quindi se Φ è la caratteristica del primo flusso, sarà $e^{-j\alpha}\Phi$ quella del secondo.

Quanto a Φ , a produrlo contribuiscono f. m. di origine statorica e di origine rotorica, dovute la prima alla corrente statorica I_s , la seconda alla corrente rotorica I_r ; ma, quanto alle fasi, è da notarsi che quella del contributo rotorico si trova in anticipo di α rispetto a quel che sarebbe se le spazzole fossero in posizione neutra. Per cui indicando con N_s, N_r i numeri di spire dello statore e del rotore, la f. m. è espressa da:

$$N_s I_s + e^{j\alpha} N_r I_r,$$

e quindi, detta $\mathcal{R}$ la riluttanza del circuito magnetico, si ha:

$$\Phi = \frac{N_s I_s + e^{j\alpha} N_r I_r}{\mathcal{R}}.$$

In ogni caso poi, alle f. e. m. applicate allo statore ed al rotore, fanno equilibrio, a rotore fermo:

per lo statore:

I) la tensione dell'impedenza primaria — $Z_s I_s$ (dove

$$Z_s = R_s + j X_s,$$

essendo R_s la resistenza, X_s la reattanza di dispersione);

II) la f. e. m. di induzione

$$E_s = -j N_s \omega \Phi;$$

e, analogamente, per il rotore:

III) la tensione dell'impedenza secondaria — $Z_r I_r$ (dove

$$Z_r = R_r + j X_r,$$

essendo R_r e X_r definite analogamente alle R_s e X_s);

IV) la f. e. m. d'induzione

$$E_r = -j N_r \omega e^{-j\alpha} \Phi.$$

Se il rotore ruota con velocità corrispondente ad uno scorrimento s , per la solita ragione si riducono nel rapporto $1 : s$ sia la f. e. m. d'induzione che ha sede in esso sia la tensione della reattanza rotorica $j X_r I_r$, nonchè le frequenze di queste grandezze alternative e della I_r stessa, per cui, inteso che col solito procedimento queste vengano ricondotte alla frequenza fondamentale, alle f. e. m. III) e IV) si sostituiscono rispettivamente le:

$$\text{III')} \quad -Z_r' I_r = -(R_r + j s X_r) I_r,$$

$$\text{IV')} \quad E_r' = -j N_r s \omega e^{-j\alpha} \Phi.$$

Per proseguire, occorre distinguere i tre modi di alimentazione del rotore:

a) *motore in serie*: si ha manifestamente $I_r = I_s = I$ e le quattro f. e. m. I), II), III'), IV') considerate si sommano per bilanciare la d. d. p. applicata V . L'equazione della macchina è dunque semplicemente:

$$V = (A + B_s) I,$$

avendo posto:

$$A = Z_s - \frac{j N_s \omega}{\mathcal{R}} (N_s + N_r e^{j\alpha}) + R_r$$

$$B = - \frac{j N_r \omega}{\mathcal{R}} (N_s e^{-j\alpha} + N_r) + j X_r.$$

b) *motore in derivazione*: il circuito statorico è alimentato dalla d. d. p. V . Per esso si ha quindi la equazione:

$$(11) \quad V = A I_s + B I_r$$

con

$$A = Z_s - \frac{j N_s^2 \omega}{\mathcal{R}} \quad B = - \frac{j N_r N_s \omega e^{j\alpha}}{\mathcal{R}}$$

La d. d. p. V alimenta altresì il circuito rotorico, ma con l'intermediario di un trasformatore. Indicando con I_r' la corrente primaria di questo, le equazioni del trasformatore saranno analoghe alle (6) del n. 41, dove, al posto della d. d. p. secondaria $Z I''$ sarà da porre la somma delle f. e. m. III') e IV') mutate di segno. Avremo cioè, dette L, M, N le costanti che là indicavamo con A, B, C :

$$(12) \quad V = L I_r' - M I_s,$$

$$(13) \quad Z' I_r - E_r' = M I_r' - N I_s.$$

Le (11), (12) e (13) costituiscono un sistema di tre equazioni rispetto alle tre incognite I_s, I_r, I_r' , che permette di calcolare i valori di queste tre correnti. La corrente totale assorbita dalla macchina sarà manifestamente $I_s + I_r'$.

Non svilupperemo i calcoli, che del resto non presentano alcuna difficoltà: solo osserveremo che le espressioni delle tre correnti saranno date da tre frazioni aventi lo stesso denominatore, con questa particolarità, che nel denominatore comune ed in ciascuno dei numeratori la variabile s figura al primo grado, per modo che le espressioni di ciascuna delle tre correnti ed anche quella della corrente totale sono del tipo:

$$(14) \quad \frac{P + Qs}{P' + Q's}.$$

c) *motore compound*. In questo caso, la d. d. p. ai capi del primario del trasformatore che alimenta il rotore corrisponderà alla somma di V e delle f. e. m. I) II), cioè:

$$V - Z_s I_s + E_s,$$

mentre la sua corrente primaria è ancora I_s .

Se ora scriviamo le equazioni del trasformatore, tenendo presente il valore ora scritto della d. d. p. primaria, e ricordando che, analogamente al caso precedente, il circuito secondario è sede delle f. e. m. III') e IV'), esse saranno senz'altro le equazioni fondamentali della macchina, e da esse si ricavano ancora per le correnti incognite I_r ed I_r' delle espressioni del tipo (14).

Dalla semplice ispezione delle equazioni ottenute si conclude che per ognuna delle tre macchine considerate, nell'ipotesi di alimentazione a d. d. p. costante, il diagramma della corrente risulta un cerchio, il quale anzi nel caso a) passa per l'origine (corrispondente a $s = \infty$). Altrettanto avviene nei diagrammi delle d. d. p. nell'ipotesi di alimentazione a intensità costante, salvo per la macchina in serie, per la quale il diagramma corrispondente è una retta.

In ogni caso, su ciascuno dei diagrammi sono distesi proiettivamente i valori dello scorrimento s , per cui, al solito, risulta assai facile, mediante la solita costruzione geometrica, ottenere la rappresentazione di s in scala proporzionale.

Risultano poi altrettanti cerchi anche i diagrammi delle f. e. m. E_s, E_r, E_r' e del flusso Φ ; e poichè, come facilmente si verifica, tutti questi cerchi, per ogni macchina, hanno lo stesso denominatore, si possono individuare ⁽¹⁾ dei punti speciali

mediante i quali la rappresentazione di questi valori è ridotta a quella di un vettore fondamentale — pel quale si potrà assumere la corrente, nel caso di alimentazione a d. d. p. costante o la d. d. p. nel caso di alimentazione ad intensità costante — nel senso che i vettori predetti risultano rappresentati dalle congiungenti tali punti coll'estremo del vettore fondamentale. Naturalmente, volta per volta varia la scala e la direzione di riferimento.

53. - Motori monofasi a collettore.

a) *motore in serie*.

Per stabilire le equazioni fondamentali di questa, come delle altre macchine analoghe, che formano oggetto degli esempi che seguono, partiremo, al solito, dalla considerazione dei flussi magnetici.

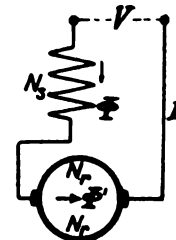


Fig. 72.

In questa macchina, il cui schema bipolare è rappresentato nella fig. 72, una corrente unica, che indicheremo con I , circola negli avvolgimenti dello statore (induttore) e del rotore (indotto). Convien scomporre il flusso complessivo, necessariamente alternato, in due flussi componenti, l'uno dei quali Φ è diretto secondo l'asse magnetico principale della macchina (asse statorico), e lo chiameremo flusso *principale*, l'altro Φ' è invece diretto secondo l'asse a quello perpendicolare (che corrisponde alla linea delle spazzole, se queste sono calettate nella posizione neutra, come in figura) e lo chiameremo flusso *trasversale*.

Scomposto così il flusso magnetico, sono da farsi le seguenti osservazioni di carattere generale:

1) ciascuno dei flussi componenti è dovuto alle sole correnti i cui circuiti sono disposti perpendicolarmente al flusso considerato. E nell'applicazione effettiva di questo principio, è da osservare che le correnti circolanti nelle due metà in cui un circuito (o parte di circuito) è diviso da una coppia di spazzole, sono da considerarsi appartenenti ad un circuito disposto perpendicolarmente alla linea delle spazzole, e pertanto prive di effetto magnetomotore. Più esattamente: gli effetti magnetomotori dovuti alle singole spire sono a due a due uguali e contrari e ciò anzi avviene separatamente per ciascuna delle due metà del circuito.

2) le f. e. m. d'induzione generate in ciascun circuito sono da commisurarsi al solo flusso che lo attraversa perpendicolarmente, perchè i flussi in direzione parallela, restano senza effetto induttivo sul circuito stesso. E, ai fini della applicazione di questo principio, è da osservarsi che una coppia di circuiti facienti capo ad una coppia di spazzole è da considerarsi come un circuito che si concatena col solo flusso magnetico diretto secondo la linea stessa delle spazzole, inquantochè, come subito si vede, i contributi elettromotori determinati nelle singole spire dal flusso ad esso perpendicolare sono a due a due uguali e contrari in ciascuna delle due parti costituenti la coppia.

3) le f. e. m. di rotazione generate nelle parti mobili della macchina sono commisurate al flusso che le attraversa nel senso perpendicolare alla linea delle spazzole. E, contrariamente a quanto avveniva nel caso precedente, per una coppia di circuiti derivata su una coppia di spazzole, è il flusso diretto secondo la linea delle spazzole che dà luogo nelle varie spire a contributi elettromotori a due a due uguali e contrari in ciascuno dei due circuiti e che quindi rimane nel complesso senza effetto.

Ciò premesso, è assai facile stabilire l'equazione della macchina in oggetto.

Indicando con N_s e $2N_r$ il numero delle spire dello statore e del rotore ⁽²⁾ nel circuito della macchina sono in giuoco le seguenti f. e. m.:

una f. e. m. d'induzione E_s , avente sede nello statore,

⁽¹⁾ Cap. VI, n. 37.

⁽²⁾ Così il numero delle spire di ciascuna metà del rotore risulta N_r .

rappresentata dal prodotto di $-j\omega N_s$ pel flusso concatenato con lo statore stesso, per il quale, in virtù della precedente osservazione 2), è da considerarsi il solo flusso principale Φ :

$$E_s = -j\omega N_s \Phi;$$

una f. e. m. d'induzione E_r , avente sede nel rotore, e rappresentata analogamente da:

$$E_r = -j\omega N_r \frac{\Phi'}{2}; \quad (")$$

una f. e. m. di rotazione E'_r , avente sede nel rotore, e rappresentata, in virtù della osservazione 3), da:

$$E'_r = -\omega' N_r \frac{\Phi}{2},$$

essendo ω' la velocità angolare del rotore;

le tensioni delle impedenze statoriche e rotorica Z_s e Z_r , (composte delle relative resistenze e delle reattanze dovute ai flussi dispersi) e misurate da:

$$-(Z_s + Z_r) I.$$

Infine, quanto ai flussi Φ e Φ' , indicando con $\mathcal{R}$ la riluttanza del circuito magnetico ⁽⁴³⁾, i loro valori sono:

$$\Phi = \frac{N_s I}{\mathcal{R}} \quad \Phi' = \frac{N_r I}{\mathcal{R}}.$$

In definitiva, l'equazione generale cercata è

$$V = (L + \omega' M) I,$$

avendo posto:

$$L = \frac{j\omega N_s^2}{\mathcal{R}} + \frac{j\omega N_r N_s}{2\mathcal{R}} + R_s + R_r, \quad M = -\frac{N_s^2}{\mathcal{R}}.$$

Così come è scritta essa ci indica che, supposta costante la intensità di corrente I (alimentazione ad intensità costante), la d. d. p. V ai capi della macchina, al variare della velocità ω' , è rappresentata da un diagramma rettilineo, mentre se la scriviamo sotto la forma

$$I = \frac{V}{L + \omega' M},$$

vediamo che, alimentando la macchina a d. d. p. costante V , il diagramma della corrente è un cerchio, il quale anzi passa per l'origine, che corrisponde al valore $\omega' = \infty$.

Lo stesso diagramma rappresenta manifestamente anche ciascuno dei flussi Φ e Φ' e ciascuna delle f. e. m. E_s , E_r , perchè queste grandezze sono tutte proporzionali ad I . Caso per caso, variano soltanto l'unità di misura e la direzione di riferimento. Quanto alla f. e. m. E'_r , il suo valore essendo proporzionale al prodotto $\omega' \Phi$ e quindi al prodotto $\omega' I$, la sua espressione non sarà proporzionale ad I , ma sarà tuttavia sempre una frazione avente lo stesso denominatore delle precedenti, quindi anche la E'_r è rappresentabile con lo stesso cerchio, senonchè, oltre mutare la unità e la direzione di riferimento, occorrerà mutare anche l'origine.

b) Motore in derivazione.

Lo schema di questa macchina è rappresentato nella fig. 73. Essa differisce dalla precedente in ciò che i circuiti statorico e rotorico sono alimentati separatamente.

Indicheremo con V_s , V_r le due d. d. p. d'alimentazione, che, per maggiore generalità, supporremo diverse.

Le equazioni della macchina si stabiliscono assai facilmente. Seguendo il procedimento indicato per la precedente, considereremo i flussi Φ e Φ' principale e trasversale, per i quali, conservando le precedenti notazioni, si ha:

$$\Phi = \frac{N_s I_s}{\mathcal{R}} \quad \Phi' = \frac{N_r I_r}{\mathcal{R}}.$$

⁽⁴³⁾ Essendosi indicato con Φ' il totale flusso trasversale, quello che si concatena con metà rotore sarà $\frac{\Phi'}{2}$.

⁽⁴⁴⁾ Si può ritenere lo stesso valore per la riluttanza dei due circuiti magnetici, se lo statore non è a poli salienti.

Avremo anche qui a considerare le f. e. m. d'induzione statorica e rotorica:

$$E_s = -j\omega N_s \Phi \quad E_r = -j\omega N_r \frac{\Phi'}{2},$$

una f. e. m. di rotazione:

$$E'_r = -\omega' N_r \frac{\Phi}{2},$$

e le tensioni d'impedenza $-Z_s I_s$ e $-Z_r I_r$.

E le equazioni della macchina sono:

$$V_s + E_s = Z_s I_s \quad V_r + E_r + E'_r = Z_r I_r,$$

dove sarà da intendere che le E siano espresse per i flussi, e i flussi per le correnti, secondo le precedenti equazioni.

La prima fornisce per I_s un valore costante. Sostituendolo nella seconda, da questa si trae per I_r un valore la cui espressione è, al solito, lineare rispetto alla variabile ω' , onde si deduce che I_r e tutte le altre grandezze alternative variabili in giuoco sono rappresentate da un medesimo cerchio, i cui punti sono riferiti proiettivamente al valore della velocità ω' .

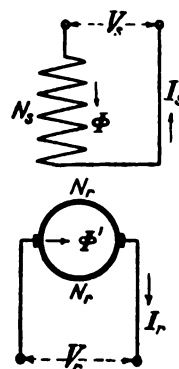


Fig. 73.

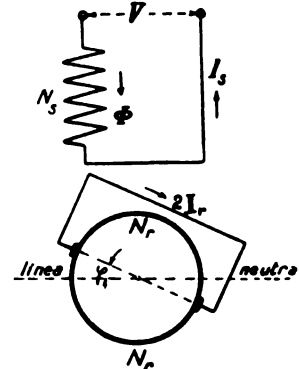


Fig. 74.

c) Motore a repulsione.

Questa macchina consiste in uno statore eccitato in derivazione sulla linea, ed in un rotore con collettore e spazzole, elettricamente isolato dallo statore. Nello schema bipolare le spazzole sono due, diametralmente opposte e collegate in corto circuito (vedi fig. 74). Indicheremo con φ l'angolo che la linea delle spazzole forma con la linea neutra cioè con la perpendicolare all'asse magnetico dello statore, ed al solito con I_s , I_r le correnti statorica e rotorica, con Φ_s e Φ_r i flussi dovuti alle sole correnti statorica o rotorica rispettivamente, con $\mathcal{R}$ il comune valore delle riluttanze dei rispettivi circuiti magnetici. Si avrà:

$$(15) \quad \Phi_s = \frac{N_s I_s}{\mathcal{R}} \quad \Phi_r = \frac{2 N_r I_r}{\mathcal{R}},$$

ed è a notarsi che Φ_s è diretto secondo l'asse magnetico dello statore, e Φ_r secondo la linea delle spazzole, e quindi forma con Φ_s l'angolo $\frac{\pi}{2} - \varphi$.

A produrre effetti induttivi nello statore concorre tutto Φ_s e la componente ⁽⁴⁵⁾ di Φ_r nella direzione di Φ_s , cioè $\Phi_r \sin \varphi$; invece il rotore risente effetto induttivo per parte della totalità di Φ_r e della componente di Φ_s nella direzione delle spazzole cioè $\Phi_s \sin \varphi$. Per la produzione della f. e. m. nel rotore è invece interessata la componente di Φ_s in direzione normale alla linea delle spazzole cioè $\Phi_s \cos \varphi$.

Dette dunque E_s , E_r le f. e. m. d'induzione statorica e rotorica, ed E'_r la f. e. m. di rotazione rotorica si avrà, indicando con ω' la velocità di rotazione del rotore:

$$(16) \quad \begin{aligned} E_s &= -j\omega N_s (\Phi_s + \Phi_r \sin \varphi) \\ E_r &= -\frac{j\omega N_r}{2} (\Phi_r + \Phi_s \sin \varphi) \\ E'_r &= -\frac{\omega' N_r}{2} (\Phi_s \cos \varphi). \quad (") \end{aligned}$$

⁽⁴⁵⁾ Qui si sommano i flussi mentre si dovrebbero sommare le f. m. m., ma la cosa è lecita, data la ipotesi semplificativa fondamentale della proporzionalità fra flussi e f. e. m.

Le equazioni della macchina sono dunque:

$$(17) \quad \begin{cases} V + E_s = Z_s I_s \\ E_r + E_r' = Z_r I_r, \end{cases}$$

dove Z_s , Z_r indicano le impedenze statorica e rotorica, composte della rispettiva resistenza e della reattanza di dispersione.

Sostituendo alle E i loro valori (16), ed ai flussi le loro espressioni (15), le (17) divengono:

$$\begin{cases} V = A I_s + 4 B \sin \varphi I_r \\ 0 = B (\sin \varphi - j t \cos \varphi) I_s + C I_r \end{cases}$$

avendo posto:

$$A = \frac{j \omega N_s^2}{\mathcal{R}} + Z_s, \quad B = \frac{j \omega N_r N_s}{2 \mathcal{R}}, \quad C = \frac{j \omega N_r^2}{\mathcal{R}} + Z_r,$$

ed avendo indicato con t il rapporto $\frac{\omega'}{\omega}$ della velocità del rotore alla pulsazione fondamentale.

Per alimentazione a d. d. p. V costante, risolvendo rispetto ad I_s ed I_r , si trova:

$$\begin{aligned} I_s &= \frac{V C}{A C - 4 B^2 \sin^2 \varphi + 2 j t B^2 \sin 2 \varphi} \\ I_r &= \frac{-V B (\sin \varphi - j t \cos \varphi)}{A C - 4 B^2 \sin^2 \varphi + 2 j t B^2 \sin 2 \varphi} \end{aligned}$$

Fissato φ , cioè calettate le spazzole in una determinata direzione (⁴⁷), I_s ed I_r dipendono solo da t , ed in modo tale che i diagrammi corrispondenti sono circolari. Anzi il cerchio di I_s passa per l'origine, che corrisponde al valore $t = \infty$, e, per la solita ragione, lo stesso cerchio, riferito ad una conveniente origine, può servire anche alla rappresentazione di I_r .

Per la stessa ragione, lo stesso cerchio può essere utilizzato anche per rappresentare i flussi e le f. e. m. E_s , E_r , E_r' , perchè le espressioni di queste grandezze hanno tutte il medesimo denominatore.

d) Motore serie-repulsione Latour.

Lo schema di questa macchina è rappresentato nella fig. 75: abbiamo uno statore che supporremo al solito liscio, bipolare, avvolto in guisa tale da presentare un asse magnetico, ed un rotore con due coppie di spazzole due delle quali, disposte perpendicolarmente a detto asse, sono collegate in serie con l'avvolgimento statorico, e le altre due, perpendicolari alle prime, sono chiuse in corto circuito, e costituiscono gli estremi del circuito di compensazione.

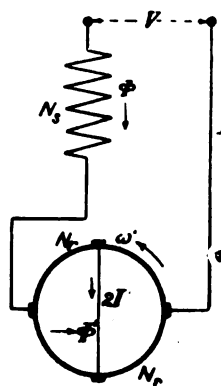


Fig. 75.

Indicheremo con I la corrente principale, quella cioè che attraversa il circuito statorico biforcandosi poi in quello rotorico nel senso della linea neutra, e con $2 I'$ la corrente che percorre il conduttore di collegamento delle spazzole in corto circuito.

Il flusso magnetico totale della macchina sarà composto di una parte Φ , principale, diretta secondo l'asse magnetico dello statore, e di una parte trasversale Φ' diretta perpendicolarmente a quello. Ricordando le solite osservazioni fondamentali, si ha

(⁴⁶) Nelle due ultime espressioni compare il divisore 2 perchè il flusso interessato alla produzione delle rispettive f. e. m. si biforca nel rotore.

(⁴⁷) Si può dimostrare che il calettamento più conveniente corrisponde ad un angolo φ prossimo a $\frac{\pi}{4}$.

che a produrre Φ concorre tutta la eccitazione statorica $N_s I$ e quella parte della rotorica che è dovuta alla corrente I' . Questa porta un contributo di $2 N_r I'$ amper-spire, essendo $2 N_r$ il numero delle spire del rotore, per cui, detta $\mathcal{R}$ la riluttanza, sarà:

$$(18) \quad \Phi = \frac{N_s I + 2 N_r I'}{\mathcal{R}}.$$

A produrre Φ' invece, in virtù delle stesse osservazioni, concorre la sola eccitazione proveniente dalla corrente I circolante fra le spazzole principali del rotore; la f. m. vale dunque $2 N_r I$, e si ha quindi:

$$(19) \quad \Phi' = \frac{2 N_r I}{\mathcal{R}}.$$

Ciò premesso, esaminiamo separatamente quel che avviene nel circuito principale e nel circuito di compensazione.

Nel primo, oltre la d. d. p. impressa V , vi sono a considerare:

una f. e. m. d'induzione E_s generata nello statore dalle alternazioni del flusso Φ ed espressa da:

$$E_s = -j \omega N_s \Phi,$$

un'altra f. e. m., pure d'induzione, E_r , generata nel rotore dalle alternazioni del flusso Φ' ed espressa da:

$$E_r = -j \omega \frac{N_r}{2} \Phi,$$

una f. e. m. di rotazione E_r' riferibile al flusso Φ ed espressa quindi da:

$$E_r' = \omega' \frac{N_r}{2} \Phi',$$

la tensione d'impedenza

$$-(Z_s + Z_r) I.$$

Nel secondo si ha:

una f. e. m. d'induzione E_r' generata nel rotore dalle alternazioni del flusso Φ ed espressa da:

$$E_r' = -j \omega \frac{N_r}{2} \Phi,$$

una f. e. m. di rotazione E_r'' dovuta al flusso Φ' ed espressa quindi da:

$$E_r'' = -\omega' \frac{N_r}{2} \Phi', \quad (^{48})$$

e la tensione d'impedenza

$$-Z_r I'.$$

Di conseguenza le equazioni della macchina sono, per primo circuito:

$$V + E_s + E_r + E_r' = (Z_s + Z_r) I,$$

e per secondo circuito:

$$E_r' + E_r'' = Z_r I'.$$

Esprimendo le f. e. m. E_s , E_r , E_r' , E_r'' per i flussi e questi per le correnti secondo le (18), (19), le equazioni stesse si riducono a:

$$\begin{cases} V = (A + t B) I + (4 C + t D) I' \\ 0 = (C - t D) I + F I' \end{cases}$$

avendo posto:

$$A = \frac{j \omega}{\mathcal{R}} (N_s^2 + N_r^2) + Z_s + Z_r, \quad B = \frac{\omega N_r N_s}{2 \mathcal{R}},$$

$$C = \frac{j \omega N_r N_s}{2 \mathcal{R}}, \quad D = \frac{\omega N_r^2}{\mathcal{R}}, \quad F = \frac{j \omega N_r^2}{\mathcal{R}} + Z_r,$$

ed essendo, al solito, $t = \frac{\omega'}{\omega}$.

(⁴⁸) Tenendo conto del senso delle correnti, dei flussi e della velocità di rotazione, come è indicato dalle frecce in figura, si vede subito che la espressione di E_r' è da assumersi col segno +, quella di E_r'' , col segno -.

Risolvendo rispetto ad I e I' si trova:

$$I = V \frac{F}{AF - 4C^2 + t(BF - 3CD) + t^2 D^2}$$

$$I' = V \frac{I'D - C}{AF - 4C^2 + t(BF - 3CD) + t^2 D^2}$$

Siccome il rapporto t della velocità alla pulsazione fondamentale, cioè il parametro variabile della macchina, entra in queste espressioni al secondo grado, i diagrammi corrispondenti risultano delle quartiche bicircolari (Cap. VI, n. 39); e più precisamente la quartica luogo di I , salvo un ribaltamento rispetto all'asse di riferimento, non è che la curva inversa della parabola:

$$\frac{AF - 4C^2}{F} + t \frac{BF - 3CD}{F} + t^2 \frac{D^2}{F},$$

e quindi ha una cuspide nell'origine (fig. 76). La parabola stessa invece rappresenta il diagramma della d. d. p. ai capi della macchina, supposta alimentata ad intensità costante.

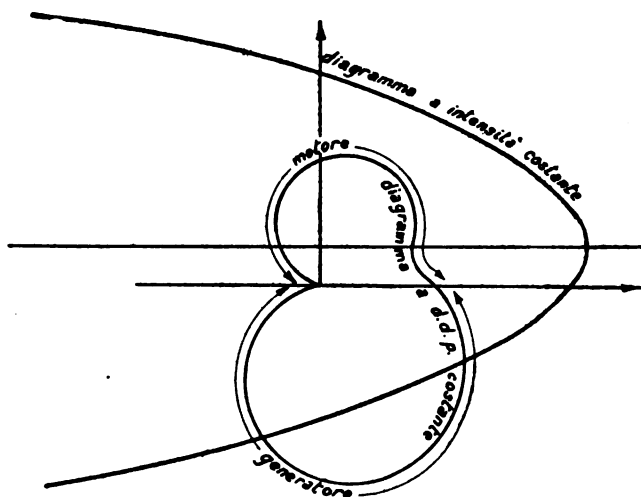


Fig. 76.

Analogamente, le altre grandezze alternative in giuoco nella macchina sono rappresentate da altrettante quartiche bicircolari, alcune delle quali, con una opportuna scelta degli elementi di riferimento, possono identificarsi con la quartica della corrente I .

(Continua).

Pubblicazioni dell'A. E. I.

L'ELETTROTECNICA — Ogni annata	L. 75,—
Abbonamento (nel Regno)	9,—
(estero)	75,—
Un numero separato (nel Regno)	150,—
(estero)	3,—
più per postali	4,—
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:	
Vol. I. - IIª Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente	20,—
più per postali	2,—
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	20,—
più per postali	3,—
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)	2,50
più per postali	0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	1,—
più per postali	0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	3,—
più per postali	1,—
NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche	4,—
più per postali	1,—
NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana	1,50
più per postali	0,80
Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI-NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)	3,—
più per postali	1,—

L'ELETTROTECNICA ALLA FIERA CAMPIONARIA DI MILANO

Anche quest'anno la Fiera Campionaria di Milano ha raccolto adesioni larghissime e ha adunato nei suoi padiglioni una quantità veramente imponente di materiali i più diversi.

Il padiglione destinato alla Elettrotecnica era divenuto troppo angusto per adunare la rappresentanza di tutte le Case costruttrici di materiale elettrico che avevano partecipato alla Fiera, per quanto parecchie delle Ditte più importanti si siano ormai costruite padiglioni propri. Per avere una idea completa del macchinario e degli apparecchi elettrici presentati alla Fiera bisognava perciò visitare non soltanto il padiglione speciale, ma anche quello degli apparecchi scientifici e il grandioso edificio destinato alla Meccanica.

Per quanto vasta fosse stata la partecipazione delle Case produttrici di materiale elettrico, la Fiera non poteva naturalmente presentare un quadro completo di quello che è lo sviluppo attuale dell'industria elettrica italiana. Tuttavia la mostra merita per diversi punti di essere rilevata, e nella grande quantità di oggetti esposti alcuni se ne osservavano, veramente notevoli.

Naturalmente il grosso macchinario era il meno rappresentato, per ovvie ragioni di ingombro e di difficoltà di trasporti. Qualche affermazione importante non mancava però anche in questo campo.

*

Il gigante dell'esposizione, per quanto riguarda l'elettrotecnica, era indubbiamente costituito da un alternatore da 22.000 kVA; di esso il Tecnomasio Italiano Brown Boveri di Milano, presentava una quarta parte dello statore, atta a dare una idea delle grandiose dimensioni dell'intera macchina e dell'alto grado di perfezione raggiunto dalle lavorazioni.

L'alternatore, a 42 periodi, 6000/6600 V, a 420 giri è destinato, insieme a due altri identici, che sono attualmente in costruzione e montaggio, alla Centrale di Fadalto della Società per le Forze Idrauliche del Veneto, dove già sono in funzione dal gennaio 1924, altre due macchine eguali.

La parte di statore esposta, era in parte senza avvolgimento, colle cave, di tipo aperto, vuote; alcune cave contenevano invece già le sbarre dell'avvolgimento, mentre una parte del pezzo portava le sbarre già connesse in modo da costituire le bobine. Il pacco del ferro era molto frazionato per assicurare il raffreddamento a mezzo della ventilazione ed evitare riscaldamento dannosi anche nelle parti centrali delle matasse.

Un'altra grossa macchina esponeva il Tecnomasio. Si trattava di una convertitrice destinata, con altre eguali, all'impianto di Nera Montuoro della Terni. La macchina, alimentata come esafase a 826 V alla frequenza di 50 periodi, eroga sul lato a corrente continua, una potenza di 2500 kW alla tensione di 400 V; essa viene portata alla velocità di sincronismo di 375 giri mediante un motore asincrono-sincronizzato il quale viene avviato come asincrono e, ad avviamento compiuto, viene reso sincro eccitando l'indotto con corrente continua.

A servizio di tali convertitori il Tecnomasio costruisce degli interruttori a corrente continua 400 V e 10.000 A di cui era esposto un esemplare: esso è munito dei dispositivi per scatto automatico per massima corrente, per ritorno di corrente, e per il caso in cui, interrompendosi l'avvolgimento di campo della convertitrice, essa assumesse una velocità del 15 % superiore alla normale.

Accanto a questo si notava un altro interruttore a corrente continua ma ad alta tensione (2600 V, 150 A) destinato alla linea di trazione Spoleto-Noria servita appunto con corrente continua a 2600 V. L'interruttore, a scatto rapidissimo, è provvisto di soffiatore magnetico dell'arco ed è previsto per comando a distanza e ricarica per via pneumatica.

Parecchio altro materiale arricchiva la mostra del Tecnomasio. Fra esso, una serie di motori trifasi dalle minori potenze, inferiori al mezzo kW, fino ai 15 kW; un controller per trazione a corrente continua a 1500 V e 200 A. Meritevole di attenzione un campionario di materiale isolante bituba, fra il quale una lastra dello spessore di 80 millimetri.

La questione del miglioramento del fattore di potenza negli impianti industriali, richiama sempre più l'attenzione degli esercenti e dei costruttori. Alla Fiera questo orientamento attuale della tecnica dei motori, era reso evidente dai tipi di motori sincroni compensati, che erano esposti dalle diverse Case.

Le Officine Fonderie A. Pellizzari e Figli di Arzignano (Vicenza) esponevano i motori compensati secondo il noto brevetto del Professore Sartori, che esse costruiscono in tipi di serie per potenze comprese fra 3,75 kW e 375 kW e per tensioni fino a 500 V. Uno di questi, da 110 kW, 120 V e 210 giri, funzionava a vuoto assorbendo da 8 a 10 A. Accanto ad esso erano esposti parecchi altri esemplari di motori compensati, ed anche di motori asincroni in corto circuito o ad anelli, dei tipi di serie che vengono costruiti fino a potenze di 750 kW.

Una serie di fotografie illustrava gli altri prodotti delle Officine Pellizzari: turbine idrauliche, alternatori, trasformatori fino a 2000 kVA e specialmente elettropompe e ventilatori.

I motori sincroni autocompensati brevetto Sartori sono pure costruiti dalle Officine Ing. Giampiero Clerici e C. di Milano, le quali ne espongono parecchi esemplari. Una particolarità della mostra di questa Ditta, era costituita dai tipi speciali di motori per comando dei ring; tali motori vengono costruiti provvisti di uno speciale controller addossato alla carcassa stessa del motore di modo che tutte le manovre necessarie si trovano raccolte a portata di mano dell'operaio. Uno speciale sistema di blocco impedisce la manovra dell'interruttore principale della sala fino a che tutti i motori non siano stati riportati alla posizione di partenza.

Per le prove degli olii la Ditta Clerici presentava un gruppo munito di un regolatore a doppia reattanza il quale, pur essendo più semplice e meno costoso dei comuni regolatori a induzione, permette di variare la tensione da zero al massimo senza dissipazione di energia e senza deformare l'onda della tensione; il regolatore può anche essere inserito come auto-trasformatore. Il voltmetro, annesso all'apparecchio, è collegato in modo da mantenere la segnalazione della tensione di scarica dello spinterometro. Il trasformatore ha l'avvolgimento in due metà che possono venir connesse in serie o in parallelo; un estremo dell'alta tensione è collegato alla massa, ciò che rende possibile di eseguire anche misure di altro genere.

Anche la Società Italiana Ernesto Breda presentava dei tipi di motori asincroni compensati, brevetto Torda. Essi sono costruiti realizzando genialmente in modo semplice il gruppo di due macchine: motore a induzione - macchina con avvolgimento di armatura alimentata dalla corrente dell'indotto alla frequenza dello slip. Nel motore brevetto Torda le due macchine sono unite in una macchina unica in modo che i due campi magnetici, quello del motore e quello compensatore, percorrono lo stesso circuito magnetico senza influenzarsi reciprocamente.

Tale tipo di motore ha funzionamento del tutto eguale a quello di un motore ordinario a induzione; può essere collegato a stella o a triangolo e può anche essere costruito per corrente monofase. Il rendimento è pari a quello di un motore ordinario, la compensazione completa del fattore di potenza ($\cos \phi = 1$) può essere ottenuta anche per carichi bassissimi. Le spazzole non hanno posizione fissa sul collettore e sono soggette soltanto a tensioni di 6 a 10 V.

✱

Un complesso di apparecchi e di dispositivi interessanti era presentato dalla Soc. An. Aeromeccanica Marelli di Milano. La Ditta è, come noto, specializzata negli impianti di ventilazione e di essiccazione. Oltre a diversi gruppi di umidificazione, di trasporti pneumatici, ecc., si notava un impianto di aspirazione della polvere per pulitrici, servite da un elettroventilatore aspirante e provvisto di ciclone e filtro d'aria a tela. Un sistema di filtri a tasche intercambiabili era invece destinato alla depurazione dell'aria negli impianti di raffreddamento con circolazione d'aria per alternatori e trasformatori. Completavano la mostra: un camino a tiraggio meccanico per forni a combustibili poveri; un elettroriscaldatore composto di un tubo in lamiera d'acciaio contenente tre resistenze in nichel-cromo che vengono lambite dall'aria immessa da un elettroventilatore e che permette di riscaldare di 35° un volume d'aria di 35 metri cubi al minuto coll'impiego di 45 kW.

✱

Il padiglione speciale della Ditta Pirelli di Milano, raccoglieva un campionario degli svariatisimi prodotti della lavorazione della gomma, nella quale la Casa si è acquistata una così alta fama mondiale. Richiamavano specialmente l'attenzione, oltre i campioni della gomma greggia e le fotografie delle ricche piantagioni proprie della Ditta, gli spezzoni del cavo a 130.000 V già altra volta ampiamente illustrato su questo giornale, e del quale la Pirelli ha in costruzione parecchi chilometri per forniture negli Stati Uniti d'America.

L'altra grande Casa italiana produttrice di cavi elettrici, la Società An. Ing. Vittorio Tedeschi di Torino, aveva pure presentato una interessantissima mostra. Primeggiava un esemplare dell'ultimo tipo di cavo unipolare per 75.000 V munito del suo cono terminale. Un altro campione notevole era quello di un cavo trifase per 22.000 V di esercizio e tensione di perforazione superiore a 350.000 V. Vi erano poi parecchi altri tipi di cavi: uno a tre conduttori da 500 mm² per 500 V, altri pure a tre conduttori, da 350 mm², per 120.000 V e per 15.000 V, uno a tre conduttori da 50 mm² per 30.000 V ed altri ancora.

La Ditta Ing. Tedeschi esponeva anche un ricco assortimento di conduttori elettrici di ogni genere, fili e piattine per avvolgimenti di macchine elettriche, fili smaltati per apparecchi radio, cordoni e cavi per automobili ed aeroplani, ecc. Per gli impianti telefonici si notavano dei cavi isolati in carta patterson da 400 o 500 e 600 copie, e cavi interurbani da 36 copie, accessori e apparecchi di ogni genere.

Una ricca mostra di conduttori di molte qualità e dei più svariati servizi era esposta altresì dalla Fabbrica Conduttori Elettrici Isolati di Torino. Per gli accessori per impianti elettrici si faceva notare lo Stand della Ditta Siciliani e C. di Milano. Produzione caratteristica della Ditta è quella dei dispositivi per derivazioni di condutture elettriche mediante sistema a spina, brevetto Cacchi. Queste derivazioni, studiate in modo da assicurare il buon contatto in ogni condizione di lavoro, si costruiscono per tutte le categorie di innesti, dalle più piccole fino ai grossi bocchettoni per giunzioni di cavi per applicazioni

elettroagricole e motori mobili in genere. La Ditta si è anche specializzata nella lavorazione di materiale isolante stampato. Viene a tale scopo impiegato un agglomerato speciale detto Miss il quale viene prodotto in tre categorie, è caratterizzato da una tensione di perforazione di 10.000 V per millimetro, da un peso specifico 1,8-1,9, e sopporta temperature di 70° e anche 80°. Con questo materiale la Ditta Siciliani produce pezzi stampati di ogni forma e dimensione per le più svariate applicazioni.

Lo stand Siciliani conteneva inoltre degli esemplari di lampade ad arco trifasi specialmente studiati per applicazioni alla industria delle fotoincisioni e in tutte le applicazioni della fotomeccanica e della fotografia. Per la rilevante produzione di radiazioni ultraviolette, le lampade ad arco della Ditta Siciliani trovano anche impiego in medicina nelle cure elioterapiche.

I materiali isolanti erano largamente rappresentati alla Fiera, nella loro molteplice varietà ben nota ai tecnici. Troppo lungo sarebbe dare notizia dettagliata di tutti e perciò ci limitiamo a ricordare gli stand della Società Italiana Bakelite di Milano, della Soc. Ceramica Richard Ginori, della Società Anon. Italiana Isolatori Folembay e quello della Ditta Monwinckel di Milano specializzata in isolanti per apparecchi e applicazioni radio.

Materiali isolanti dotati di rilevante resistenza al calore, così da costituire insieme dei veri materiali refrattari, erano presentati dalla Società Anonima Italiana Driver-Harris di Torino. Questi materiali, dei quali fa parte uno speciale cemento refrattario per avvolgimenti, trovano largo campo di impiego nelle applicazioni elettrotecniche. La stessa Ditta esponeva campioni delle leghe metalliche per resistenze, come la Nichrome e la Advance, prodotte dalla consorella British Driver Harris di Manchester che fornisce queste leghe in fili, in barre o in fogli.

✱

L'apparecchiatura elettrica era rappresentata quest'anno alla Fiera da costruzioni importanti.

Il Laboratorio Elettrotecnico Ing. Luigi Magrini di Bergamo, aveva limitato la sua mostra quasi esclusivamente ad uno dei rami della sua attività, quello degli interruttori in olio. La Ditta ha studiato tipi di tali apparecchi adatti alle esigenze particolari di tutte le industrie, raggiungendo, come la mostra ben dimostrava, un alto grado di specializzazione e di perfezione costruttiva. La serie dei poli per interruttori in olio che era esposta, comprendeva tipi che vanno dai 400 A e 175.000 V fino ai 6000 A e 6000 V. La serie dei tipi degli interruttori tripolari presenta tipi svariatisimi da 100 A, e 45.000 V, fino a 5000 A e 12.000 V, sia per installazioni interne, che all'aperto.

Negli stands Magrini si osservavano poi ancora campioni dei sistemi di relai selettivi IUM ben noti, e del selettore di sincronismo, brevetto Sartori-Calzoni, che risolve, come è noto, il problema della messa in parallelo automatica di centrali o di reti fra loro.

Si notavano poi ancora serie di isolatori passanti in bakelite, tipo a condensatore, da 35.000 V a 175.000 V; una serie di motori trifasi asincroni a quattro tensioni da un terzo di kW fino a 23 kW; ed un interessante segnalatore di circolazione, brevetto Puccioni, adattabile a qualunque servizio richiedente la continuità di circolazione di un fluido, e che accoppia a un segnale luminoso che indica la permanenza della circolazione, un segnale acustico nel caso di arresto.

La Ditta Vanossi e Fantini di Milano presentava, fra l'altro materiale: un interruttore tripolare in olio a tre casse separate, per 200 A e 45.000 V, automatico a massima corrente con relai a motore, e provvisto di comando elettrico a distanza, d'apertura e chiusura; un interruttore tripolare da 350 A automatico a massima corrente e minima tensione; un interruttore unipolare automatico a massima corrente, per corrente continua, con interruzione quadrupla con tre soffiatori distinti agenti nell'intervallo di un cinquantesimo di secondo. Si notavano ancora, nello stesso stand, un interruttore unipolare per corrente alternata da 2000 A, automatico a massima corrente; un commutatore unipolare a spazzole lamellari per corrente continua fino a 2000 A; una bobina Campos per linea a 60.000 V, ed altra apparecchiatura per alta tensione.

Interessante specialmente nei riguardi della sicurezza degli operai è l'interruttore-freno automatico sistema Busolini e Veronesi, costruito e presentato dalla Vanossi e Fantini. Il dispositivo ha lo scopo di frenare rapidamente un motore a induzione producendo l'arresto quasi istantaneo di esso e quindi del macchinario da esso dipendente. Il principio sul quale l'apparecchio si fonda è quello della inversione del campo del motore combinata colla introduzione nel circuito rotorico di una forte resistenza. Si riesce in tal modo ad arrestare completamente il motore in un tempo che può essere ridotto a pochi secondi ed anche a meno di 2'', senza che il motore resti menomamente danneggiato.

✱

Nel campo della illuminazione si facevano naturalmente osservare in modo particolare le ricche mostre delle principali e ben note Ditte costruttrici di lampadine elettriche, come la Philips, la Pope, la Edison Clerici, la Osram, ecc., le quali presentavano numerosissimi tipi di lampade adatte alle più svariate esigenze per ambienti industriali, per illuminazioni pubbliche, per applicazioni scientifiche, ecc., ecc.

Una curiosità in questo campo era costituita dalla lampada Iles che la Società An. Industria Lampade Elettriche Speciali di Novara, ha da poco tempo messo in commercio e che presentava per la prima volta alla Fiera. Si tratta di un tipo di lampada a filamenti multipli e

indipendenti, di ideazione e costruzione italiana. Il tipo attualmente costruito, è provvisto di tre filamenti spiralizzati di tungsteno, indipendenti fra loro e muniti ciascuno di un proprio conduttore che mette capo esternamente ad una laminetta-contatto elastica. Le tre laminette sono sovrapposte ma distanziate in modo che, avvitando più o meno la lampada, si possono mettere in contatto uno o due o tutte e tre le laminette realizzando così tre diverse intensità luminose. Normalmente però la lampada funziona con un solo filamento ed in tal caso il dispositivo sopra indicato si rende utile nel senso di aumentare la durata utile della lampada. Infatti quando sia consumato o fulminato il primo filamento, basta avvitare ulteriormente la lampada per provocare l'accensione del secondo filamento e in seguito poi, quello del terzo. La vita utile della lampada riesce quindi triplicata e si asserisce possa durare 3000 ore. Questo tipo di lampada si presenta anche particolarmente utile per l'applicazione a ferrovie, tramvie, ecc., permettendo di rimettere subito in funzione la lampadina che si sia guastata.

*

Una mostra particolare era quella della Ditta Ing. Giovanni Mascari di Milano, la quale esponeva alcune delle sue caldaie elettriche, costruzioni nelle quali essa si è da tempo specializzata. Le caldaie elettriche Mascari sono munite di un dispositivo di regolazione automatica il quale impedisce che la potenza assorbita oltrepassi un certo valore limite che può essere stabilito a piacere e può anche venire variato durante il funzionamento mediante lo spostamento del nucleo di un solenoide. Il dispositivo agisce su una valvola posta nel tubo d'alimentazione d'acqua e che regola il livello d'acqua in caldaia in modo che la domanda non possa superare il valore stabilito. Un dispositivo analogo è inserito sulla linea di alimentazione generale dell'impianto del quale la caldaia fa parte e agisce in modo da far assorbire dalla caldaia tutta l'energia che in ogni istante non sia diversamente utilizzata permettendo così di realizzare l'utilizzazione totale dell'energia acquistata a forfait.

Oltre alle caldaie normali, delle quali erano presentati tipi di diverse grandezze, erano anche esposti due tipi di caldaie a termosifone con regolazione a meno mediante spostamento degli elettrodi. Curiosa una piccola caldaia da 20 kW capace di dare vapore a tre atmosfere, con annessa la pompa di alimentazione e relativo motorino, e provvista di regolazione automatica agente appunto sulla pompa d'alimentazione.

Fra le applicazioni termiche devono essere ricordati gli stands della Ditta Ing. Gaetano Malaguti di Milano, dove si potevano osservare in funzione parecchie saldatrici elettriche e forni elettrici per applicazioni industriali e per laboratorio. Le saldatrici della Ditta G. Malaguti raggiungono anche la potenza di 250 kVA; alcuni tipi di forni realizzano temperature fino a 3000°, mentre altri, del tipo a muffola o a bagni fusi sono costruiti per temperature fra 1000° e 1300°.

La Casa Antonello e Orlandi esponeva i suoi forni per la cottura del pane.

Vanno ancora ricordate le saldatrici elettriche della Ditta Lindhe Ing. Sala e C. di Milano.

Altre applicazioni termoelettriche esponevano la Società Elettrotermofonica Italiana di Torino, la Società Forni Elettrici di Milano, la Società per l'Accumulazione termoelettrica, T. E. A., ed altre.

*

L'elettrotrazione era quest'anno meno riccamente rappresentata che non nelle precedenti Fiere, tuttavia vi era del materiale interessante.

Richiamava specialmente l'attenzione un locomotore elettrico E 471 costruito per le Ferrovie dello Stato, dalle Costruzioni Elettromeccaniche di Saronno. Si trattava del primo esemplare del tipo di locomotore destinato a funzionare con corrente alternata a frequenza industriale. Esso sarà messo in servizio sulla Roma-Tivoli-Sulmona sulla quale come è noto si stanno sperimentando anche locomotori a frequenza industriale costruiti da altre Ditte.

La Società Breda, fra l'altro materiale di trazione, esponeva due vetture destinate ai tram della città di Milano. Per esse è stato studiato dalla Breda un tipo di equipaggiamento sistema Somaini, a regolazione continua e ricupero che consente un notevole risparmio di energia. Questo sistema già sperimentato per un anno su una vettura in servizio, ha dato buoni risultati ed è stato adottato dall'Azienda Tramviaria di Milano.

La Rognini e Balbo di Milano aveva presentato una automotrice ad accumulatori, da 60 kW, del tipo che da oltre un anno è in servizio su una linea della provincia di Verona. Quattro automotrici per linee urbane o suburbane esposte alla Fiera erano equipaggiate, per la parte elettrica, dalla Compagnia Generale di Elettricità. I motori di queste vetture sono dotati di doppia ventilazione e, per alcune, sono montati su supporti a sfera; i controller sono provvisti di uno speciale sistema brevettato spegni arco. Vetture di questo tipo sono state fornite alle Tramvie di Milano, di Bergamo e di Palermo.

Nel padiglione della Meccanica, dove pure abbondava il materiale elettrico, grandeggiavano alcuni campioni di grosse tubazioni forzate mandate dalla Tubi Togni di Brescia. Fra i pezzi esposti si può ricordare un collegamento a tre vie, in acciaio fuso, pesante 40 tonnellate e provato alla pressione di 138 atmosfere, destinato all'impianto del Liro Inferiore; un analogo pezzo per deviazione, pure in acciaio fuso e destinato all'impianto di Farneta del Consorzio Italiano di Bonifica, aveva dimensioni poco inferiori a quelle del pezzo prece-

dente. Pure destinato all'impianto del Liro Inferiore della Società Interregionale Cisalpina era un tronco di tubo blindato del diametro di m 1,80. Completavano l'interessantissima mostra una grandiosa saracinesca, e altra apparecchiatura per condotte idrauliche e impianti idroelettrici, materiale nel quale la Ditta, come è noto, si è fatta una vera specialità.

*

Il Padiglione degli apparecchi scientifici conteneva pure del materiale elettrotecnico del più alto interesse.

La Ditta Allocchio, Bacchini e C. di Milano, che in pochi anni si è così seriamente affermata per quanto riguarda l'istrumentario scientifico, esponeva parecchie delle sue più apprezzate costruzioni. Un nuovo modello del noto oscillografo della Ditta, si presentava provvisto di motorino sincrono a doppia velocità che permette quindi di ottenere sulla pellicola di registrazione una curva allungata od accorciata, a volontà. Sempre interessante il potenziometro a corrente alternata tipo Barbagelata, destinato, come è noto, a permettere un complesso di misure diverse sia a corrente continua che alternata. La Ditta esponeva poi un ricco campionario degli altri strumenti di sua fabbricazione: galvanometri, potenziometri, apparecchi di misura del rapporto di trasformazione, ecc.

La Allocchio e Bacchini costruisce anche materiale per radio-ricezioni ed esponeva due tipi di apparecchi: uno a onda fissa per ricezione locale, a manovra semplicissima, comandabile a distanza; l'altro, di grandissima portata capace di ricevere tutte le stazioni europee, funzionando con telaio, e della massima selettività.

La Ditta Luigi Gorla e C. di Milano aveva esposto molti apparecchi elettromedicali, genere di costruzioni nel quale la Ditta si è specializzata. Vi erano due apparecchi a corrente alternata per cure diatermiche, uno dei quali di tipo trasportabile. Pure di tipo trasportabile era un apparecchio per esami elettrici e per applicazioni elettriche, con correnti galvaniche, faradiche, e per applicazioni chirurgiche di caustica e di endoscopia; un apparecchio analogo più completo, adatto per laboratori, permetteva anche la termoloterapia.

Per mettere il prezioso ausilio dell'osservazione radioscopica alla portata di tutti i dottori, anche non specialisti, la Ditta Gorla costruisce, ed aveva esposto alla Fiera, un apparecchio molto semplice con tubi Coclidge. Per le cure elioterapiche vi erano invece delle lampade a vapori di mercurio con becco di quarzo.

Richiamavano specialmente l'attenzione dei competenti, nella mostra della Ditta Gorla, alcune radiografie di pezzi metallici, ottenute mediante un nuovo convertitore trifase a 250.000 V, brevetto Ing. Pugno-Vanoni. Le radiografie esposte rivelavano nel nuovo apparecchio doti di penetrazioni veramente rilevanti, come si poteva giudicare dai tempi di posa e dagli spessori attraversati.

*

Una mostra sempre caratteristica è quella della Società An. Bre-vetti Arturo Perego, la nota Casa produttrice di materiale telefonico. Come applicazione dei suoi sistemi di sicurezza antinduttivi, esponeva un completo posto telefonico per conduttori montati sugli stessi pali di due linee di trasporto di energia, una a 75.000 V e l'altra a 130.000 volt.

Accenniamo ancora fra il materiale esposto: un quadro centrale a quattro linee pericolose fino a 25.000 V; un quadro nel quale la protezione del trasformatore di sicurezza è affidata a un geniale sistema automatico di interruttore; un quadro di protezione per linee fino a 30.000 V con eliminatore delle cariche elettrostatiche indotte; un quadro con relais di sicurezza antinduttivo per la telegrafia simultanea su linee telefoniche. Figurava anche nella mostra un nuovo tipo di telefono portatile di sicurezza che, pur raggiungendo la più completa sicurezza per controcontatti con linee a 85.000 V, può essere smontato in pochi momenti.

Il sistema delle onde convogliate è stato da tempo applicato dalla Ditta Perego, la quale esponeva una completa stazione radiotelefonica e radiotelegrafica, brevetto Perego, per onde convogliate su circuiti ad alta o bassa tensione. La stazione, di funzionamento facile e sicuro e completamente automatico, raggiunge l'assoluta sicurezza contro i pericoli di contatto dell'aereo coll'alta tensione.

*

Anche nelle radiotrasmissioni la Ditta Perego si affermava brillantemente coi suoi apparecchi radiorecipienti, fra i quali specialmente da notare il tipo Super Arpe funzionante su telaio, e un apparecchio a due valvole di uso corrente che permette un'ottima ricezione.

Le radiotrasmissioni erano così largamente rappresentate alla Fiera di Milano di quest'anno, che riesce assolutamente impossibile ricordare tutto il materiale esposto od anche soltanto tutte le Ditte espositrici. Ci limitiamo perciò a far parola di parecchie di esse che abbiamo particolarmente notato.

La Ditta Ing. Ponti e Co. rappresentante della Compagnia Marconi (Officine di Costruzioni Radiotelegrafiche in Genova) presentava alla Fiera soltanto apparecchi riceventi, che formano un solo ramo della sua svariata produzione. Particolarmente osservati erano i recentissimi ricevitori tipo V4 e V5 Marina.

Ambedue questi apparecchi sono costruiti per la ricezione di onde da 250 a 4000 metri circa ed usano quattro valvole. Le ultime due valvole, del tipo L. S. 5 Marconi collegate in circuito come amplificatrici in bassa frequenza a mezzo di speciali trasformatori senza distorsione permettono un funzionamento in alto parlante puro e forte.

Gli apparati tipo V 4 sono muniti di un circuito relettore in serie con l'areo per attenuare ed escludere i disturbi prodotti da trasmettitori con lunghezze d'onda non superiori a 700 metri.

Il tipo V 4 Marina è in tutto simile al tipo V 4 con l'aggiunta di due filtri che possono a mezzo di commutatori essere inseriti in circuito.

I filtri sono formati da circuiti chiusi con induttanze e capacità variabili, accoppiati induttivamente con l'areo, tra loro e col circuito del ricevitore propriamente detto.

Manovrando opportunamente filtri, relettore e circuiti di sintonia, è possibile con questo ricevitore escludere nettamente intrusi e disturbi anche se di notevole intensità.

Molto ricca era la mostra della S. I. T. I. Doglio, la quale esprimeva tutto quanto essa produce in fatto di materiale radiotelefonico, dai semplici apparecchi a cristallo più modesti, fino a quelli più grandi perfetti per ricezioni lontane in altoparlante. Era molto osservato l'apparecchio tipo R 12 per ricezione locale e che la S. I. T. I. costruisce in un elegante mobiletto chiuso con altoparlante interno o anche con altoparlante esterno. L'apparecchio è di manovra estremamente semplice, bastando la pressione esercitata su un bottone per farlo entrare in funzione. Per le ricezioni da stazioni lontane, durante il funzionamento della stazione locale, la S. I. T. I. presentava due tipi di apparecchi potenti che rispondono pienamente alle esigenze della odierna tecnica radiofonica, raggiungendo una estrema selettività con una elevata potenza di ricezione in altoparlante.

Gli apparecchi del primo tipo, in neutrodina, erano: l'R 11 a 5 valvole micro esterne, per aereo, adatto per onde da 250 a 650 metri e capace quindi di ricevere la maggior parte delle stazioni diffonditrici europee; e l'R 14 a 5 valvole micro interne, costruito in mobile chiuso, per lunghezze d'onda da 250 a 2000 metri, adatto cioè per ricevere tutte le stazioni europee.

Altri apparecchi erano costruiti invece sul tipo Superaudina e ricevono colla maggiore chiarezza in alto parlante, su piccolo quadro, con una potenza selettiva grandissima. Vi erano due apparecchi di questo tipo: l'R 12 a 7 valvole micro esterne e l'R 12 M a 7 valvole micro interne, in mobile chiuso, elegantissimo.

La mostra della S. I. T. I. era poi completata dalle serie di parti staccate per costruzione di apparecchi; dagli strumenti di misura (onde-metri, ponti di misura di capacità, ecc.) e accessori d'ogni genere.

Un'altra Ditta Italiana, la Società Radio Elettro Meccanica B. Bianchi e C. di Bologna, aveva esposto materiale interessantissimo. Ricordiamo specialmente un dispositivo per ricezione a neutrodina per onde oltre i 600 metri, capaci di funzionare colla sola terra senza quadro o aereo; un apparecchio ricevente a una lampada, di dimensioni estremamente ridotte, per audizione di tutte le stazioni europee; un apparecchio a placca per ricevere in altoparlante la stazione locale. Un amplificatore microfonico conteneva l'uso dell'alto parlante in modo perfetto, sia dopo cristallo che dopo lampade, con l'impiego di una piccola batteria tascabile.

La Radio Elettro Meccanica, oltre i precedenti apparecchi di propria costruzione, esprimeva anche materiale di Case inglesi: Portable Utilities; Radio Communication, Radio Instruments, e Brandes, delle quali essa ha la rappresentanza. Fra questo materiale inglese si notavano i trasformatori Eureka, che hanno dati speciali di grande amplificazione e minima distorsione; trasformatori R J e sette rapporti; condensatori Polar a verniero; l'altisonante Brandola, e una quantità di altri accessori del più alto interesse.

La Soc. An. Fiart esprimeva oltre ad una nuovissima serie dei ben noti apparecchi, una novità interessante: La bobina « Multidyne ». Essa costituisce un ottimo ritrovato destinato a sostituire la serie delle bobine intercambiabili.

Infatti con una sola « Multidyne » si può sintonizzare un circuito nei limiti da 180 metri a 5300, col semplice spostamento di un indice che fa corpo con uno speciale sistema di commutazione il quale, eliminando le spire inattive non lascia quindi alcun estremo morto.

Riuscitissimo il raddrizzatore termoionico, che, alimentato dalla normale corrente d'illuminazione, fornisce la tensione di placca per qualsiasi apparecchio ricevente, senza aver bisogno della batteria anodica.

Altra novità introdotta dalla Fiart alla Fiera di Milano è stata l'installazione di uno speciale trasmettente locale che giornalmente, a mezzo di potenti altoparlanti Amplion, trasmetteva al pubblico lungo i viali e nei punti di maggior affluenza, notizie, quotazioni di borsa, concerti, conferenze, ecc.

Raddrizzatori a tubi termoionici per piccole erogazioni, atti alla alimentazione del circuito di placca degli apparecchi riceventi, esprimeva anche la Ditta Ing. Angiolo Fedi di Milano. Essa presentava anche i suoi apparecchi Radio Aster, nei quali l'alimentazione sia del filamento che delle placche, è ottenuta colla corrente alternata di illuminazione mediante un apparecchio raddrizzatore brevettato che la Ditta chiama transforaddrizzatore.

Una mostra ricca ed interessante era pure quella della S. A. F. A. R. di Milano. Fra gli altri materiali ricordiamo il nuovo alto parlante che la Ditta costruttrice ha chiamato tipo Gran Concerto per le sue eccezionali doti di ricezione nitida e poderosa; accanto ad esso si notavano altri tipi di altoparlante: il Safar detto Tre Stelle di uso corrente e quello Gigante per audizioni all'aperto. La Casa esprimeva anche tipi diversi di cuffie di sua costruzione e di ottime caratteristiche.

La Siemens Soc. An. esprimeva quest'anno materiale radiofonico Telefunken per radioaudizioni circolari.

Si notavano i due apparecchi Neutrodina: Il Neutrodina 5 val-

vole tipo BE in costruzione di lusso in mogano con armadio per batterie e il nuovissimo Neutrodina a 4 valvole tipo Rfe. 10. Quest'ultimo presenta la notevole caratteristica che, pure usando il circuito neutrodina dai ben noti vantaggi, ha un campo d'onda dai 230 ai 1800 metri con un semplice commutatore d'onda e che con l'aggiunta di un condensatore e di una bobina il campo d'onda può essere aumentato dai 150 ai 4000 m. L'apparecchio ha un alto grado di selettività e permette la ricezione di stazioni presentanti una differenza d'onda inferiore ai 100 m dall'onda del ricevitore locale pur durante il funzionamento di detto ricevitore; inoltre facendo uso di valvole a consumo ridotto, da 2 volt e 0,25 amp., presenta un fortissimo fattore di amplificazione.

Per la ricezione della stazione locale, vi era il ricevitore a cristallo Rfe.6 col relativo amplificatore a bassa frequenza Rfv.8, nella loro caratteristica forma di apparecchi telefonici automatici da tavolo. Erano ancora da rimarcare i due tipi di ricevitori Reflex: Telefunken III/25 e Telefunken III/26. Coll'aiuto della cuffia EH. 333 la Telefunken ha creato un diffusore-altoparlante che permette di ottenere un altisonante di notevole potenza e purezza con minimo costo. Vi era poi una ricca serie delle Valvole ioniche Telefunken.

Un ricco assortimento di valvole ioniche era presentato dalla Soc. An. Zenith di Monza. Ve ne erano di otto tipi diversi, tutti a consumo ridottissimo. Il filamento di queste valvole è costruito dalla Ditta con un materiale speciale a forte percentuale di torio che si assicura dotato di maggiore capacità di emissione di elettroni a temperatura relativamente bassa rispetto ai materiali comuni e atto a mantenere il suo potere emissivo anche se venga riscaldato in modo eccessivo. Questi triodi hanno una vita utile di oltre 3000 ore e sopportano sovratensioni momentanee del 30 al 50 % superiori alla tensione normale.

La Ditta Mezzananza e Wirth di Milano, esprimeva invece campioni delle sue pile Galvanophor a secco, o a liquido, delle quali ha impresso la costruzione da quasi trenta anni. Queste pile hanno trovato larga applicazione anche nella radiotelegrafia. La stessa Ditta presentava anche una centrale telefonica automatica perfezionata della casa Berliner di cui essa ha la rappresentanza.

Materiale radiofonico d'ogni genere era presentato dalla rappresentanza di Roma della Soc. An. Francese « La Radio technique ». In particolare si osservava in questo stand un gran numero di valvole ioniche adatte a tutti i servizi e per tutte le condizioni di funzionamento, alcune delle quali a consumo ridottissimo. Vi erano anche valvole di raddrizzamento per utilizzare la corrente alternata stradale di illuminazione, per l'alimentazione delle lampade degli apparecchi riceventi. L'apparecchio Colloid è invece destinato al raddrizzamento della corrente alternata, per caricare gli accumulatori; l'apparecchio è di funzionamento semplice e sicuro.

Non è possibile parlare in modo particolare di tutte le Ditte le quali esprimevano valvole ioniche per radiotelegrafia, senza sorpassare i limiti che lo spazio impone a queste note. Dobbiamo perciò passare sotto silenzio stands, pure interessantissimi, come quelli della Soc. An. Audion di Milano, della Soc. An. Ing. Agostino Del Vecchio, della Philips Radio, ecc.

Anche nel campo degli apparecchi, la nostra rassegna diverrebbe interminabile se volessimo dire di tutti e di tutto ciò che meriterebbe di essere menzionato.

Ricordiamo ancora il materiale della Ditta Svedese Baltic, presentato dalla Ditta Zamburlini e C. di Milano, che ne è la rappresentante. L'apparecchio ricevente RD8, a otto valvole, tipo ultradina, per onde da 250 a 600 metri, è atto a ricevere su telaio e in alto parlante quasi tutte le stazioni europee. Particolarmente interessante era una stazione trasmettente Baltic per onde cortissime, da 40 a 200 metri; essa può funzionare per radiotelegrafia e radiotelegrafia usando la corrente alternata di illuminazione stradale, rettificata mediante due valvole termoioniche ed un filtro.

Notevoli i gruppi « Kit Ultradina », gruppi di quattro trasformatori esattamente tarati destinati a superare le difficoltà dell'amplificatore a frequenza intermedia inerenti al montaggio dei dispositivi in ultradina e supereterodina. Vi erano poi delle resistenze di griglia e anodiche Bretwood le cui variazioni, anziché con contatti striscianti su semiconduttori, sono ottenute col movimento di un piccolo embolo in una speciale composizione vischiosa che ha la proprietà di eliminare ogni fruscio e assicurare una buona continuità alle variazioni.

La tecnica americana era rappresentata specialmente dagli apparecchi esposti dalla Soc. An. Italiana American Radio Co. che si è assicurata l'esclusiva rappresentanza di molte Case degli Stati Uniti. Dai piccoli strumenti a cristallo per stazioni trasmettenti locali, si passava ai tipi All-Amaz Senior, a detector a cristallo con amplificazione per ricevere in alto parlante le stazioni Europee, e a quelli Stewart-Warner a cinque valvole su eleganti tavoli in noce intarsiati. Di massima potenza e selettività erano gli impianti di lusso « Sonora » a cinque valvole, montati su appositi mobili elegantissimi, capaci di ricevere le stazioni lontane, con completa eliminazione della stazione trasmettente locale.

Non era dunque certamente la varietà che mancava alla Fiera quest'anno nel campo delle radiotrasmissioni, nel quale erano rappresentate industrie delle maggiori Nazioni del mondo. Tuttavia era con viva soddisfazione che il visitatore poteva rilevare come anche in questo ramo della tecnica, i nostri costruttori, pur entrati in gara dopo tutti gli altri, hanno saputo ormai affermarsi nel modo più serio potendo ormai reggere senza difficoltà il confronto colle maggiori e più vecchie Case dell'estero.

:: SUNTI E SOMMARI ::

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

R. E. MARBURY — Un nuovo metodo per misurare l'assorbimento dielettrico. (J. A. I. E. E., luglio 1925, Vol. 44, N. 7, pag. 718).

L'A. ritiene che l'elemento più importante per caratterizzare le proprietà di un dielettrico, da usarsi ad esempio nei condensatori o nei cavi, sia quello che egli chiama «assorbimento dielettrico». Esso si rivela, secondo l'A., per mezzo del fatto che, mentre la carica Q_0 assorbita da un condensatore, quando esso vien posto in comunicazione per un solo istante con una sorgente di f. e. m. E risulta inferiore alla carica $Q_\infty = (1+K)Q_0$, che viene assorbita se si lascia durare indefinitamente il contatto. Analogamente si hanno quindi due valori per la capacità $C_\infty = (1+K)C_0$. Se il dielettrico fosse perfetto sarebbe $K=0$, così che K può essere assunto come un *indice di assorbimento*. Lo stesso fenomeno si manifesta anche alla scarica, in quanto che, dopo una scarica istantanea, il condensatore è capace di fornire una nuova scarica tanto più intensa, a parità di altre condizioni, quanto maggiore è l'assorbimento.

Per misurare tale assorbimento l'A. usa un apparecchio, in cui un commutatore rotante, comandato a velocità costante da un motorino a corrente alternata, fa avvenire successivamente una carica ed una scarica del condensatore e permette poi di misurare, con un dispositivo potenziometrico di opposizione, il valore della tensione ricostituitasi fra le armature del condensatore in istanti successivi alla scarica e distanziati fra loro di circa 1/10 di secondo a partire appunto da 0,1 e fino a 1,1 secondi. Entro tale intervallo è quindi possibile ricavare i diagrammi, che indicano in qual modo la tensione si va ricostituendo fra le armature in funzione del tempo. Questi diagrammi

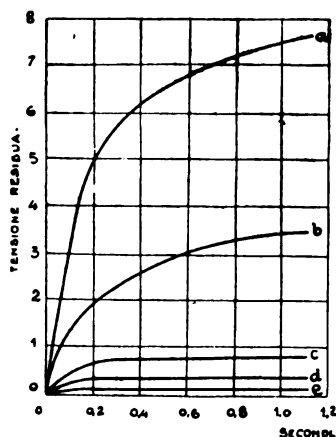


Fig. 1.

hanno ad es. l'andamento di quelli in fig. 1, i quali si riferiscono tutti al medesimo condensatore a carta caricato a 110 V e dimostrano i successivi miglioramenti ottenuti con la prolungata essiccazione prima nell'aria e poi nel vuoto. Curve analoghe si ottengono lasciando invariato l'intervallo di tempo fra la scarica e la misura di tensione, ma caricando a tensioni diverse. Si trova che la tensione susseguente cresce non già linearmente con quella di carica, sibbene in modo meno rapido. L'apparecchio serve anche per rilevare le curve di scarica (almeno nel loro primo tratto), ossia la legge secondo cui diminuisce la tensione di un condensatore abbandonato a se stesso dopo la carica, e avente una resistenza derivata fra le armature. Si conferma, che la curva è solo inizialmente tangente ad una esponenziale, e si mantiene poi tutta al di sopra di questa, appunto a cagione dell'effetto di assorbimento. L'A. ritiene che il metodo e l'apparecchio proposti siano vantaggiosi per lo studio dei dielettrici e per la verifica delle loro proprietà, sia durante la lavorazione, sia in opera.

[Come è stato fatto rilevare da più di uno nella discussione di questa nota (J. A. I. E. E., ott. 1925, vol. 44, pag. 1146) l'apparecchio proposto dall'A. non può servire che per misure relative, essendo affatto empirica la scelta da lui fatta della durata di carica, dell'intervallo fra carica e scarica, della durata di questa, ecc. La difficoltà maggiore sta appunto nel definire, che cosa si intenda per carica e scarica istantanee e che cosa per carica e scarica susseguenti. Per di più l'A. stesso riconosce, che le indicazioni, a cui egli si riferisce per valutare l'assorbimento, non sono in immediata relazione con le perdite, a cui il condensatore è soggetto sotto tensione alternativa; laddove queste perdite sono nella maggior parte dei casi l'elemento che più interessa conoscere. — n. d. r.]

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

J. C. WARNER e O. W. PIKE — Tubi elettronici con catodo di tungsteno al torio. (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. 13, N. 5, ottobre 1925, pag. 589).

Il successo di un progetto di tubi elettronici dipende in gran parte dalla razionale scelta del materiale con cui costituire i filamenti. In generale questi ultimi sono: o di tungsteno puro o di tungsteno al torio.

Mentre fino a qualche tempo fa i tubi elettronici (e più precisamente i triodi) con filamento di tungsteno al torio erano adoperati solo per la ricezione, l'attuale tecnica radiotelegrafica tende ormai ad utilizzarli anche come trasmettitori.

TABELLA I.

Tubo	Tipo di filamento	Filamento				Emissione elettronica totale	
		Volt	Amp.	Watt	Temp.	mA	mA per Watt
UV-203	tungsteno puro	10	6.5	65	2635	975	15
» -204	»	11	14.75	162.5	2480	750	4.6
» -205	»	20	3.85	77	2575	975	12.7
» -210	tungsteno al torio (XL)	7.5	1.25	9.4	2000	700	74.5
» -203A	»	10	3.25	32.5	2000	3250	100
» -204A	»	11	3.85	42.5	2000	4900	115
» -581	»	11	15.5	170	2100	20000	118

I vantaggi di un catodo di tungsteno al torio (XL) rispetto a quelli offerti da uno di tungsteno puro sono noti ⁽¹⁾, ed appaiono d'altronde evidenti dall'esame della tabella I che l'A. riporta e discute per dimostrare appunto la superiorità del primo di fronte al secondo. Si confrontino, per es., l'UV-204 e UV-205, con l'UV-204A il cui filamento è di tungsteno al torio. Mentre la tensione di accensione di quest'ultimo eguaglia quella dell'UV-204, la sua corrente di accensione è eguale a quella dell'UV-205; ne risulta che per l'UV-204A la potenza consumata è appena un quarto di quella spesa per mantenere incandescente l'UV-204. A priori, anche la durata dell'UV-204A sarà certo più lunga di quella dell'UV-204.

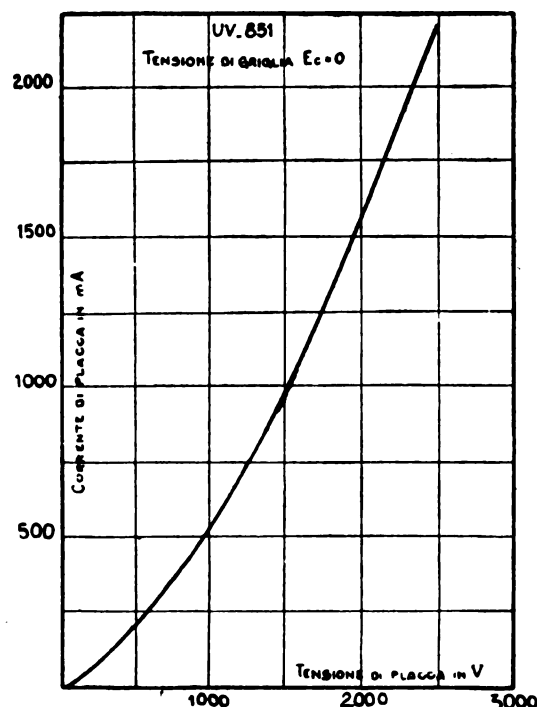


Fig. 1.

L'A. dopo avere insistito sui vantaggi dei catodi al tungsteno al torio, descrive in particolare alcuni tipi di triodi trasmettitori aventi il filamento di XL, e costruiti dalla «Gen. El. Co.». Ve ne sono di diverse potenze: da 7,5 watt fino ad 1 kW. Quest'ultimo, contraddistinto con la qualifica UV-851, rappresenta il limite massimo raggiunto fino ad ora con catodi di tungsteno al torio. La sua tensione normale di placca è di 2000 V, e la massima potenza dissipata sulla placca, quando il triodo è usato come oscillatore, è di circa 750 W. Le sue caratteristiche statiche sono riprodotte nelle figure 1 e 2, e diversi

⁽¹⁾ C. MATTEINI: Progetto di tubi elettronici per radiotelegrafia. — L'Elettrotecnica, vo. XI, 15 sett. 1924, n. 26, pag. 621 e Pubbl. n. 30 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

TABELLA II.

Caratteristiche	UV 210	UV 234	UV 211	UV 204.4	UV 851
Potenza utile (W)	7.5	50	50	250	1000
Massima dissipazione sulla placca (W)	15	100	100	200	750
Tensione di accensione (V)	7.5	10	10	11	11
Corrente di accensione (A)	1.25	3.25	3.25	3.85	15.5
Tensione di placca (V)	350	1000	1000	2000	2000
Corrente oscillatoria (mA)	60	125	125	200	875
Costante di amplificazione	7.5	25	12	24	20
Impedenza di placca (ohm) con tensione di griglia zero e tensione di placca fissata (*).	3500	5000	1900	4700	850
Corrente di placca (mA) con tensione di griglia zero e tensione di placca fissata (*).	70	120	320	275	1550
Conduttanza mutua (micro mho) a tensione di griglia zero e tensione di placca fissata (*).	2150	5000	6300	5100	23500

(*) Tali dati sono solo di confronto e non possono applicarsi a tutte le condizioni di funzionamento.

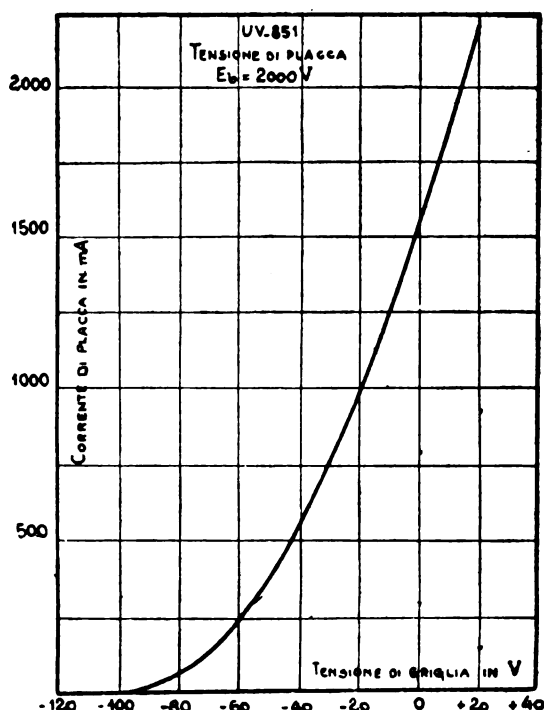


Fig. 2.

altri dati sono desumibili dalla Tabella II, che riassume le caratteristiche dei tubi elettronici con catodo al tungsteno al torio, descritti dall'A. Il filamento dell'UV-851 è costituito da quattro elementi in parallelo fra di loro.

V. Go.

TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

G. EGGELING — Contributo al calcolo delle tensioni indotte nelle linee telefoniche dalle linee ad alta tensione. (E. T. Z., 27 agosto 1925, pag. 1297).

L'autore completa lo studio già apparso in un numero precedente della rivista (vedere l'Elettrotecnica, 15 dicembre 1925, pag. 873) estendendo al caso di linee comunque distanziate fra loro, il suo procedimento per la determinazione rapida delle tensioni indotte.

Richiamata la formula della tensione indotta:

$$E_i = E \frac{1}{1,73 + 0,578 \frac{c_2}{c_m}} \quad \text{dove:}$$

E_i = tensione indotta;

E = tensione concatenata della linea ad a. t.;

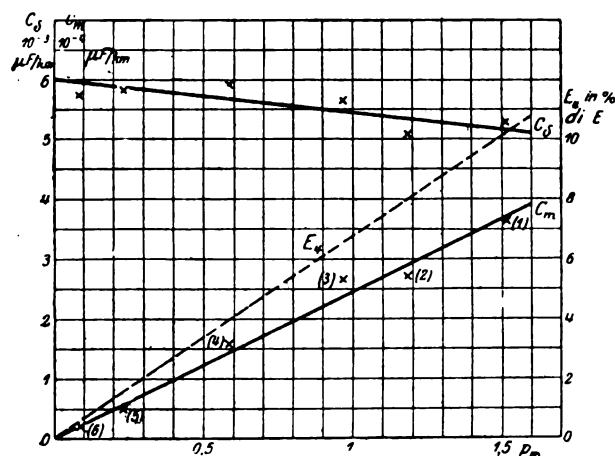
c_2 = capacità del conduttore telefonico rispetto alla terra (la linea telefonica è supposta concentrata in un conduttore unico disposto lungo l'asse della linea reale);

c_g = media aritmetica delle capacità dei singoli conduttori a. t. rispetto alla linea telefonica;

L'autore determina, come nel caso precedente, le curve dei valori di c_2 e c_m in funzione di p^m , valore che egli chiama « coefficiente di potenziale » e che corrisponde alla media aritmetica dei valori:

$$p_1 = 2 \ln \frac{D_{11}}{a_{11}} \quad p_2 = 2 \ln \frac{D_{21}}{a_{21}} \quad p_3 = 2 \ln \frac{D_{31}}{a_{31}}$$

(per il significato dei simboli vedere l'articolo precedente).



Nello stesso diagramma è segnata la curva dei valori della tensione indotta E_i espressi in percento della tensione di linea E per distanze fra le due linee fino a 50 metri. Seguono alcuni esempi di calcolo per linee distanziate da 7,5 a 50 metri.

L'approssimazione che si raggiunge con questo metodo sta nei limiti del $\pm 10\%$, valore perfettamente ammissibile per una ricerca di questo genere per la quale anche il calcolo diretto, assai più laborioso, dovrebbe basarsi su alcune ipotesi e coefficienti sperimentali che tolgono la possibilità di una esattezza rigorosa.

g. a. r.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

M. SCHENKEL — La misura della potenza reattiva negli impianti con raddrizzatori a mercurio. (E. T. Z., 3 settembre 1925, pag. 1399).

Negli impianti con raddrizzatori a mercurio appare per la prima volta evidente la differenza fra il fattore di potenza ed il coseno dell'angolo di fase. La differenza fra i due valori dipende dal fatto che nelle linee di alimentazione dei raddrizzatori a mercurio la curva di corrente i , talvolta, anche la curva di tensione, si scostano sensibilmente dalla sinusoide così che lo spostamento di fase fra i punti corrispondenti delle due curve non è più costante, ma varia da punto a punto. Non si può più parlare in questo caso, di corrente in fase colla tensione e corrente in quadratura e determinare il valore del fattore di potenza col rapporto fra la potenza attiva ed il prodotto della tensione per la corrente. Per determinare i valori della potenza attiva e reattiva, occorre scomporre le curve di tensione e di corrente nella sinusoide fondamentale e nelle armoniche. La potenza attiva è data allora dalla *somma algebrica* delle potenze attive risultanti dalla combinazione delle curve di tensione colle corrispondenti curve di corrente, assumendo p. es. come positivi i valori risultanti dell'onda fondamentale e negativi i valori risultanti dalla combinazione delle armoniche.

La potenza reattiva, la quale rappresenta in ogni caso una energia oziosa circolante nella rete, è data invece dalla *somma dei valori assoluti* delle potenze reattive corrispondenti alle varie onde, come osservò Steinmetz per primo.

Queste somme si possono fare facilmente sulla carta quando si siano scomposte le curve, ma è tutt'altra cosa quando si voglia misurarne direttamente il valore per mezzo di strumenti e ciò perchè la tecnica non ci ha ancora dato un strumento capace di separare una onda dalle sue armoniche.

Anche le misure wattmetriche, nel caso di onde di tensione e di corrente non sinusoidali, avrebbero solo valore per la potenza attiva, ma non per la potenza reattiva. Infatti un'onda di tensione di una data frequenza, ad es. l'onda fondamentale, combinandosi con un'onda di corrente di frequenza diversa, ad es. la 7^a armonica, dà un lavoro nullo e quindi un wattmetro ordinario inserito nel circuito non segnerebbe queste combinazioni. Il wattmetro dà unicamente la sommatoria dei prodotti ($v_1 i_1 + v_2 i_2 + v_3 i_3 + \dots$) della tensione per le correnti in fase corrispondenti alle diverse onde, e cioè dà la misura esatta della potenza attiva.

Per misurare collo stesso sistema la potenza reattiva è noto che nel caso di onde sinusoidali, basta far passare nell'istrumento una tensione sfasata di 90° rispetto a quella di linea. Tale tensione com-

binandosi colla corrente reattiva, dà il valore della potenza reattiva. Ma abbiamo già accennato che, nel caso di onde non sinusoidali, non esiste più un valore unico dello spostamento di fase fra le onde di tensione e le onde di corrente per cui, per ciascuna onda elementare di corrente bisognerebbe spostare di 90° la corrispondente onda di tensione rispetto all'origine delle fasi la quale varia per ciascuna onda. Di più bisognerebbe tener conto nello spostamento anche della posizione relativa originaria di avanzo o di ritardo delle onde di tensione in confronto delle corrispondenti onde di corrente per non ottenere valori del prodotto VI di segno contrario a quello che dovrebbero realmente avere. In conclusione, allo stato attuale della tecnica, non è possibile determinare la potenza reattiva di un'onda complessa se non mediante il rilievo oscillografico delle curve di tensione e di corrente, la loro suddivisione in onde elementari e la sommatoria delle potenze reattive corrispondenti a ciascuna coppia di esse. L'operazione, dati i mezzi a disposizione, riesce tutt'altro che semplice.

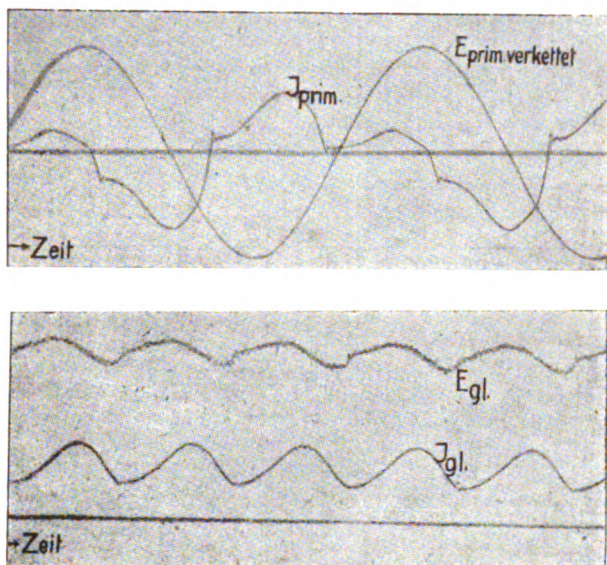


Fig. 1.

Nel caso dei raddrizzatori a vapori di mercurio, il problema riesce alquanto semplificato dal fatto che l'onda di tensione si può ritenere ancora praticamente sinusoidale, mentre la sola onda di corrente si presenta come onda complessa. Ma le armoniche di corrente, pur essendo rivelate da un valore maggiore della corrente circolante nella rete, non possono dare luogo né a potenza attiva né a potenza reattiva perché mancano le corrispondenti onde di tensione e perciò la potenza reattiva sarà determinata dalla combinazione della porzione reattiva della sola onda fondamentale di corrente coll'onda fondamentale di tensione. Il suo valore potrà quindi ancora venire determinato a mezzo di una misura wattmetrica nella quale la tensione sia spostata di 90° rispetto a quella della rete.

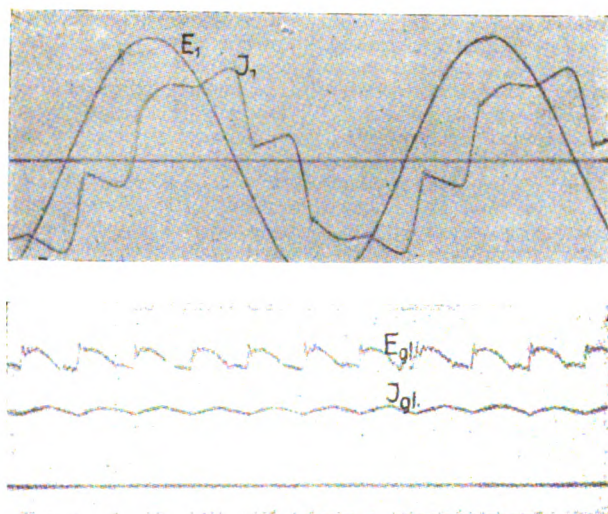


Fig. 2.

Nelle due figure che seguono sono riportati gli oscillogrammi ricavati a monte (lato trifase) ed a valle (lato a corrente continua) di un impianto di raddrizzatori.

La fig. 1 si riferisce a raddrizzatori trifasi e la fig. 2. a raddrizzatori esafasi. Nei primi la curva di corrente contiene anche le armoniche pari, mentre nel caso di raddrizzatori esafasi si trovano soltanto le armoniche dispari. In entrambi i casi i raddrizzatori alimentano una rete a corrente continua in parallelo con altri generatori.

Per controllare le deduzioni teoriche precedentemente accennate,

vennero fatte sui due impianti diverse misure, facendoli lavorare su resistenze ohmiche oppure su una rete complessa comprendente macchinario diverso e ricavando oscillogrammi e misurando l'assorbimento di energia reattiva in corrispondenza ai vari elementi dell'impianto e sull'impianto completo. I risultati confermarono in tutto le previsioni.

Nell'impianto di raddrizzatori trifasi si misurò una potenza reattiva di 38 kVA mentre il valore corrispondente al fattore di potenza determinato col solito rapporto, sarebbe risultato di 58 kVA. Il valore del fattore di potenza risultò di 0,85 in base al rapporto fra la potenza attiva e reattiva misurate direttamente; 0,89 dagli oscillogrammi e 0,72 colla misura solita.

Oltre al fattore di potenza, bisogna anche considerare nei raddrizzatori a mercurio il così detto «fattore di carico» e cioè il rapporto fra la parte di onda che viene utilizzata e la parte che viene perduta.

Nell'impianto trifase accennato sopra, viene riscontrato per questo coefficiente un valore di 0,84 così che il prodotto del fattore di potenza reale: 0,5 per il fattore di carico; 0,84 dà il valore del fattore di potenza apparente: 0,72. (g. a. r.).

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Vetture automotrici della ferrovia Montreux-Alpi Bernesi. (Revue B B C, dicembre 1925, Vol. XII, N. 12, pag. 263).

Il tronco Montreux-Zweisimmer delle ferrovie delle Alpi Bernesi, lungo 63 km, è uno dei più pittoreschi e frequentati della Svizzera, ed è condotto col massimo confort. Queste caratteristiche, unite a quelle del profilo che presenta una rampa del 54 per mille per 12,7 km e raggiunge in alcuni punti il 72 per mille, ha reso necessario lo studio di particolari automotrici.

La linea fu costruita nel 1901 a 750 V: nel 1923 fu sentito il bisogno di aumentare e di migliorare il materiale rotabile e furono ordinate le nuove automotrici, capaci di rimorchiare sul 72 per mille, 40 tonnellate alla velocità di 18 o 19 km/h, colla tensione di 650 V, e previste per oscillazioni della tensione stessa fra 600 e 900 V.

Per assicurare il funzionamento con qualsiasi tempo, i motori aspirano l'aria di ventilazione da condotte che sboccano sui fianchi della cassa, ad una certa altezza. La sospensione elastica (doppia) della cassa obbliga naturalmente a fare una porzione di dette condotte flessibili. La bocca d'aspirazione è protetta da reti metalliche e può essere totalmente chiusa durante le tempeste di neve, essendo sufficiente la bassa temperatura ambiente per il raffreddamento.

I motori del tipo autoventilato permettono di ottenere come potenza continua il 77 per cento di quella oraria; sono montati su cuscinetti a rulli, mentre gli assi portanti hanno cuscinetti del tipo normale. I quattro motori sono raggruppati due a due in parallelo; le due coppie possono connettersi in serie o in parallelo. L'avvolgimento induttore è shuntabile, in modo da permettere un maggior campo di regolazione nella velocità.

Le diverse connessioni sono stabilite da un controller centrale comandabile dall'uno o dall'altro dei tavoli di manovra, posti alle due testate della vettura. Lo stesso avviene per il comando dell'inversione di marcia. Il freno è a vuoto e manca l'impianto per l'aria compressa. Il comando d'inserzione delle resistenze di shunt sul campo dei motori e quello dell'interruttore principale sono azionati quindi elettromagneticamente. La corrente necessaria è derivata da una porzione di una resistenza attaccata fra la presa di corrente e la terra. Questa porzione è regolata automaticamente in modo da conservare costante la tensione per i servizi anzidetti. I due pantografi sono comandabili a mano, e così pure gli interruttori di sicurezza, posti uno per ogni cabina di manovra.

L'illuminazione ed il riscaldamento sono fatti colla corrente di linea, raggruppando in serie diversi elementi. Quando il cilindro che comanda il frenamento elettrico a vuoto è giunto nell'ultima posizione, entrano in funzione otto elettromagneti capaci ciascuno di esercitare sulle rotaie uno sforzo di più che 3000 kg.

Le vetture sono previste per essere riunite in più d'una nello stesso convoglio, pur non essendo a comando multiplo e cioè richiedendo sempre un manovratore su ciascuna di esse. Il comando del freno a vuoto e di quello elettromagnetico sulle rotaie viene però effettuato dalla vettura di testa ed è anche stabilito fra esse un circuito di segnalazione.

Le caratteristiche principali di queste automotrici, entrate in esercizio nell'agosto 1924, sono qui riassunte:

Lunghezza fra i respingenti	m 15,52
Scartamento	» 1,—
Larghezza	» 2,70
Altezza	» 3,37
Posti a sedere di terza classe	n° 14
» » nel bagagliaio	» 20
Quattro motori da 144 HP orari, 690 giri/ minuto, 700 volt.	
Rapporto ingranaggi	1:5,86
Peso parte meccanica	kg 24.050
» » elettrica	» 12.200
Carico utile massimo	» 5.000

G. Pa.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

I nuovi impianti delle Imprese Elettriche Conti.

Siamo lieti di pubblicare queste note mentre ci riserviamo di illustrare in seguito ampiamente anche le Centrali di Crevola e di Cadarese.

Lo schema generale degli impianti era stato descritto nella *Elettrotecnica* del 5-15-25 gennaio 1923, mentre nei numeri del 25 febbraio e 5 marzo 1925 venne illustrata in particolare la Centrale di Valdo.

Il successivo completamento dei serbatoi del Kastel e l'avvento della centrale di Sotto Frua resero già fin da allora notevoli servizi allo sfruttamento idraulico integrale della regione ossolana.

Da un lato i rivi Toce e Vannino, regolati ognuno da bacini e sfruttati attraverso alle centrali di Sotto Frua e di Valdo, si riunivano per alimentare prima Rivasco e poi Crego. Dall'altro il Devero, pure regolato da laghi-serbatoio, scendeva a valle attraverso alle centrali di Goglio e di Verampio.

1904 Zogno	4 macchine per installati	6.000 kW
1907 Rivasco	3 " " "	9.000 "
1909 Goglio	5 " " "	20.000 "
1914 Verampio	4 " " "	20.000 "
1917 Crego	3 " " "	14.000 "
1922 Valdo	2 " " "	25.000 "
1923 Sotto Frua	2 " " "	15.000 " (in definitiva)
1925 Crevola	2 " " "	32.000 "

Ed ora viene la volta di Cadarese, pure su due unità da 30.000 kVA ciascuna. Questo nuovo lavoro non segna solo la data di inizio di un impianto, perchè ha indotto la Società a decisioni importanti per la sua vita futura, come si vedrà più avanti.

La centrale di Rivasco aveva lo scarico alquanto a monte della presa di Crego e in relazione a questo esisteva un progetto Cadarese destinato a sfruttare l'interposto dislivello.

L'impianto in progetto però era di limitata importanza, essendo analogo a quello di Crego, anzi di misura più ridotta.

Costatazioni successive alla sistemazione dei serbatoi montani misero in rilievo come il regime del Toce fosse tanto migliorato da rendere l'impianto di Rivasco insufficiente allo sfruttamento possibile.

Questa circostanza, unita ad altre di minore importanza, suggerì l'idea di costruire un impianto «Cadarese» commisurato alle nuove esigenze ed esteso dalla presa di Rivasco a quella di Crego.

Mentre così Rivasco scompare, Cadarese prende nettamente il primo posto negli impianti della Conti, portando un contributo di più

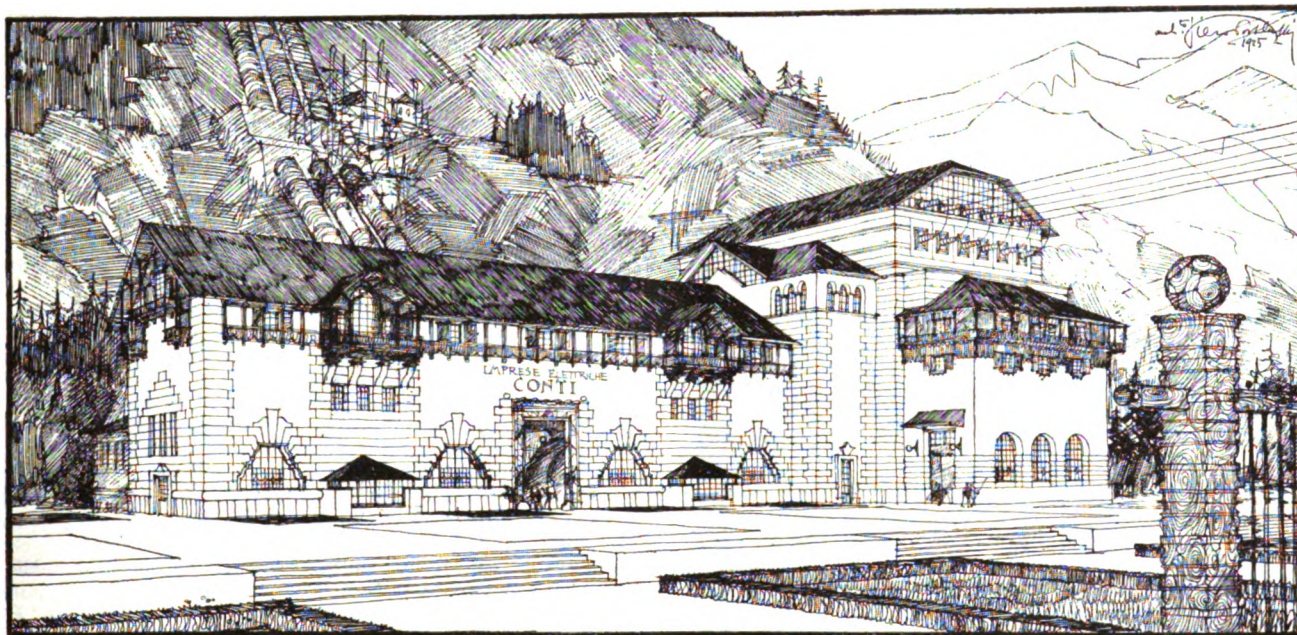


Fig. 1.

Nello schema generale degli impianti era indicato come ancora da eseguirsi l'impianto di Crevola, destinato a raccogliere le acque di scarico di Verampio (gruppo Devero) e quelle di Crego (gruppo Toce e Vannino), per utilizzarle sotto un salto di 200 metri circa.

Possiamo ora annunciare che la nuova centrale di Crevola ha, essa pure, iniziato il suo regolare ritmo di lavoro, con due generatori potenti di 16.000 kW (24.000 kVA) ciascuno.

Iniziato nel marzo del 1924, nel novembre del 1925 l'impianto entrava in servizio. Nè si è trattato di un inizio basato su delle provvisorie, perchè non un filo delle sei terne che attraversano la centrale ebbe bisogno di successive sistemazioni, come pure non mancava uno dei cavetti di comando, che nel loro complesso formano uno sviluppo di ben 15 km.

In arretrato era rimasto solo il montaggio della seconda macchina: occorre però notare che la magra jemale dispensò dall'avere grande premura almeno in questo.

Nel dicembre e gennaio si ultimarono i montaggi dei comandi ad aria compressa, essendo noto che la Società Conti è perseverante nell'uso di questo mezzo per le manovre a distanza, ed a Crevola non ci si è limitati agli interruttori perchè ci si è spinti ai separatori ed alle paratoie del bacino di carico.

La potenza della centrale è stata anche qui divisa su due unità, come a Valdo.

A cominciare dai suoi primi impianti la Conti è andata via via riducendo il numero delle unità per centrale, pur avendo sempre maggiori potenze in gioco.

La riserva «nella centrale», dato il gran numero di impianti, ha perduto un po' della sua importanza originale.

Lasciando in disparte gli impianti iniziali, possiamo infatti ricordare i seguenti dati:

di 41.000 kW quali sono conseguibili con 12,5 m³ al secondo sotto un salto di 450 m. Mentre la Società Riva prepara le due poderose Pelton, al cui cospetto le prime macchine da essa fornite al Niagara sono gingilli; mentre il Tecnomasio costruisce i generatori e la Tubi Togni le condotte forzate, i lavori in valle sono stati spinti di parecchio avanti, sia nella parte idraulica, sia nella costruzione della centrale.

L'edificio, che sta per sorgere dalle fondazioni, è di dimensioni notevoli, come possiamo rilevare dal progetto (fig. 1), favoriti dall'Arch. Comm. Piero Portalupi, che dedica le sue cure alla parte artistica, per conservare il tradizionale buon gusto, che il Sen. Ettore Conti non ha mai voluto disgiunto dall'utilità dei suoi impianti.

Di singolare per noi elettricisti il nuovo impianto ha questo, che segna anche per la Conti l'adozione della tensione di 140.000 volt.

Gli impianti Conti, iniziati nel 1907 col 55.000 volt, quando questa tensione rappresentava un limite elevato, hanno dovuto per un prosieguo di tempo uniformarsi alle caratteristiche iniziali.

Attualmente si è avuto da un lato il fatto dello sfruttamento integrale delle risorse idriche della regione, che ha elevato di molto la cifra della potenza ritraibile, dall'altro il fatto che la tecnica delle linee ha compiuto progressi mirabili, permettendo con sicurezza di utilizzare tutti i vantaggi delle altissime tensioni.

Anche in vista di possibili collegamenti futuri di zona, la Società ha pensato di attuare col Cadarese un collegamento potente fra la più importante delle sue centrali ed il baricentro dei suoi carichi, che trovansi in corrispondenza della cabina di Magenta.

La rete attuale rimarrà in pieno assetto e servirà come ora al trasporto dell'energia prodotta cogli impianti attuali. La nuova linea servirà invece ai nuovi impianti, pur avendo possibilità di sostituirsi alle vecchie linee nelle particolari evenienze di servizio, che potessero richiederlo.

APPLICAZIONI VARIE.

Il più grande montacarichi elettrico del mondo, si afferma sia quello che si sta installando in una miniera del Sud Africa inglese. Esso è composto di due tamburi cilindro-conici aventi un diametro di cinque metri ad una estremità e di dodici metri all'altra estremità. Ai due tamburi sono direttamente accoppiati due motori elettrici da 1800 kW ciascuno; l'apparecchio è però capace di spuntare anche una punta di 6750 kW. La velocità normale di rotazione è di 33 giri al minuto, sollevando un carico di 10 tonnellate da un pozzo profondo 1500 metri.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Una delle maggiori installazioni di motore a gas povero per generazione di energia elettrica è quella delle Officine di Chesterfield (Ingh.) della Staveley Coal and Iron Co. Si tratta di un motore a gas d'alto forno della potenza di 5650 kW, a quattro periodi, a doppio effetto, del tipo a doppio tandem; esso è accoppiato ad un alternatore pesante 173 tonnellate il cui rotore da 100 tonnellate funziona anche da volano. L'alternatore, da 5000 kW, a 6600 V, 30,5 periodi, fattore di potenza 0,8, compie 91,5 giri al minuto.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Recenti perfezionamenti nella costruzione di induttanze per aerei radio trasmettenti. — Le induttanze che si inseriscono alla base degli aerei trasmettenti per accordarli su determinate lunghezze d'onda di lavoro, possono essere situate o all'esterno, ovvero nell'interno della stazione radio. W. W. Brown e J. E. Love della Gen. El. Co., descrivono particolarmente, nel n. 6 dei *Proc. Inst. Radio Eng.* (vol. 13, dicembre 1925, pag. 755), i progressi realizzati nella costruzione di tali induttanze, ed illustrano la loro nota con numerose e suggestive fotografie.

Secondo gli AA. la tecnica attuale è decisamente orientata a costituire le gabbie di sostegno delle induttanze con bracci isolanti in porcellana: tali bracci hanno sagomature diverse e su di essi le spirali possono essere avvolte in vario modo. Sembra che i vantaggi di una costruzione razionale siano oltremodo notevoli. Così, alla stazione di Tuckerton della Radio Corporation, per la sostituzione di induttanze (esterne) su bracci di porcellana a quelle di vecchio tipo che ne erano invece sprovviste, si è avuta una sensibile riduzione della resistenza d'antenna.

Anche nei riguardi del fattore di potenza dell'induttanza, gli AA. affermano che l'introduzione sistematica della porcellana determina, come s'intuisce, vantaggi non indifferenti. A conforto di ciò, dopo aver ricordate le formule generalmente utilizzate per il computo delle perdite sia per effetto Joule, sia per correnti parassite, gli AA. riportano anche alcuni grafici, relativi ad induttanze costruite secondo i criteri ora detti, e che mostrano la variazione del fattore di potenza

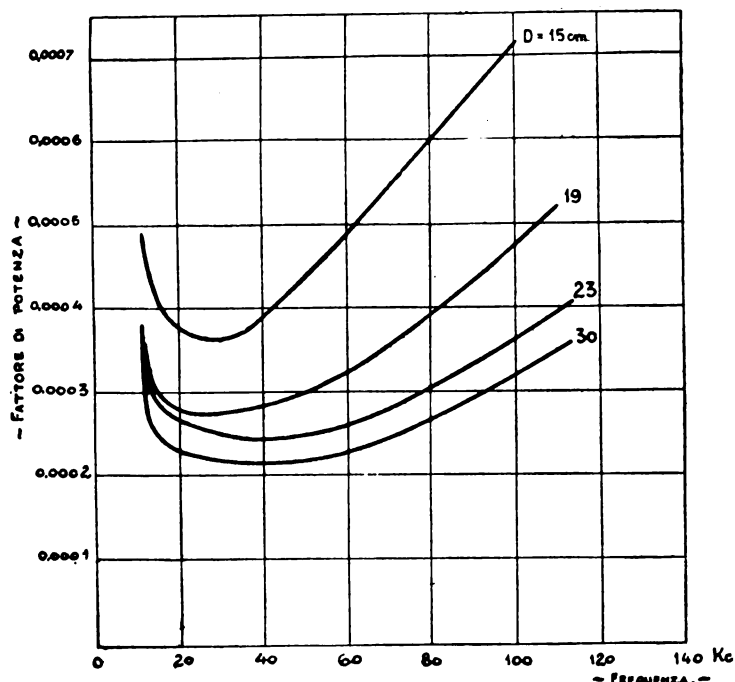


Fig. 1.

con la frequenza. Un esempio di tali grafici è quello della fig. 1, che si riferisce a induttanze costruite con un dato tipo di conduttore multiplo ed aventi diversi diametri esterni. Si rileva, oltre al valore assai basso del fattore di potenza ed al modo caratteristico secondo cui esso varia con la frequenza, anche il miglioramento del cos ϕ , dapprima rapido, poi lento, al crescere del diametro dell'induttanza. Il conduttore multiplo è del noto tipo a conduttori elementari di rame smaltato. A pari sezione di rame e pari numero di fili elementari, si ha un'apprezzabile diminuzione di perdite al crescere del diametro dell'anima di materiale isolante posta all'interno del conduttore multiplo.

V. Go.

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ASSOCIAZIONI, ECC.

Nel mese di aprile 1926 ha avuto luogo la terza Conferenza Internazionale di Unificazione, convocata a New York contemporaneamente alla riunione della Commissione Internazionale Elettrotecnica. Dei venti Enti di unificazione attualmente esistenti, diciotto erano ufficialmente rappresentati alla Conferenza e fra questi l'Italia.

E' stata unanimemente approvata la proposta di costituzione di un apposito Ente internazionale di unificazione che sarà chiamato «International Standards Association». I suoi compiti consisteranno principalmente nell'organizzare i mezzi atti a raggiungere la concordanza fra le unificazioni dei vari paesi ed eventualmente anche dare la definitiva sanzione alle unificazioni internazionali.

I membri dell'«International Standards Association» saranno gli Enti nazionali di unificazione esistenti nei diversi paesi, uno per ogni paese.

La Conferenza ha nominato una Commissione di sette delegati con l'incarico di presentare formalmente lo statuto proposto agli Enti nazionali di unificazione attualmente esistenti, e per indire una Conferenza plenaria per la ratifica finale.

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Società Elettrica del Veneto Centrale — Padova.

Venne deliberato di aumentare il capitale da L. 10.000.000 a L. 14.000.000 emettendo 40.000 azioni nuove da L. 100.

Società An. Consorzio Elettrotrazione — Milano.

E' stato deciso l'aumento del capitale da L. 1.500.000 a L. 3 milioni mediante emissione di 300 azioni da L. 500.

Costruzioni Elettriche Martinetto e Bigo — Torino.

Aumenta il capitale da L. 600.000 a L. 1.000.000.

Società Italiana per lo sviluppo dell'industria degli accumulatori elettrici — Milano.

Aumenta il capitale sociale da L. 200.000 a L. 500.000.

Società Elettrica Salentina — Bari.

Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 100.000 a L. 1.000.000 emettendo 19.000 azioni da L. 100.

Compagnia Generale di Elettricità — Milano.

Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 40.000.000 a L. 80.000.000 mediante l'emissione di 80.000 obbligazioni da L. 500.

Società Elettrica e Gas di Roma — Roma.

Venne deliberato l'aumento del capitale da L. 93.000.000 a L. 160 milioni emettendo 134.000 azioni da L. 500.

Società Idroelettrica del Vizzo — Milano.

E' stato deliberato l'aumento del capitale da L. 120.000 a L. 12 milioni mediante emissione di 41.520 azioni da L. 250.

Società Idroelettrica Rovico — Firenzuola.

Aumenta il capitale da L. 130.000 a L. 250.000.

Società Anonima Termo Elettrica Umbra — Spoleto.

Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 10.000.000 a L. 22.000.000 mediante emissione di 220.000 azioni da L. 100.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti di Società.

Società An. Progetto, Direzione e Costruzione Impianti Idroelettrici — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 20.000 in 200 azioni da L. 100.

Impresa Osvaldo Cariboni di Elettricità Soc. An. — Milano.

Venne costituita con capitale di L. 475.000 in 950 azioni da L. 500.

Società Anonima Industrie Elettriche — Orvieto.

Si è costituita con capitale di L. 500.000.

Società Neri per Imprese Elettriche — Parma.

Si è costituita con capitale di L. 300.000 in 3000 azioni da L. 100.

Soc. An. Veneta Accumulatori Elettrici — Venezia.

Si è costituita con capitale di L. 10.000 in 10 azioni da L. 1000.

Officine Elettromeccaniche Fausto Alberti S. A. — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 50.000 in 100 azioni da L. 500.

Elettromobili Soc. An. Trasporti — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 500 in 10 azioni da L. 500.

Società Idroelettrica Marmore — Torino.

Venne costituita con capitale di L. 9.000.000, diviso in 90.000 azioni da L. 100, delle quali L. 8.700.000 rappresentate dall'apporto dell'impianto idroelettrico del Marmore (Val d'Aosta).

Credito Elettrico Nazionale — Milano.

Si è costituita questa Società Anonima con capitale di L. 60.000 in 120 azioni da L. 500.

Società Idroelettrica Valle Trompia — Bologna.

Si è costituita con capitale di L. 200.000 in 200 azioni da L. 1000.

Società Elettrica Centro Lario — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 600.000 in 1200 azioni da L. 500.

Soc. An. Idroelettrica Aieta — Praia d'Aieta (Cosenza).

Si è costituita con capitale di L. 225.000.

Compagnia Italiana Funicole Elettriche — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 20.000 in 20 azioni da L. 1000.

Elettrovia Colli Euganei — Padova.

Venne deliberato lo scioglimento della Società e la sua liquidazione.

Società Elettrica Velino — Roma.

E' stato deliberato lo scioglimento della Società e la sua messa in liquidazione.

Società Esercizio Veicoli Elettrici - SEVE — Milano.

Venne deliberato lo scioglimento della Società.

Società Anonima Telefonica Tre Venezie — Milano.

Venne deliberato lo scioglimento e la messa in liquidazione della Società.

Industrie ed Applicazioni Elettriche — Milano.

E' stato deliberato lo scioglimento della Società e la sua liquidazione.

* *

La lunga crisi che tormenta l'industria inglese è sboccata in un movimento convulso che ha inflitto all'organismo industriale già scosso nuovi e grandiosi danni. L'agitazione dei minatori di carbone che si trascinava da tanto tempo non ha potuto essere risolta con trattative pacifiche coi proprietari di miniere, sebbene ad esse avesse partecipato attivamente anche il Governo inglese.

Le organizzazioni operaie hanno quindi proclamato lo sciopero generale, il quale si è prolungato per parecchi giorni, paralizzando la vita della metropoli inglese e arrestando l'attività industriale di tutta l'Inghilterra. Il Governo seppe però affrontare con energica fermezza la situazione gravissima e davanti alla sua inflessibilità ed al movimento imponente dell'opinione pubblica vivamente irritata contro gli istigatori dello sciopero, le Trade Unions dovettero battere in ritirata e proclamare la cessazione dello sciopero senza avere raggiunto nessuno degli scopi che si erano proposti.

I danni cagionati da questo movimento operaio sono stati naturalmente rilevantissimi. Le Trade Unions hanno quasi esaurito i loro ingenti fondi di guerra; al Governo lo sciopero è costato, secondo notizie ufficiali, 750.000 sterline e i danni cagionati alle industrie sono incalcolabili.

La situazione del resto non è affatto chiarita colla cessazione dello sciopero generale, perchè perdura lo sciopero dei minatori. Anzi a questo riguardo il dissidio sembra farsi sempre più grave perchè i minatori respingono tutte le proposte dei proprietari e d'altra parte il Governo, davanti al prolungarsi della crisi, sembra deciso a ritirare la proposta di sussidio che aveva avanzato per facilitare una sistemazione. Il Governo si dispone a ricorrere a mezzi eccezionali per mettere fine ad uno stato di cose che danneggia gravissimamente il Paese e che ha già rese necessarie molte restrizioni nell'uso dei combustibili e rilevanti riduzioni nei pubblici mezzi di trasporto. L'importanza del movimento minerario inglese non è puramente nazionale, ma si estende anche a quei Paesi che in Inghilterra trovano uno dei maggiori fornitori di carbone, e si spiega quindi come anche all'estero il movimento sia seguito con attenzione e con preoccupazione.

Intanto la disoccupazione inglese continua ad aumentare. Al primo di maggio, e quindi antecedentemente allo sciopero, vi erano 1.576.000 operai disoccupati o ad orario ridotto, con un aumento di oltre 470.000 sulla settimana precedente e di 391.794 in confronto al primo maggio del 1925. Naturalmente dopo lo sciopero queste cifre sono notevolmente aumentate. Esse danno l'idea della profondità della crisi che travaglia l'industria inglese.

Nemmeno la Francia ha trovato il suo assetto definitivo nella questione monetaria che la preoccupa. Un tentativo eseguito dal Ministro Peret per ottenere un prestito a Londra per la difesa del franco, è completamente fallito. I banchieri inglesi hanno ritenuto che ogni difesa artificiosa di una moneta sia puramente illusoria e che sia anzi tutto necessario che il bilancio francese sia sistemato su basi più salde; pare anche che sia stata chiesta la indipendenza della Banca di Francia dal controllo governativo.

Anche le trattative per la definizione delle questioni ancora pendenti circa la sistemazione del debito di guerra francese coll'Inghilterra non hanno avuto esito migliore.

Il Governo francese ha dovuto perciò ricorrere a mezzi propri per difendere la valuta ed ha fatto annunziare che avrebbe intrapreso una azione in grande stile per sostenere il franco, impegnando in essa tutte le risorse dello Stato. L'annunzio può essere giudicato anche imprudente poichè non può fare a meno di indurre a considerare che cosa avverrebbe se una battaglia impegnata su queste basi non dovesse raggiungere lo scopo prefisso. Per ora i risultati non sono molto copiosi sebbene la caduta del franco sia stata arrestata ed esso abbia anzi riguadagnato qualche punto.

La Francia si è ad ogni modo liberata da una grave preoccupazione colla felice soluzione dell'impresa marocchina. L'avanzata delle truppe francesi è stata rapida e relativamente facile ed ha portato al completo sfacelo della organizzazione dei ribelli. Lo stesso capo si è arreso ai francesi e colla eliminazione di esso è certo che si apre un periodo di tranquillità.

La Germania è stata attraversata da una nuova agitazione per l'inabile mossa del Governo intesa a ripristinare la vecchia bandiera imperiale. L'episodio ha dato luogo ad una vivace controversia parlamentare che ha costato il potere al Cancelliere Luther.

Le elezioni rumene hanno dato una grande maggioranza al partito del Governo Avarescu, il quale potrà così efficacemente condurre l'azione di Stato secondo le nuove direttive politiche, in molti punti opposte a quelle seguite fin qui da Bratianu.

✱

La gravità perdurante della crisi del franco francese e di quello belga hanno indotto molti economisti dei due Paesi a riprendere in considerazione un progetto tante volte avanzato e caldeggiato anche in Italia. Si tratterebbe cioè di studiare un accordo fra la Francia, il Belgio e l'Italia per costituire un piano unico di difesa delle rispettive monete. Questo progetto non era stato per il passato molto benevolmente accolto dai finanzieri francesi, ma ora esso risorge e sembra imporsi come conseguenza della verificata impossibilità di provvedere a dare una stabilità soddisfacente alle valute delle tre nazioni latine, indipendentemente l'una dall'altra.

Sebbene la nostra lira si comporti molto meglio del franco, pur tuttavia non vi è dubbio che una intesa ben studiata in questo senso, dovrebbe essere accolta con soddisfazione anche fra noi.

Il fenomeno della stabilità dei cambi ha del resto una importanza che trascende l'interesse della nazione singola, per coinvolgere quello dell'economia mondiale. Così si spiega l'interessamento che a questo problema vanno prendendo, in misura sempre maggiore, gli economisti e i finanzieri d'oltre oceano.

In America si discute infatti ampiamente sulla possibilità di un intervento americano per ottenere la stabilizzazione dei cambi europei. La questione è naturalmente legata a quella della sistemazione dei debiti di guerra, e non potrà entrare nella sua fase esecutiva se non dopo che sarà avvenuto anche per la Francia ed il Belgio, come già per l'Italia, il consolidamento di quelli.

La cooperazione delle finanze americane con quelle europee per la difesa dei cambi, dovrebbe avvenire sotto forma di un intervento della Federal Reserve Bank, la quale è capace di influenzare le altre banche americane, e potrebbe prendere accordi colla Banca di Inghilterra e colle Banche nazionali di Italia, Francia, del Belgio e anche della Germania.

Il Governo americano insiste nel far rilevare che un simile accordo dovrebbe avere aspetto esclusivamente economico e niente affatto politico. A questo proposito è opportuno notare che la Federal Reserve Bank deve essere considerata come un ente che funziona in modo del tutto indipendente dall'attività del Governo americano e che è sottratto ad ogni influenza politica. Dichiarazioni ufficiali del Presidente Coolidge precisano esattamente questo punto importante, per quanto sia naturale che il Governo americano non possa mantenersi completamente agnostico davanti ad operazioni di così vasta portata, quale sarebbe quella ora ora prospettata.

Già prima dello sciopero inglese, erano state molto notate certe discussioni avvenute fra il Direttore della Federal Reserve Bank, il Direttore della Banca d'Inghilterra, e l'Agente generale dei pagamenti e delle riparazioni. Questi scambi di idee furono interrotti dallo scoppio dello sciopero generale in Inghilterra. Tuttavia il fatto che ad esse abbia partecipato l'Agente dei pagamenti e delle Riparazioni sta ad indicare come in America si sia giunti finalmente a riconoscere l'importanza fondamentale che per l'economia europea riveste il problema delle riparazioni, e come non sia possibile disgiungerlo dagli altri problemi finanziari, quando ad essi si voglia dare una risoluzione razionale e fondata.

La questione viene così a prendere uno sviluppo inattesa larghezza e si congiunge con l'altro problema che viene da più parti agitato, della revisione del piano Dawes e, per naturale conseguenza, di tutta la sistemazione dei debiti e delle riparazioni.

Quali siano per essere gli sviluppi ulteriori della situazione non è possibile antivedere; ma si può senz'altro affermare che una evoluzione profonda si è compiuta nell'opinione pubblica più competente, dallo scorso anno fino ad oggi, nei riguardi di tutto questo complesso di problemi di così capitale importanza.

Non si erra certamente di molto se si collega a queste considerazioni la venuta in Europa del Presidente della Federal Reserve Bank e del Sottosegretario al Tesoro degli Stati Uniti. I due grandi finanzieri furono anche a Roma dove ebbero una lunga conversazione col Ministro Volpi. Sebbene in modo ufficiale si sia detto essere stata questa una semplice visita di cortesia, è evidente che molte cose interessanti possono essere state dette.

Per intanto, il piano Dawes continua ad essere eseguito con regolarità. Nello scorso mese di aprile furono distribuite le seguenti somme sui proventi del piano stesso: alla Francia 42.782.757 franchi; all'Inghilterra, franchi 20.322.306; all'Italia, franchi 5.640.371; al Belgio, franchi 9.583.939; alla Jugoslavia, franchi 2.555.549; alla Rumania, franchi 999.129; e cifre minori al Giappone, al Portogallo, alla Grecia e alla Polonia. La somma a noi versata risulta, come di solito, costituita, per la maggior parte, da invio di carbone; infatti si sono valutati 3.912.201 franchi per consegne di coke e carbone, e 1.274.484 per il trasporto dello stesso; il rimanente della somma è dato specialmente da prodotti chimici e farmaceutici.

Gli scambi di idee fra le nazioni europee continuano a moltiplicarsi attraverso le frequenti Conferenze internazionali. Per quanto i risultati tangibili immediati di queste Conferenze siano quasi sempre molto limitati, pure è certo che questo ripetersi di contatti diretti fra le maggiori personalità delle diverse Nazioni può a lungo andare essere giovevole contribuendo alla migliore comprensione dei bisogni e delle possibilità rispettive e contribuendo a creare nuovamente una atmosfera di maggiore cordialità e di più sincero riavvicinamento.

La Conferenza internazionale del Commercio, riunitasi nello scorso mese a Londra, ha trattato molti problemi della maggiore importanza, specialmente riguardo alla distribuzione delle materie prime. Ad essa

hanno partecipato oltre venti Nazioni. L'Italia vi era largamente rappresentata e il contributo portato dai nostri Commissari fu molto apprezzato.

A Ginevra si è tenuta invece la ottava sessione della Conferenza Internazionale del Lavoro, alla quale intervennero 240 rappresentanti di 45 Stati. Anche a questa Conferenza l'Italia è stata validamente presente. Fra gli argomenti trattati dalle quattro Commissioni in cui la Conferenza si è scissa, vi è quello, per noi tanto importante, del trasporto degli emigranti.

Pure a Ginevra si è riunita la Commissione per la preparazione della Conferenza del disarmo. I nostri delegati vi hanno vittoriosamente combattuta la tesi degli Americani e degli Inglesi; i quali miravano a giungere alla istituzione di un controllo internazionale sulla preparazione militare delle varie Nazioni. Il controllo, che avrebbe dovuto investire non solo l'allestimento bellico ma anche la preparazione industriale dei vari Paesi, è stato giudicato inefficace e praticamente inattuabile.

Il Consiglio della Società delle Nazioni ha continuato lo studio della riforma della costituzione del Consiglio stesso. Dopo lunghe discussioni si è giunti ad uno schema di riforma, il quale si presenta praticamente privo di ogni valore, in quanto che gli manca l'adesione delle Nazioni più interessate, vale a dire della Spagna e delle Nazioni latine della America meridionale.

*

L'attività economica-politica dell'Italia non si è limitata alla partecipazione alle suddette Conferenze internazionali, ma si è esplicata anche attraverso relazioni e contatti diversi cogli altri Paesi.

Va ricordata anzitutto la stipulazione di un accordo commerciale complementare fra il nostro Paese e la Francia. Già avevamo altra volta fatto notare come l'inasprimento delle tariffe daziarie, deliberato dal Governo francese, avrebbe toccato alcune voci delicate ed importanti della nostra esportazione, alterando l'equilibrio che derivava dal precedente accordo commerciale. D'altra parte, altre questioni, per noi della maggiore importanza, attendevano una sistemazione: basti ricordare quella dell'importazione dei rottami metallici.

Col nuovo accordo, firmato il 29 maggio, l'Italia ottiene soddisfazione su parecchi punti. La Francia consente ad abolire l'aumento del 30 per cento, recentemente istituito su certi prodotti agricoli ed industriali italiani. Vengono inoltre approvate delle modifiche all'accordo serico vigente, nel senso di abolire l'aumento del 30 per cento sui filati e tessuti di seta italiani. Infine viene aumentato il contingente di rottami di ferro che l'Italia può importare dalla Francia.

Si è da ambo le parti messo in rilievo il tono cortese ed amichevole col quale sono avvenute le trattative e se ne trae auspicio per il più intimo riavvicinamento dei due Paesi nel campo commerciale ed industriale. Che le relazioni di questo genere fra la Francia e l'Italia sieno destinate ad assumere un carattere di sempre maggiore importanza e, sotto certi aspetti, del tutto particolare, si può desumere anche dal fenomeno imponente dell'emigrazione italiana in Francia. Le pubblicazioni francesi ufficiali danno come presenti in Francia, nel 1925, ben 807,659 italiani. Essi tengono di gran lunga il primo posto, seguiti dagli Spagnoli che erano 467.000, e dai Belgi con 460.000. Questa corrente di italiani che si dirigono verso il vicino Paese, è destinata senza dubbio a divenire sempre più intensa, come naturale conseguenza del progressivo spopolamento francese e della nostra esuberanza demografica.

Le rinnovate condizioni di riavvicinamento politico fra l'Italia e la Grecia, hanno naturalmente avuto delle liete ripercussioni anche per quanto riguarda i traffici commerciali e le relazioni finanziarie. A facilitare lo stabilirsi e il prosperare di queste relazioni, è stata deliberata la fondazione di una Banca del Mediterraneo Orientale. Il capitale iniziale di questo nuovo Istituto sarà di 25 milioni di dracme e sarà versato in parti eguali, da un gruppo italiano e da un gruppo greco con partecipazione della Banca Nazionale di Grecia. La fondazione della Banca venne decisa in una importante riunione tenuta a Roma, alla quale parteciparono molti grandi industriali italiani, specialmente del gruppo tessile. In Grecia la iniziativa ha avuto ottima accoglienza.

Relativamente poco notate, furono delle conversazioni intrecciate a Roma con un rappresentante del Governo turco, e relative allo sfruttamento di quella parte di zona petrolifera intorno a Mossul che è in dominio incontrastato della Turchia. Questa zona, che non deve confondersi con quella intorno alla quale è sorta la nota vertenza col l'Inghilterra, è una delle più ricche regioni petrolifere del mondo. Il progetto di collaborazione italo-turca di cui si tratta, verrebbe quindi a rivestire per noi una importanza eccezionale. Si comprende perciò come l'Italia applichi a queste proposte tutta la sua attenzione. Nulla di ufficiale è ancora trapelato, ma se le indiscrezioni comparse su certa stampa sono fondate, si tratterebbe di arrivare alla costituzione di una Società di sfruttamento, il cui capitale sarebbe nella massima parte italiano, pur ammettendo la partecipazione di altre Nazioni, ad esclusione dell'Inghilterra.

Tutte queste attività intese a favorire il nostro scambio di prodotti con l'estero, debbono essere attentamente seguite in relazione alle ben note difficoltà della nostra bilancia commerciale. Soltanto per quanto riguarda acquisti di prodotti del petrolio e derivati, si calcola che ogni anno l'Italia mandi all'estero circa un miliardo di lire.

Infatti le importazioni raggiunsero nel 1925 all'incirca le 920.000 tonnellate per un valore di 850 milioni di lire. I consumi dell'Ammini-

strazione statale furono di circa 130.000 tonnellate. La produzione di petroli italiani che, in certi anni era arrivata alle 10.000 tonnellate, si ridusse, nello scorso anno a sole 4500 tonnellate. Fino ad oggi, come è noto, la partecipazione italiana a imprese petrolifere estere è molto limitata e ciò mette il nostro Paese in una condizione di grande inferiorità. L'Italia è appena limitatamente interessata nel Caucaso, in Galizia e in Romania, ma può ben dirsi che la politica petrolifera dell'Italia sia appena iniziata.

A darle incremento è destinata l'Azienda dei Petroli, della quale abbiamo fatto diverse volte parola, e che è giunta finalmente alla sua costituzione definitiva. Il capitale sociale è di 100 milioni di lire, sottoscritto per 60 milioni dal Ministero delle Finanze, per 20 milioni dalla Cassa Nazionale delle Assicurazioni, e per altri 20 milioni dall'Istituto Nazionale delle Assicurazioni. Lo scopo della Azienda non è soltanto quello delle ricerche petrolifere, ma anche tutto quanto riguarda il commercio dei petroli.

Fortunatamente lo squilibrio commerciale che aveva cominciato ad aggravarsi in modo inquietante nei primi mesi del 1926, accenna ora a ritornare nei limiti dello scorso anno. Infatti, nel gennaio 1926 l'eccedenza delle importazioni sulle esportazioni era stata di circa 100 milioni superiore a quella verificatasi nel gennaio 1925; tale incremento si è andata invece attenuando nei mesi successivi. Nel trimestre gennaio-marzo 1926 le importazioni in Italia raggiunsero i 6.620 milioni di lire contro 6500 milioni del primo trimestre dello scorso anno; le esportazioni erano invece di 3.931 milioni contro 4.017 milioni del trimestre 1926; lo sbilancio era dunque di 2.688 milioni nel periodo gennaio-marzo 1926 contro 2.482 milioni nello stesso periodo dello scorso anno, con un peggioramento complessivo di 206 milioni durante il trimestre.

Estendendo l'esame anche al mese di aprile, la situazione migliora ancora. Si ebbero infatti nei primi quattro mesi 5326 milioni di esportazioni e 9095 milioni di importazioni; lo squilibrio fu quindi di 3769 milioni contro 3748 milioni del primo quadrimestre del 1926. Come si vede il peggioramento rispetto all'anno precedente, che era stato di circa 100 milioni in gennaio e di 179 milioni complessivamente nei primi due mesi dell'anno in corso, tende ormai a scomparire.

*

La situazione di bilancio al 30 aprile u. s., presenta, secondo il conto ufficiale del Tesoro, pubblicato dalla Gazzetta Ufficiale, un avanzo effettivo di 668 milioni, assai superiore quindi all'intero avanzo previsto per tutto l'esercizio che, dagli stati di previsione risultava di 178 milioni. In confronto con la situazione al 30 aprile 1925, si è realizzato un miglioramento di 894 milioni. Deve sempre essere tenuto presente che tale miglioramento fu conseguito sebbene sull'esercizio in corso abbiano gravato maggiori spese, in confronto alle previsioni, per 2890 milioni calcolati al netto delle diminuzioni di stanziamento.

Fra queste diminuzioni vi è per la prima volta la scomparsa delle partite dei debiti di guerra esteri, le quali sono passate alla Cassa autonoma appositamente istituita, come altra volta si è detto. Questo alleggerimento nel bilancio statale avrà naturalmente effetto anche nei bilanci futuri.

Al 30 aprile risultavano ancora disponibili per stanziamenti non ancora effettuati, 484 milioni rispetto allo stato di previsione, contro 230 milioni al 30 aprile 1925. La situazione di cassa registrava 5677 milioni al 30 aprile del corrente anno, con un miglioramento di 707 milioni in confronto al 31 marzo.

I debiti pubblici alla fine di aprile ammontavano complessivamente a 92.260 milioni, segnando una diminuzione di 209 nella circolazione per conto dello Stato. La circolazione totale aumentava a 19.999 milioni, con un alleggerimento di 752 milioni rispetto al 31 gennaio e di 396 milioni rispetto alla fine marzo.

Le entrate dello Stato nei primi dieci mesi dell'esercizio in corso, ossia dal 1° luglio 1925 al 30 aprile 1926, sono salite a 13 miliardi e 187 milioni, con un incremento di 642 milioni rispetto al corrispondente periodo dell'esercizio precedente, e di 2 miliardi e 309 milioni rispetto allo stato di previsione. Tale incremento è principalmente dovuto alla espansione delle entrate ordinarie, mentre quelle straordinarie vi partecipano soltanto in misura limitatissima, e precisamente per 89 milioni.

Il maggior contributo alle entrate è stato dato dalle quote di cambio sui dazi di importazione, per 1027 milioni; seguono le imposte dirette, per 584 milioni; quelle sui trasferimenti e sugli affari, per 537 milioni; l'addizionale alla tassa sull'acool per 200 milioni; le dogane per 189 milioni; le privative per 151 milioni; il dazio sul grano per 70 milioni; l'imposta sul vino, per 37 milioni; l'addizionale per i mutilati, per 8 milioni.

Invece le imposte sui trasporti, le tasse di bollo sui consumi, le imposte di fabbricazione, i servizi pubblici ed altre voci minori, non hanno contribuito allo incremento delle entrate.

Nel solo mese di aprile il gettito complessivo delle entrate statali, fu di 1714 milioni con un aumento di 130 milioni rispetto all'aprile 1925; e precisamente: un aumento di 49 milioni nelle imposte dirette, di 20 milioni nelle tasse di scambio, di 39 milioni nelle imposte sui consumi, di 22 milioni nelle privative e nel lotto.

Basandosi sulle cifre ora esposte è ragionevole attendere che l'esercizio in corso si chiuda con un avanzo notevolissimo. Si deve infatti notare che gli ultimi mesi dell'esercizio sono in generale i più fruttiferi, come si è visto nello scorso anno in cui, mentre nei primi dieci mesi

si aveva avuto un aumento medio mensile delle entrate di 166 milioni rispetto allo stato di previsione, negli ultimi due mesi l'incremento fu di 875 milioni mensili.

La situazione del risparmio è pure confortante. Al 31 marzo u. s., il credito dei depositanti presso le Casse Postali raggiunse i 12 miliardi e 717 milioni. I risparmi depositati presso le principali Casse di Risparmio, erano, alla stessa data, di 12717 milioni, mentre 3928 milioni erano depositati presso le principali Banche regionali e 3242 milioni presso i sei più importanti Istituti di Credito.

Continua invece in misura sensibilissima la contrazione negli investimenti di capitale nelle Società per Azioni. Nel mese di aprile del corrente anno, gli investimenti netti furono di 478 milioni, mentre erano giunti a 1116 milioni nell'aprile 1926.

L'attività industriale del Paese è sempre fervida per quanto alcune industrie particolari attraversino un periodo di crisi, e sebbene gli ostacoli doganali sempre maggiori mettono in difficoltà molte voci della nostra esportazione.

Una buona conferma dell'attività delle nostre industrie è data dallo aumento nelle importazioni di carbon fossile e nel consumo di energia elettrica. Nei primi tre mesi di quest'anno sono state introdotte in Italia due milioni e mezzo di tonnellate di carbone, mentre nel primo trimestre del 1925 se ne erano introdotte solo due milioni.

Anche il traffico ferroviario segna un incremento. Nel mese di aprile del corrente anno il tonnellaggio delle merci trasportate dalle ferrovie è stato del 7,72 % superiore a quello verificatosi nell'aprile dello scorso anno, mentre l'aumento nel numero dei carri caricati fu del 6,46 %. Vi è dunque stato un miglioramento nella utilizzazione del materiale ferroviario. Infatti il carico medio di ciascun carro è passato da 10,74 tonnellate a 11 tonnellate, e il ciclo medio di ogni carro è passato da 6 giorni e 12 ore, a 5 giorni e 19 ore.

Complessivamente nel mese di aprile si caricarono 5590.177 tonnellate di merce, con 558.501 carri, mentre nell'aprile 1925 si erano caricate 5.189.654 tonnellate su 520.612 carri.

Anche nei porti il movimento ferroviario e quello delle navi è in aumento. Nel mese di aprile furono caricati nei diversi porti della penisola 1.543.532 tonnellate di merci su 101.791 carri ferroviari; nello aprile 1925 si erano invece caricate 1.368.253 tonnellate e 94.813 carri. Questo incremento è in gran parte una conseguenza dell'aumento già citato che si è verificato nella importazione di carbone. Alcuni porti seguono tuttavia una contrazione di traffico e fra questi Genova pel 2,90 %, Venezia pel 3,30 % e Trieste pel 33,75 %; forti incrementi si verificarono invece a Savona nella misura del 72,82 %, a Livorno pel 47,65 %, alla Spezia per l'87,63 % e a Napoli pel 69,70 %.

Il movimento delle navi è pur esso in aumento. Complessivamente, nel mese di marzo approdarono nei nostri porti 11.483 navi sbarcando 2.530.857 tonnellate di merci e 142.453 passeggeri, mentre partirono 11.759 navi con 636.255 tonnellate di merci e 147.360 passeggeri. Nell'aprile approdarono 12.130 navi sbarcando 2.521.432 tonnellate di merci e partirono 12.213 navi con 633.016 tonnellate di merci. Sul movimento complessivo, la bandiera nazionale partecipò pel 93 % del numero delle navi, per 73 % del tonnellaggio di stazza e pel 57 % pel tonnellaggio delle merci.

I piroscafi in disarmo nei nostri porti, ammontavano al 1° maggio a 20 con una stazza lorda di 19.899 tonnellate, pari al 0,67 % del tonnellaggio nazionale e con una diminuzione di 1000 tonnellate rispetto al mese antecedente.

L'attività marinara dell'Italia si avvia con slancio sempre maggiore a prendere uno sviluppo grandioso. Nei primi tre mesi dell'anno ora in corso l'Italia si quota come la seconda Nazione del mondo, venendo dopo l'Inghilterra, per il tonnellaggio complessivo di nuove navi in costruzione, avendone in cantiere 38 per una stazza lorda complessiva di 298.530 tonnellate che rappresentano la settima parte del tonnellaggio in costruzione nel mondo intero. L'Italia era l'unica Nazione del mondo che nel primo trimestre di quest'anno avesse in cantiere due piroscafi di tonnellaggio superiore alle 30.000 tonnellate.

✱

La discussione del bilancio avvenuta alla Camera ha dato luogo a rilievi interessanti.

Dal bilancio dei Lavori Pubblici è risultato che sono in corso attualmente lavori per 8 miliardi e 200 milioni complessivamente, occupando 73.000 operai. Il 47 % di questi lavori si svolge nelle regioni meridionali. Sono in costruzione, fra l'altro, 890 chilometri di ferrovie e 5500 chilometri di strade, dei quali 4200 chilometri nel Mezzogiorno. Si sono spesi 845 milioni per lavori resi necessari da calamità nazionali e altri 429 milioni costeranno i lavori in corso.

Le costruzioni per sfruttamento delle energie idrauliche, potranno rappresentare entro il 1928 una potenza disponibile di quasi 1.000.000 di kW e si prevede che l'Italia potrà contare su una disponibilità di energia di 10 miliardi di kWh nel 1930. I lavori di bonifica hanno redento 910.000 ettari mentre altri 771.000 ettari sono in corso di bonifica. Per le opere portuali si stanno spendendo 825 milioni di lire.

Il Bilancio delle Comunicazioni si presentava quest'anno sotto una nuova forma in conseguenza del nuovo ordinamento dato all'Amministrazione Postale e Telegrafica ed alla costituzione dell'Azienda di Stato per Servizi Telefonici. Riguardo ai nuovi lavori telefonici, si è provveduto per estendere la rete sotterranea Genova-Torino-Milano, recentemente inaugurata, per Tortona, Bologna e Roma fino a Napoli, con derivazioni da Bologna a Venezia e Trieste. Questa rete sarà com-

pleta entro cinque anni e importerà una spesa di circa 500 milioni.

Fra i provvedimenti di ordine Ministeriale ve ne sono di indole tecnico-economica che meritano speciale menzione.

Tali sono i disegni di legge del Ministro dell'Economia Nazionale per la sovvenzione per l'utilizzazione dei combustibili nazionali, e per la disciplina e il controllo della combustione. Col primo di essi; il Ministro viene autorizzato a concedere sovvenzioni, nella misura annua non superiore a L. 50 per ogni kW installato, per l'impianto e l'esercizio di centrali termiche che impieghino combustibili nazionali; la sovvenzione dovrebbe essere commisurata in base al potere calorifico del combustibile impiegato. Potranno anche essere concesse sovvenzioni a impianti destinati alla trasformazione fisico-chimica di combustibili nazionali, per giungere a prodotti più adatti alla utilizzazione diretta. Viene inoltre proposta la istituzione di un Istituto speciale di studio e di esperienze per combustibili.

Colla seconda disposizione legislativa viene istituita una Associazione Nazionale per il controllo della combustione, sotto forma di Consorzio obbligatorio fra gli utenti di apparecchi di combustione. La nuova Associazione avrà il compito di provvedere alla sorveglianza della manutenzione e dell'esercizio degli impianti termici, e di diffondere e facilitare in ogni modo la applicazione dei nuovi trovati della tecnica atti a realizzare un migliore rendimento degli impianti termici stessi. Essa verrebbe a sostituire e raggruppare le esistenti Associazioni fra Utenti Caldaie a vapore.

E' stato pubblicato il Decreto che istituisce l'Istituto Nazionale per la Esportazione. L'Istituto, che ha personalità giuridica, è sottoposto alla vigilanza dello Stato ma possiede una propria autonomia amministrativa e finanziaria. Il Presidente di esso è nominato con R. Decreto su proposta del Ministro dell'Economia Nazionale.

La questione dei cambi ha molto richiamato l'attenzione delle sfere governative. Con R. Decreto 18 maggio, le contrattazioni dei cambi sono state limitate alle sole Borse di Roma e di Milano, con esclusione di tutte le altre Borse del Regno. Il provvedimento non ha mancato di suscitare il malumore delle Borse escluse, e specialmente di quella di Genova, la quale ha avanzato domanda perchè anche ad essa sia concesso tale privilegio in considerazione delle caratteristiche di grande emporio industriale della città e del porto di Genova.

E' stato istituito, alle dipendenze della Direzione Generale del Tesoro un Ufficio Cambi. A tale Ufficio saranno deferite tutte quelle attività e quelle iniziative per la protezione della valuta, le quali venivano fino ad oggi assegnate alla Divisione del Portafoglio dello Stato presso il Ministero delle Finanze. La materia sulla quale l'Ufficio dovrà rivolgere la sua attenzione è di massimo interesse per l'economia nazionale ed è ardua di problemi vastissimi e complessi. E' quindi troppo presto per giudicare sulla opportunità di tale istituzione e per valutarne la portata pratica. E' evidente che la efficacia del nuovo Ufficio dipenderà in sommo grado dalla abilità delle persone che saranno scelte a compirlo e dai mezzi che il Tesoro ed il Governo in generale potranno e vorranno mettere a sua disposizione.

✱

Il mese borsistico è stato caratterizzato principalmente da una forte scossa subita dai cambi sulla nostra lira. La nostra valuta, che aveva superato con invidiabile fermezza anche il burrascoso periodo dello sciopero inglese, è stata investita improvvisamente da una violenta speculazione ribassista che in due o tre giorni ha portato le valute a quotazioni altissime.

La reazione è stata tuttavia pronta ed energica tantochè pochi giorni dopo, la lira si era riportata sulle posizioni iniziali. Naturalmente dopo una simile oscillazione non è possibile riprendere immediatamente la posizione di equilibrio, e noi stiamo attualmente assistendo appunto ai movimenti di sistemazione che imprimono alla nostra valuta una certa agitazione.

La situazione è però ormai nettamente dominata e la crisi si può ritenere superata di slancio. Il Governo è intervenuto moderatamente lasciando, per sua esplicita dichiarazione, che agissero le cause naturali intrinseche di risanamento, e che la speculazione corresse il suo rischio. Le nostre Borse hanno sostenuto con molta calma la crisi e la fermezza da esse dimostrata ha giovato non poco a facilitare la ripresa della valuta. Già abbiamo accennato alle misure legislative prese dal Governo, colla limitazione delle contrattazioni dei cambi e l'istituzione dell'Ufficio dei cambi. Sembra che il Governo voglia abbandonare la politica di rigida fermezza della lira, seguita fin qui, limitandosi invece ad intervenire in modo più elastico volta per volta secondo che le circostanze lo consiglieranno.

Nel complesso l'andamento del mercato dei titoli durante il mese di maggio si può definire abbastanza buono. Il volume degli affari si è andato facendo sempre maggiore e la tendenza ad un progressivo rialzo delle quotazioni si è fatta sentire in quasi tutti i comparti.

Fanno eccezione i titoli di Stato i quali si sono dimostrati piuttosto pesanti retrocedendo leggermente.

I Bancari hanno avuto un periodo di pesantezza durante le prime settimane, ma si riprendono poi verso la chiusura. Le Banche d'Italia chiudono a 2470 dopo avere toccato anche 2500; le Commerciali salgono a 1328 dopo essere scese alquanto sotto a questa quotazione. Gli altri titoli seguono all'incirca lo stesso andamento.

Il comparto dei titoli tessili è stato molto agitato e variabile: a un primo periodo di pesantezza segue una ripresa vivacissima, susseguita a sua volta da qualche regresso, mentre la chiusura del mese

segna una generale ripresa. Le Cantoni hanno avuto sbalzi di oltre 300 punti; meno mossi i titoli della seta artificiale.

Pei titoli minerari e metallurgici si potrebbero ripetere le stesse osservazioni. Si sono distinte le Fiat per una maggiore animazione e per qualche progresso abbastanza rilevante.

Abbastanza movimentati e in buon favore sul mercato, i titoli dei trasporti e della navigazione, i quali superano brillantemente un periodo intermedio di incertezza.

I titoli di esportazione riproducono naturalmente nel loro andamento il diagramma agitato dei cambi.

Piuttosto calmi e abbastanza sostenuti i titoli elettrici.

RENATO SAN NICOLO'.

Variazioni dei titoli elettrici nel maggio 1926.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	646	638	640
Conti	250	401	393	411
Vizzola	500	1116	1145	1155
Bresciana	100	220	225	240
Adamello	200	248	248	249
Unione Esercizi Elettrici	50	100	100	100
Elettrica Alta Italia	250	290	290	280
Officine Elettr. Genovesi	250	312	304	308
Adriatica	100	188	190	185
Negri	100	260	250	250
Ligure Toscana	200	270	275	270
Generale Elettr. della Sicilia	100	120	119	119
Elettrica Brioschi	250	398	390	382
Emiliana Esercizi Elettrici	35	41	42	42
Idroelettrica Trezzo	250	405	405	410
Elettrica Valdarno	100	132	132	131
Tirso	250	203	202	201
Terni	400	481	482	480
Elettriche Meridionali	250	285	270	279
Idroelettrica Piemontese	125	203	200	204
Elettrica Sarda	100	170	170	170
Dinamo	100	120	125	121



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI ROMA

La sera del 29 maggio il socio Comm. Ing. Guido Fano tenne la sua conferenza sugli impianti di distribuzione d'energia e sulla nuova sottostazione Tiburtina della Società Elettricità e Gas di Roma.

Richiamati dal nome del conferenziere e dalla importanza della conferenza intervennero numerosissimi soci dell'A. E. I. e anche molti soci dell'A. N. I. A. I., del Collegio Nazionale Ingegneri Ferroviari e del Sindacato Ingegneri Fascisti.

Dopo alcune parole di ringraziamento rivoltegli dal Presidente Del Buono, il conferenziere esordì considerando quali erano state nei vari periodi dall'immediato dopo guerra ad oggi, le condizioni, in tutta Italia e a Roma in ispecie, della industria della produzione e distribuzione dell'energia.

Passò quindi ad esaminare le condizioni delle linee di trasmissione e della rete urbana, che alimentavano Roma, nel periodo in cui poté essere iniziata la nuova organizzazione degli impianti; espose i progetti studiati per provvedere a questa risolvendo il duplice problema della dotazione di energia corrispondente al futuro fabbisogno e della regolarità e sicurezza del servizio e per queste passò in rassegna i nuovi impianti eseguiti o progettati, le modificazioni apportate o ideate per gli impianti antichi, descrisse tutto lo schema complessivo che dovrà provvedere alle esigenze sempre crescenti di Roma.

Prese infine a descrivere minutamente la nuova sottostazione Tiburtina, la più importante fra le tre grandi sottostazioni a 60.000 V, esponendo i concetti tenuti a guida e le disposizioni adottate per risolvere tutte le complesse esigenze dello smistamento dell'energia destinata all'alimentazione di Roma.

L'interessantissima conferenza, della quale si potrà avere il testo completo nella *Elettrotecnica*, e che fu completata da numerose proiezioni, e valse ad illustrare l'attivistissima opera svolta dalla Società Elettricità e Gas di Roma, fu molto applaudita dai presenti.

Segui la mattina di domenica 30 maggio la visita alla Sottostazione Tiburtina. I soci furono trasportati da vetture tramviarie, gentilmente messe a disposizione della Società Elettricità e Gas, dal Direttore del-

l'Azienda delle Tramvie del Governatorato di Roma, Ing. Calzolari. Ricevuti dallo stesso Comm. Fano, dagli Ingegneri Via e Cesaroni, e da tutti gli ingegneri della Società addetti ai lavori, furono guidati in una completa visita di tutte le varie parti della sottostazione, del quadro, in cui sono riportati tutti i comandi elettrici a distanza e le segnalazioni di controllo, degli arrivi delle linee, protezioni, interruttori (tutti a giorno, ma con opportuni sistemi di blindaggio per gli interruttori in olio), del sistema a doppia sbarra a 60.000 V, dei quattro grandi trasformatori, delle sbarre a 8400, delle uscite dei canapi, di tutte le segnalazioni, dei dispositivi di parallelo (selettore di sincronismo sistema Sartori). Particolarmente minuzioso fu l'esame degli smistamenti permessi dalle doppie sbarre a 60.000 V, che il Comm. Fano fece anche accompagnare da numerose manovre.

La visita fu chiusa da un sontuoso rinfresco durante il quale ringraziò il Presidente della Sezione, Comm. Ing. Del Buono che ebbe parole di plauso per la vasta opera intrapresa dalla Società Elettricità e Gas. Rispose il Comm. Ing. Fano con parole cortesi per i soci dell'A. E. I.

* *

SEZIONE DI TORINO

Seduta del 29 maggio 1926.

Ordine del Giorno:

- 1) Comunicazioni della Presidenza;
- 2) « Rilevi sperimentali sull'illuminazione stradale », conferenza del socio Ing. Cav. Guido Peri.

La seduta viene aperta alle ore 21,30.

Presiede l'Ing. Palestino - Segretario l'Ing. G. Cicogna.

Il Segretario legge il verbale della seduta precedente che viene approvato all'unanimità.

Il Presidente informa i soci della prossima gita degli Elettrotecnici italiani in Francia e dà alcuni chiarimenti relativi al viaggio ed esprime l'augurio che la Sezione di Torino sia rappresentata da un numeroso gruppo di soci.

Saluta poi l'Ing. Prof. Morelli, appena ritornato da un viaggio in America del Nord dove ha partecipato ai lavori del Comitato Elettrotecnico Internazionale come uno dei Delegati italiani, e lo invita a dare qualche notizia sul risultato del Congresso.

Il Prof. Morelli accetta l'invito e riferisce che il Comitato internazionale ha potuto giungere a risultati insperati specie per i lavori svolti dai singoli Comitati nazionali, e Comitati di studio fra il penultimo e l'ultimo Congresso, e che vennero discussi nella riunione plenaria del Comitato Internazionale.

Vennero presentati dei rapporti dal Prof. Lombardi, dal Prof. Valauri e dal Prof. Morelli. Vennero presi accordi internazionali sulle temperature delle macchine, sulle categorie degli isolatori, sui rivelatori termici, sulle prove dielettriche e sulle tolleranze.

Comunica pure che l'anno prossimo il Comitato Internazionale si riunirà in Italia in occasione del Centenario Voltiano e svolgerà i suoi lavori parte a Como e parte a Roma.

Il Prof. Morelli termina comunicando che dei lavori e del viaggio del Comitato verrà pubblicata una relazione al più presto.

Il Presidente ringrazia il Prof. Morelli per le interessanti informazioni comunicate e dà la parola all'Ing. Peri che svolge la sua conferenza sul tema: « Rilevi sperimentali sulla illuminazione stradale ». Il conferenziere parla dei diversi tipi di lampade usate nelle esperienze per eseguire una razionale ed uniforme illuminazione delle strade in modo da attenuare il più possibile le zone di ombra.

Coi globi rifrattori si ottiene già una migliore distribuzione della luce rispetto alle lampade nude.

Riferisce sulle diverse prove eseguite nel gabinetto sperimentale del Municipio coll'ausilio degli Ingg. Orlandini, Marchetti e De Amicis.

Riporta diversi dati risultati da esperienze eseguite in diverse vie di Torino con diversi sistemi allo scopo di trarne col paragone delle norme pratiche per gli impianti di illuminazione stradale.

Per i marciapiedi ha studiato un tipo di rifrattore asimmetrico che ha dato risultati pratici molto soddisfacenti.

L'oratore termina con considerazioni generali sugli impianti di illuminazione stradale che devono rispondere a requisiti di abbellimento oltre che a necessità e sicurezza per i cittadini.

La conferenza illustrata da numerose proiezioni è stata alla fine vivamente applaudita da tutti i presenti.

Il Presidente apre la discussione ma nessuno avendo più chiesto la parola dichiara sciolta la seduta preannunciando un'altra conferenza per venerdì 4 giugno sugli « Accumulatori leggeri per trazione », conferenza che sarà tenuta da un giovane elettrotecnico, l'Ing. Ventrella.

La seduta è sciolta alle ore 23,20.

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

E GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La Riunione di New-York della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Completiamo oggi la cronaca della recente Riunione americana con la relazione del viaggio offerto dal Comitato degli Stati Uniti ai Delegati europei e delle cordiali, grandiose accoglienze ad essi tributate sia durante il viaggio, sia durante il soggiorno a New York, e delle quali i nostri colleghi reduci di là ci hanno parlato con vero entusiasmo. Sarebbe necessario citare qui una lunga teoria di nomi per ringraziare tutti coloro che dei festeggiamenti tributati ai nostri colleghi furono animatori. Non potendolo fare, vogliamo ricordare almeno il Dr. Lieb, nostro fedele Consocio, vissuto a lungo in Italia, che per il nostro Paese nutre una profonda, commovente affezione e che si è prodigato in ogni modo per rendere gradito il soggiorno americano ai nostri connazionali, i quali gliene sono e gliene saranno sempre gratissimi.

E ci sembra doveroso rilevare anche l'opera ammirevole svolta durante tutta la Riunione, dall'Ing. G. Semenza che, anche durante il viaggio dovette quasi sempre assumersi gli oneri della rappresentanza ufficiale, e nei numerosi discorsi pronunciati seppe sempre trovare il pensiero più opportuno con le frasi più argute. Per questo, fra i numerosi ricordi fotografici della Riunione americana, abbiamo creduto di scegliere per la pubblicazione, insieme con un gruppo generale della comitiva, una interessante fotografia fatta durante la visita ad Edison nella quale il « Mago dell'elettricità », sempre vegeto nonostante l'età avanzata, è stato colto appunto fra il Dott. Lieb ed il Presidente Semenza.

Attraversamenti.

Pubblichiamo in questo numero il nuovo Regolamento Ministeriale relativo agli attraversamenti di linee ferroviarie e tramviarie con linee elettriche. Questo regolamento è frutto di esaurienti studi degli Enti pubblici interessati, ed in modo particolare del Consiglio Superiore dei LL. PP. La nostra Associazione, a mezzo del suo Presidente Generale, che è membro del detto Consiglio, ha preso parte attiva a questi studi e alla compilazione del testo definitivo.

In esso i nostri soci troveranno adottate alcune modificazioni sostanziali ai concetti finora usati dagli enti pubblici in materia di attraversamenti. Ad esempio la norma dell'incrocio ad angolo retto, dimostratasi in pratica dannosa e contraria ai sani concetti tecnici, è stata abbandonata. Altri concetti di larga comprensione sono stati adottati nei riguardi degli attraversamenti di tramvie con linee a bassa tensione, nell'interno e fuori degli abitati, così che il nuovo regolamento va considerato come un notevole passo innanzi nella codificazione, secondo buone norme tecniche, di interessi divergenti.

Esso è frutto di quella cordiale collaborazione fra i tecnici degli enti pubblici e la nostra Associazione che noi abbiamo sempre auspicato e che riteniamo debba sempre più estendersi a beneficio di tutti.

Speriamo che l'esempio di questo primo regolamento possa essere presto seguito dalla codificazione razionale degli attraversamenti di linee elettriche con linee a correnti deboli (telegrafiche, telefoniche) materia sulla quale fino ad oggi regna ancora disaccordo.

LA REDAZIONE.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA
unifamente alla fascetta vecchia.

□ FONDAMENTI DI GEOMETRIA APPLICATA ALLE CORRENTI ALTERNATIVE

C. RIMINI



Comunicazione tenuta alle Sezioni di Bologna, Firenze, Milano

(Continuazione e fine, v. N. 17, pag. 369)

VIII - RAPPRESENTAZIONE GEOMETRICA DELLE POTENZE ELETTRICHE.

54. - La potenza geometrica.

I diagrammi di cui ci siamo occupati nei capitoli precedenti, oltre essere di grande giovamento per la determinazione grafica delle grandezze alternative elettriche e magnetiche in giuoco, possono venire utilizzati anche per la valutazione delle potenze elettriche, al quale scopo si perviene seguendo il metodo generale che andiamo ad esporre.

Sia

$$(1) \quad f(x, y) = 0$$

l'equazione di una curva piana riferita ad un sistema di assi cartesiani ortogonali. La funzione $f(x, y)$, che ha valore zero nei punti appartenenti alla curva, è diversa da zero negli altri punti del piano. Questo anzi si può pensare diviso in due regioni nelle quali la $f(x, y)$ è rispettivamente positiva e negativa, e la linea (1) rappresenta il confine fra le due regioni stesse.

Quando, come d'ordinario accade, la linea (1) è composta di un solo ramo, le predette regioni non sono altro che quelle dei punti situati alla *destra* o alla *sinistra* della linea stessa, rispetto ad un osservatore che la percorre in un determinato verso. Se si tratta poi di un sol ramo costituente una linea chiusa, le regioni stesse vengono ad essere quelle dei punti *interni* ed *esterni* alla curva. Gli esempi più semplici del primo e del secondo caso sono offerti dalla retta e da una conica (considerata come curva chiusa, come sempre si può con opportune convenzioni sul collegamento dei rami eventualmente estendentesi all'infinito).

Chiameremo *potenza* di un punto (x, y) rispetto alla curva (1) il valore che nel punto (x, y) assume la funzione $f(x, y)$. Indicandola con P , sarà:

$$P = f(x, y),$$

e potremo dire che la curva (1) separa i punti del piano di potenza positiva ($P > 0$), da quelli di potenza negativa ($P < 0$), essa stessa essendo il luogo dei punti di potenza nulla ($P = 0$).

La potenza risulta così definita in modo proporzionale, dipendentemente dal fatto che la linea rappresentata dalla (1) non muta moltiplicando la $f(x, y)$ per una costante qualsivoglia. Nei casi concreti, per ogni tipo di curva che dovremo considerare, riferiremo il valore della potenza ad una forma particolare (normale) del primo membro della (1), per modo che in generale risulterà:

$$P = k f(x, y),$$

essendo k il coefficiente (di normalizzazione) per cui occorre moltiplicare f per ridurla alla forma normale.

55. - La potenza rispetto alla retta e al cerchio.

Se ad esempio si tratta della retta:

$$(2) \quad ax + by + c = 0,$$

assumeremo per forma normale quella per la quale risulta uguale ad uno la somma dei quadrati dei coefficienti delle variabili, il coefficiente di normalizzazione risulta allora $\frac{1}{\sqrt{a^2 + b^2}}$, con che la potenza del punto (x, y) rispetto alla retta (2) sarà il valore della espressione:

$$\frac{ax + by + c}{\sqrt{a^2 + b^2}},$$

Come è noto, tale espressione corrisponde alla distanza δ del punto (x, y) dalla retta, computata positivamente o negativamente secondo che il punto giace dall'una o dall'altra parte della retta. Cosicché, per potenza di un punto rispetto ad una retta è da intendersi il valore algebrico, inteso come sopra, della distanza del punto da essa.

Ne segue che il valore dell'espressione:

$$ax + by + c$$

corrisponde al prodotto di $\sqrt{a^2 + b^2}$ per la potenza del punto (x, y) rispetto alla retta (2).

Se si tratta di un cerchio, assumeremo come forma normale dell'equazione quella per la quale risulta uguale ad uno il valore comune dei coefficienti di x e y . Mettendo in evidenza le coordinate del centro ed il raggio, l'equazione normale si scrive:

$$(3) \quad (x - a)^2 + (y - b)^2 - r^2 = 0.$$

Per potenza del punto (x, y) rispetto al cerchio (3) intenderemo dunque l'espressione:

$$P = (x - a)^2 + (y - b)^2 - r^2;$$

e, per quanto riguarda le proprietà della potenza di un punto rispetto ad un cerchio, ci riferiamo a quanto fu esposto al Capitolo IV, n. 24.

56. - Curve paraboliche e circolari.

La retta ed il cerchio sono i più semplici rappresentanti di due importantissime classi di curve algebriche per le quali è possibile una definizione geometrica della potenza.

La prima è quella costituita dalle curve, che chiameremo *paraboliche*, caratterizzate da ciò, che le loro intersezioni con la retta all'infinito coincidono in un unico punto J_∞ (per es. la retta, la parabola ordinaria, tutte le parabole superiori), la seconda è quella delle curve di ordine pari $2n$, aventi in ciascuno dei punti ciclici un punto n -plo (cerchio, quartica bicircolare, ecc.); tali curve, non avendo punti reali all'infinito, si svolgono tutte al finito.

Per le prime la potenza di un punto P rispetto alla curva corrisponde al prodotto delle proiezioni, in direzione normale a J_∞ , dei segmenti $PP_1, PP_2, \dots$, essendo $P_1, P_2, \dots$, i punti d'incontro della curva con una qualunque retta per P . Per le seconde la potenza corrisponde semplicemente al prodotto dei segmenti $PP_1, PP_2, \dots$, come sopra definiti, essendo anche qui arbitraria la retta per P che serve a determinarli. È manifesto che per la curva parabolica di primo ordine, cioè la retta, la attuale definizione di potenza conduce alla distanza, e che per la curva circolare di secondo ordine, il cerchio, la definizione generale collima pure con quella data precedentemente (Cap. IV, n. 24).

La indicata proprietà generale delle curve paraboliche e circolari può essere dimostrata come segue:

Per una curva parabolica d'ordine n , assunto l'asse delle x parallelo a J_∞ , l'equazione cartesiana si presenterà sotto la forma:

$$f(x, y) = y^n + f_{n-1} = 0,$$

dove f_{n-1} rappresenta un polinomio di grado $n - 1$ in x, y ; perchè (Cap. I, n. 3), eguagliando a zero il gruppo dei termini di grado n , deve risultarne una equazione in $\frac{y}{x}$ le cui n radici siano tutte uguali al coefficiente angolare dell'asse x , che è 0.

Ciò posto, se $P = (x_0, y_0)$ è un punto qualunque del piano, si conduca per esso una retta qualunque, che sarà definita dalla sua inclinazione α sull'asse x , permodochè per le coordinate

x, y del punto generico di essa, posto alla distanza r da P , si ha:

$$x = x_0 + r \cos \alpha \quad y = y_0 + r \sin \alpha.$$

Le coordinate dei punti $P_1, P_2, \dots, P_n$ in cui questa retta interseca la curva si otterranno ponendo nelle precedenti, al posto di r , le radici dell'equazione in r :

$$f(x_0 + r \cos \alpha, y_0 + r \sin \alpha) = 0.$$

Sviluppando, avuto riguardo alla espressione di f , si ottiene un'equazione, che, mettendo in evidenza il primo ed ultimo termine, si scrive:

$$f(x_0, y_0) + \dots + r^n \sin^n \alpha = 0.$$

Il prodotto delle radici $r_1, r_2, \dots, r_n$, a meno del segno, equivale, come si sa dall'Algebra, al rapporto del termine costante al coefficiente di r^n , cioè:

$$r_1 r_2 \dots r_n = \frac{f(x_0, y_0)}{\sin^n \alpha},$$

che si può scrivere:

$$r_1 \sin \alpha \cdot r_2 \sin \alpha \cdot \dots \cdot r_n \sin \alpha = f(x_0, y_0).$$

Il primo membro non è che il prodotto delle proiezioni sull'asse y dei segmenti $PP_1, PP_2, \dots, PP_n$; il secondo membro, per definizione, corrisponde alla potenza di P rispetto alla curva, quindi il teorema è dimostrato.

Per una curva n -circolare d'ordine $2n$, l'equazione cartesiana sarà riducibile a:

$$f(x, y) = (x^2 + y^2)^n + f_{2n-1} = 0,$$

perchè il gruppo dei termini di grado massimo, uguagliato a zero, deve addurre ai valori $\pm j$ del rapporto $\frac{y}{x}$, ciascuno contato n volte. Procedendo come sopra, l'equazione in r si presenta sotto la forma semplicissima:

$$f(x_0, y_0) + \dots + r^{2n} = 0,$$

e, ragionando come nel caso precedente, si deduce subito:

$$PP_1 \cdot PP_2 \cdot \dots \cdot PP_{2n} = f(x_0, y_0),$$

qualunque sia α .

57. - Casi particolari.

Quando il raggio di un cerchio si riduce a zero, questo si riduce al suo centro. E la potenza di un punto rispetto ad una tale cerchio-punto si riduce al quadrato della distanza dal centro, ed è sempre positiva, salvo nel centro ove s'annulla.

Per le applicazioni giova tener presente che: l'asse radicale di un cerchio e di un punto O , considerato come cerchio di raggio nullo, è la *semipolare* di O rispetto al cerchio.

Per semipolare di un punto O rispetto ad un cerchio si intende la retta parallela alla polare e che divide a metà la distanza di questa da O .

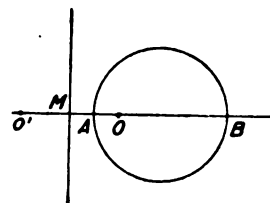


Fig. 77.

Per dimostrare l'asserto, si osservi che, se O' (fig. 77) è il punto coniugato di O rispetto al cerchio e allineato col centro la semipolare non è che la perpendicolare ad OO' passante per il punto medio M del segmento OO' . D'altra parte, dette A, B le intersezioni di OO' col cerchio, il gruppo $OO'AB$ sarà armonico e quindi:

$$MO^2 = MA \cdot MB.$$

Questa eguaglianza mette in evidenza che il punto M ha uguale potenza rispetto ad O ed al cerchio, e perciò appartiene all'asse radicale cercato. E poichè questo deve essere perpendicolare alla OO' , esso coincide con la semipolare. Se O è esterno al cerchio, la semipolare congiunge i punti medi delle tangenti per O al cerchio. Se O è sulla circonferenza, la semipolare coincide con la tangente.

58. - Potenza rispetto a un cerchio dei punti di un altro cerchio.

Spesso avviene che i punti di cui interessa conoscere la potenza rispetto ad una linea, anzichè ricoprire l'intero piano, sono vincolati a rimanere su una data curva. Tale vincolo può talora indurre una semplificazione nell'espressione della potenza.

Un caso particolarmente notevole è quello in cui si abbia a considerare la potenza rispetto ad un cerchio $A = 0$ di un punto mobile lungo la circonferenza di un altro cerchio $B = 0$. Se l'equazione $A = 0$ ha la forma normale, la potenza cercata P non è altro che il valore assunto dalla funzione A nei punti in questione. Ma poichè per questi si ha identicamente, in virtù del vincolo supposto, $B = 0$, possiamo anche scrivere $P = A + \lambda B$ essendo λ una costante arbitraria. Questa uguaglianza mostra che la potenza cercata coincide con quella rispetto ad uno qualunque dei cerchi del fascio $A + \lambda B = 0$, e poichè fra questi v'è l'asse radicale dei due cerchi, e la potenza di un punto rispetto ad una retta è proporzionale alla sua distanza dalla retta, ne segue che la potenza rispetto ad un cerchio dei punti di un altro cerchio è proporzionale alla distanza di questi dall'asse radicale dei due cerchi ⁽⁴⁸⁾.

E in particolare: La potenza rispetto a un punto dei punti di un cerchio è proporzionale alla distanza di questi dalla semipolare del primo punto rispetto al cerchio.

59. - Rappresentazione geometrica delle potenze elettriche.

Ciò premesso, sia S una grandezza scalare funzione di vettori $U, V, W, \dots$ caratteristiche delle grandezze alternative inerenti ad un determinato apparecchio. Se, come in generale accade, queste grandezze sono rappresentabili mediante vettori che alla loro volta dipendono dalla posizione di un punto variabile P il quale può interpretarsi come indice dello stato variabile di funzionamento dell'apparecchio stesso, sarà la S in definitiva funzione di P , cioè delle sue coordinate cartesiane ortogonali x, y , diciamo:

$$S = f(x, y).$$

La curva $f(x, y) = 0$ definirà gli stati di funzionamento per i quali la grandezza S assume valore nullo, e la S stessa, per un'altra posizione di P , sarà misurata dalla potenza (geometrica) di P rispetto alla curva $f(x, y) = 0$.

Ogni qualvolta la curva $f = 0$ sia tale che per essa si possa definire graficamente la potenza geometrica, essa stessa, che chiameremo perciò la *curva fondamentale della grandezza S* considerata, fornirà una rappresentazione grafica assai semplice della grandezza S stessa, in quanto questa corrisponderà alla potenza geometrica del punto P rispetto alla curva fondamentale.

Ciò avviene senz'altro quando tale curva risulta essere una retta o un cerchio, nei quali casi la distanza di P dalla retta, o la potenza di P rispetto al cerchio danno senz'altro una misura della grandezza S .

Le considerazioni precedenti trovano una importantissima applicazione nel caso in cui le grandezze S sono le *potenze elettriche* in gioco in ogni determinato apparecchio o sistema circuitale, e le proposizioni precedenti forniscono senz'altro una guida sicura per conseguire una rappresentazione geometrica atta a mettere in luce le variazioni di tali grandezze energetiche al variare delle condizioni di funzionamento dell'apparecchio.

Tutto si riduce infatti a cercare la corrispondente *linea fondamentale*; cioè il luogo dei punti di funzionamento cui compete valore nullo della potenza elettrica considerata.

Per meglio chiarire il procedimento, ci riferiamo a due esempi semplicissimi e fondamentali:

Se si vuole conoscere la potenza elettrica W somministrata ad un circuito alimentato da una d. d. p. costante V e dotato di impedenza comunque variabile Z , si osserverà in primo luogo che tale potenza è espressa, riferendoci ai valori efficaci, da $V \times I$. Il punto variabile P è in questo caso l'indice della corrente I , ed esso può occupare una posizione qualunque del piano, mentre il vettore V è fisso. La curva fondamentale della potenza W che, per definizione, è il luogo dei punti P per i quali risulta $V \times I = 0$, cioè V perpendicolare a I , sarà semplicemente la retta condotta per l'origine perpendicolarmente a V .

⁽⁴⁸⁾ Quanto al coefficiente di proporzionalità, esso risulterà (n. 40) $\sqrt{A^2 + B^2}$ se $Ax + By + C = 0$ è l'equazione dell'asse radicale. Ora, se (a, b) , (a', b') sono le coordinate dei centri dei due cerchi, risulta subito $A = 2(a - a')$, $B = 2(b - b')$, quindi:

$$\sqrt{A^2 + B^2} = 2\sqrt{(a - a')^2 + (b - b')^2} = 2.OO',$$

essendo OO' il segmento che congiunge i due centri.

Ne segue senz'altro che la distanza di P da questa retta misura la potenza W .

Se in luogo della potenza reale, si considera la potenza reattiva (Cap. V, n. 26), si vede allo stesso modo che la relativa linea fondamentale è la retta stessa sulla quale giace il vettore V .

Similmente, per un circuito come il precedente, in cui invece sia costante la impedenza Z e quindi sono variabili tanto V quanto I , secondo la legge $V = ZI$, si avrà:

$$W = V \times I = ZI \times I = RI^2,$$

essendo R la parte reale di Z . Dunque la curva fondamentale della potenza elettrica si riduce all'origine O , che manifestamente sta qui a rappresentare un cerchio di raggio nullo. Infatti la potenza del punto P , indice di I , rispetto ad O , risulta proporzionale a OP^2 .

E se, in quest'ultimo caso, le condizioni del circuito sono tali che l'indice di I sia vincolato a percorrere una circonferenza C , applicando una proposizione precedentemente dimostrata, si conclude che la potenza risulta proporzionale alla distanza dell'indice di P dalla semipolare dell'origine rispetto alla circonferenza C .

Per le applicazioni giova tener presente che, se la potenza elettrica W risulta dalla somma algebrica di due potenze W_1, W_2 , la sua curva fondamentale apparterrà al fascio determinato dalle linee fondamentali di W_1 e W_2 . Se queste sono rette concorrenti in un punto, quella sarà pure una retta passante per lo stesso punto; se queste sono cerchi (o un cerchio e una retta), anche quella sarà un cerchio, ecc. Se W è somma algebrica di tre o più potenze $W_1, W_2, \dots$ le cui curve sono tutte rette o parte rette e parte cerchi, la curva fondamentale di W sarà rispettivamente una retta o un cerchio. Tutto ciò è evidente, date le definizioni poste.

Di frequente applicazione sono i casi particolari seguenti, la cui dimostrazione è ovvia:

La somma di una retta r e di un cerchio-punto O appartenente alla retta è un cerchio passante per O e che ivi è tangente alla retta r .

La somma di una retta r e di un cerchio-punto O esterno alla retta è un cerchio avente il centro sulla perpendicolare condotta per O ad r .

La somma di due cerchi-punto O ed O' è un cerchio avente il centro sulla retta OO' .

Se teniamo presente quanto fu, in generale, osservato al numero precedente, abbiamo senz'altro che quando le linee di potenza sono circolari, se il luogo del punto caratteristico P è pure un cerchio, alle linee stesse si possono sostituire delle rette, e le potenze elettriche corrispondenti sono misurate proporzionalmente dalle distanze dei punti P da queste. Trattandosi di misura proporzionale, è indifferente la scelta della direzione secondo la quale si vanno a misurare dette distanze. Ma naturalmente, cambiando la direzione, muta il fattore di proporzionalità. Se si hanno da considerare due di tali rette r e s , corrispondenti a due diverse potenze $\mathfrak{S}$ e $\mathfrak{Q}$, si potranno valutare le distanze in una direzione unica per entrambe, il che, in

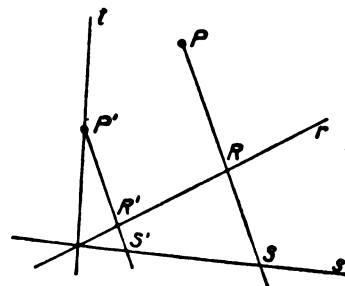


Fig. 78.

generale, equivale ad utilizzare per le due potenze due diversi fattori di proporzionalità, perchè, mutando la direzione, mutano in vario modo il fattore dell'una e quello dell'altra. E viene allora naturale di domandare se esiste una direzione secondo la quale le due potenze vengono rappresentate nella stessa scala. La risposta è affermativa: per dimostrarlo e al tempo stesso determinare questa direzione procediamo come segue: se P (figura 78) è il punto generico di funzionamento e PRS una retta qualunque per esso, sarà, detti h e k due convenienti fattori:

$$PR = h\mathfrak{S} \quad PS = k\mathfrak{Q}$$

dove h e k non mutano col passare dall'uno all'altro punto P , purchè volta per volta la trasversale sia parallela alla PRS . Indichiamo ora con t la linea fondamentale della differenza $\mathcal{S} - \mathcal{Q}$; sarà t una retta passante pel punto comune ad r , s . Ora, se P va ad occupare una posizione P' sulla retta t , allo stato di funzionamento P' corrisponderanno valori uguali di $\mathcal{S}$ e $\mathcal{Q}$, perchè P' è situato sulla linea luogo dei punti pei quali è $\mathcal{S} - \mathcal{Q} = 0$, quindi il segmento $R'S'$ risulterà uguale a $\mathcal{S} (h - k)$ cioè proporzionale ad $h - k$. Dunque, perchè si abbia $h = k$, dovrà annullarsi il segmento $R'S'$ cioè essere PRS , $P'R'S'$ parallele a t . Possiamo dunque enunciare la seguente proposizione generale, di cui è manifesta la pratica importanza:

Quando il diagramma di funzionamento è circolare, se r , s sono le rette fondamentali relative a due potenze elettriche e t quella relativa alla loro differenza, misurando le distanze da r e da s in direzione parallela a t si consegue la rappresentazione contemporanea delle due potenze nella stessa scala.

Il procedimento cade in difetto se le rette r , s sono parallele, perchè allora anche la retta t risulta ad esse parallela. E' però evidente che allora se per una direzione PRS si ha:

$$PR = k\mathcal{S} \qquad PS = h\mathcal{Q},$$

i coefficienti k' e h' relativi ad un'altra direzione saranno proporzionali a k ed h . Interessa dunque in questo caso conoscere il rapporto costante $k : h$, ed alla valutazione di esso giova ancora la conoscenza della retta fondamentale t della differenza

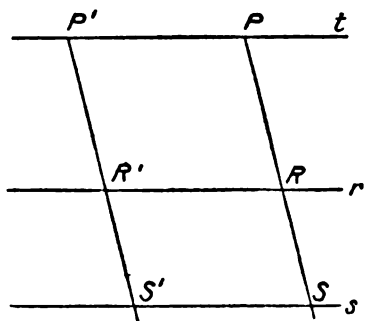


Fig. 79.

$\mathcal{S} - \mathcal{Q}$, perchè se P' (fig. 79) è, al solito, un punto di essa, condotta la $P'R'S'$ parallela alla PRS , sarà:

$$P'R' = k\mathcal{S}_0 \qquad P'S' = h\mathcal{Q}_0,$$

essendo $\mathcal{S}_0$ e $\mathcal{Q}_0$ i valori di $\mathcal{S}$ e $\mathcal{Q}$ in P' . E poichè, per la definizione stessa di t , è $\mathcal{S}_0 = \mathcal{Q}_0$, ne segue:

$$\frac{k}{h} = \frac{P'R'}{P'S'}$$

dunque il rapporto cercato corrisponde a quello delle distanze di t dalle rette r , s .

E si può chiedere se potrà risultare $k = h$. Perchè ciò sia, dovrà essere $\frac{P'R'}{P'S'} = 1$, il che esige che la t sia la retta all'infinito del piano. Dunque:

Se due rette di potenza sono parallele, le distanze da esse, misurate in una direzione arbitraria, corrispondono alle due potenze misurate secondo scale che stanno fra loro come le distanze delle due rette di potenza della retta fondamentale della differenza delle due potenze. Se quest'ultima coincide con la retta all'infinito, le due scale sono uguali⁽¹⁹⁾.

Interessa anche fare un'altra osservazione, di grande importanza per le applicazioni.

Se immaginiamo tracciata la linea fondamentale (L) di una certa potenza elettrica relativa ad un certo apparecchio, si può chiedere quale sarà la linea fondamentale della stessa potenza quando si operi una trasformazione geometrica qualunque del piano in sè stesso, in virtù della quale ogni punto P si trasformi in un altro punto P' . Se si pensa che la linea fondamentale (L), per definizione, non è che il luogo dei punti P pei quali è nulla la potenza elettrica considerata, ne segue subito che la nuova linea fondamentale (L') non sarà altro che la curva in cui (L) viene trasformata dalla supposta trasformazione geometrica.

Potrà però accadere che la potenza geometrica di P' ri-

spetto ad (L') differisca dalla potenza di P rispetto ad (L) per un fattore eventualmente funzione del punto P stesso; e ciò si verifica effettivamente quando la linea (L') non sia la completa trasformata di (L), ma una sola parte di essa.

Per es., se la trasformazione è una inversione rispetto ad un polo O , e la (L) è un cerchio, sappiamo che (Cap. III, n. 16) la effettiva trasformata di (L) non è il solo cerchio (L') inverso di (L), ma una curva di quarto ordine composta di (L') e delle rette isotrope passanti pel polo, quindi la potenza del punto P' rispetto ad (L') corrisponderà alla potenza di P rispetto ad (L) divisa per OP^2 , che rappresenta la potenza dello stesso punto P rispetto alla coppia delle rette isotrope per O (oppure moltiplicata per OP'^2 , supposta = 1 la potenza di inversione).

Possiamo dunque asserire che:

Se si opera una inversione qualunque sulle figure che rappresentano il funzionamento di una determinata macchina, le nuove linee fondamentali di potenza saranno le inverse delle linee primitive.

Se queste sono cerchi, anche le nuove linee saranno cerchi; e se poi il punto di funzionamento si muove sopra un cerchio, alle linee di potenza circolari si potranno sostituire delle rette, e precisamente gli assi radicali rispetto a quello, mentre i valori delle potenze si ottengono moltiplicando le nuove potenze geometriche per il quadrato della distanza del punto primitivo dal polo⁽²⁰⁾.

Ma anche se il luogo del punto di funzionamento non è un cerchio, si può sempre rendere rettilinea una linea di potenza circolare, bastando all'uopo invertire tutta la figura rispetto ad un punto di questo cerchio perchè, come sappiamo (Cap. III, n. 15), la linea inversa di un cerchio rispetto ad un suo punto è una retta.

E se poi — il che frequentemente avviene — tutte le linee di potenza da considerarsi sono cerchi che passano per due punti, scegliendo uno di questi come centro d'inversione, le nuove linee di potenza saranno rette concorrenti in un punto, il quale sarà precisamente l'inverso dell'altra comune intersezione dei cerchi⁽²¹⁾.

Di tutto ciò si può trarre partito per conseguire una semplificazione nella rappresentazione geometrica delle potenze, sostituendo al prodotto dei due segmenti, la misura di un segmento solo.

60. - Le linee di potenza del trasformatore.

Proponiamoci di determinare le linee fondamentali delle potenze elettriche in giuoco in un trasformatore alimentato a d. d. p. costante.

Per la *potenza impressa*, siamo nel primo dei casi considerati nel numero prec., perchè V è costante, e si ottiene così la retta OY condotta per l'origine perpendicolarmente a V ;

per la *potenza reattiva*, si ottiene la retta stessa di V ;

per le *potenze perdute* nel primario, oppure nel secondario, oppure nel circuito d'eccitazione, si ottengono come linee fondamentali i cerchi-punto rappresentati dalle origini dei vettori che rappresentano I' , I'' , E . La cosa è evidente pei primi due, quanto al terzo basta osservare che la perdita d'eccitazione

vale $Z_\mu I_\mu \times I_\mu = E \times \frac{E}{Z_\mu}$, quindi è proporzionale ad E^2 ;

quanto alla *potenza trasmessa* al secondario $E \times I''$, essendo essa uguale alla potenza impressa diminuita delle potenze perdute nel primario e nel circuito d'eccitazione, la sua curva fondamentale, per una osservazione precedente, sarà un cerchio. E per ragione analoga risulterà pure un cerchio la linea fondamentale della *potenza resa*.

⁽²⁰⁾ Ciò si vede assai chiaramente se si ricorre alle equazioni della trasformazione, le quali, assunto il polo per origine, sono:

$$x = \frac{x'}{x'^2 + y'^2}, \quad y = \frac{y'}{x'^2 + y'^2},$$

Se $A = 0$ è l'equazione del primo cerchio, dove:

$$A = x^2 + y^2 + 2ax + 2by + c,$$

l'equazione del cerchio inverso è, come subito si riconosce, $B = 0$, dove:

$$B = c(x'^2 + y'^2) + 2ax' + by' + 1,$$

ma A e B non risultano uguali, bensì è:

$$A = B(x^2 + y^2) = \frac{B}{x'^2 + y'^2}.$$

⁽²¹⁾ Se questi sono tangenti, le rette trasformate risulteranno parallele.

⁽¹⁹⁾ Questo caso può presentarsi soltanto se le due potenze differiscono per una costante.

Ma ciò può dimostrarsi direttamente in modo assai semplice riflettendo che il prodotto $E \times I''$ si annulla quando i vettori corrispondenti ad E , I'' risultano perpendicolari, cioè quando l'angolo compreso fra i segmenti $P_0 P$ e QP (fig. 62 del Cap. prec.) differisce da un retto per quanto corrisponde all'angolo compreso fra le direzioni rispetto alle quali risultano riferiti i segmenti stessi, secondo quanto si è detto al Cap. VII, n. 42. Quel prodotto scalare dunque si annulla per un valore costante dell'angolo $P_0 P Q$, quindi la curva cercata è un cerchio per P_0 e Q . Analogamente si dimostra che la curva della potenza resa $ZI'' \times I''$ è un cerchio per P_0 e P_1 . E similmente, anche la linea delle perdite totali risulta un cerchio, appartenente al fascio determinato dall'asse OY e dal cerchio della potenza resa.

Se il trasformatore funziona in condizioni tali che il suo diagramma di corrente sia circolare (Cap. VII, n. 42), le linee di potenza si riducono a delle rette, le quali non sono altro che gli assi radicali di ciascuno dei cerchi dianzi considerati e del cerchio (C) diagramma della corrente.

Ma anche nel caso generale, tenendo presente quanto dimostrato alla fine del numero precedente, si potranno ridurre a rette le linee fondamentali della potenza resa e delle perdite totali. Basterà all'uopo invertire il diagramma rispetto ad uno dei punti base del fascio dianzi considerato.

61. - Le linee di potenza della macchine asincrona.

Per la macchina asincrona, avendosi un diagramma circolare, tutte le linee di potenza sono senz'altro rettilinee, e precisamente, mantenendo ai simboli il significato solito, si ha che (fig. 80):

- la linea delle potenze impresse $\mathcal{S}_i$ è la OY ;
- la linea delle perdite primarie $\mathcal{S}_{p1}$ è la semipolare di O rispetto al cerchio C ;
- la linea delle perdite di eccitazione $\mathcal{S}_{pe}$ è la semipolare di Q rispetto a C ;
- la linea delle perdite secondarie $\mathcal{S}_{p2}$ è la tangente (semipolare) in P_0 a C ;
- la linea della potenza resa $\mathcal{S}_r$ è la retta $P_0 P_1$ (perchè per $s = 0$ ed $s = 1$ è nulla la potenza resa);
- la linea della potenza trasmessa $\mathcal{S}_t$ dallo statore al rotore o linea delle coppie (v. Cap. VII, n. 45), è la retta $P_0 P_\infty$ (perchè per $s = 0$, $s = \infty$ s'annulla la potenza trasmessa).

Conoscendo i punti P_0 , P_1 , P_∞ , Q è facile costruire la retta delle perdite totali. Se consideriamo infatti queste come differenza fra la potenza impressa e la potenza resa, ne viene che la retta delle perdite totali passerà pel punto O' comune a $\mathcal{S}_r$, $\mathcal{S}_i$. Per trovarne un secondo punto, consideriamo le rette delle potenze trasmesse e delle potenze impresse. Pel loro punto comune O'' passerà la retta $\mathcal{S}'$ che corrisponde alla somma delle perdite primarie e a quelle d'eccitazione, ma $\mathcal{S}'$ passa anche pel punto comune a $\mathcal{S}_{p1}$ e $\mathcal{S}_{pe}$, quindi risulta completamente determinata. Siccome le perdite totali sono la somma delle perdite ora considerate e di quelle secondarie, il punto comune a $\mathcal{S}'$ e $\mathcal{S}_{p2}$ sarà sulla cercata retta delle perdite totali. Questa dunque risulta pure completamente determinata. Tracciate tutte queste rette, la distanza di esse da un punto generico del diagramma circolare, misurata in una direzione qualsivoglia, misurerà proporzionalmente la potenza o la perdita corrispondente.

Ed applicando ripetutamente la proposizione dimostrata al n. 59, si potrà, partendo dalla conoscenza di uno dei fattori di proporzionalità — per es., quello relativo alla potenza impressa — giungere alla valutazione effettiva di tutte le potenze considerate.

Così, poichè è nota la scala della potenza impressa $\mathcal{S}_i$, leggendo le distanze $\mathcal{S}_i$ e $\mathcal{S}_r$ nella direzione della linea $\mathcal{S}_{p2}$, si otterrà la misura effettiva della $\mathcal{S}_r$, come leggendo $\mathcal{S}_i$ e $\mathcal{S}_{p2}$ in direzione di $\mathcal{S}_r$ si avrà la misura delle perdite totali $\mathcal{S}_p$. Analogamente, desiderando conoscere la misura effettiva della potenza trasmessa dallo statore al rotore, equivalente alla coppia in watt-sincroni, basterà, ricordando che $\mathcal{S}_i - \mathcal{S}_r = \mathcal{S}_{p2}$, leggere $\mathcal{S}_i$ e $\mathcal{S}_r$ in direzione parallela alla $\mathcal{S}_{p2}$, ecc.

Si consegue così un completamento del diagramma, mediante il quale si possono agevolmente seguire, dal punto di vista energetico, le varie condizioni di funzionamento della macchina.

Abbiamo già detto che (Cap. prec., n. 46) il tratto $P_0 P_1$, corrisponde al funzionamento come motore, ed il diagramma ce lo conferma in quanto è solo in quel tratto che risulta positiva la potenza resa (il punto P superiore alla retta $P_0 P_1$). E possiamo anche soggiungere che la massima potenza si avrà per quel punto in cui il cerchio ha per tangente la parallela alla

retta $P_0 P_1$. In modo analogo si vede che la coppia — misurata dalla distanza di P dalla retta $P_0 P_\infty$ — è positiva, cioè cospirante col moto relativo del rotore rispetto al campo, per tutto il tratto superiore del diagramma compreso fra i punti P_0 e P_∞ . Essa raggiunge il suo valore massimo nel punto M in cui il cerchio è toccato da una retta parallela a $P_0 P_\infty$, e decresce sia che M si muova verso destra che verso sinistra. È solo dunque nel tratto $P_0 M$ che la coppia varia in senso opposto alla velocità effettiva del rotore. Tale tratto rappresenta quindi il campo di stabilità del motore.

La proposizione segnalata al Capitolo prec., n. 47, sull'indipendenza del cerchio e dei punti P_0 , P_∞ dal valore di R'' , ci permette di asserire che l'inserzione di una resistenza nel rotore non altera la coppia massima della macchina, ma poichè ciò influisce sulla posizione del punto P_1 corrispondente all'avviamento, ne segue che, attribuendo alla resistenza rotorica un valore tale che P_1 cada in M , si può far sì che la massima coppia si verifichi all'avviamento; ottenuto il quale, converrà diminuire la resistenza stessa per far sì che aumenti la distanza di P dalla retta $P_0 P_1$, che è proporzionale, come si è visto, alla potenza meccanica resa dal motore. È quello che si suol fare comunemente.

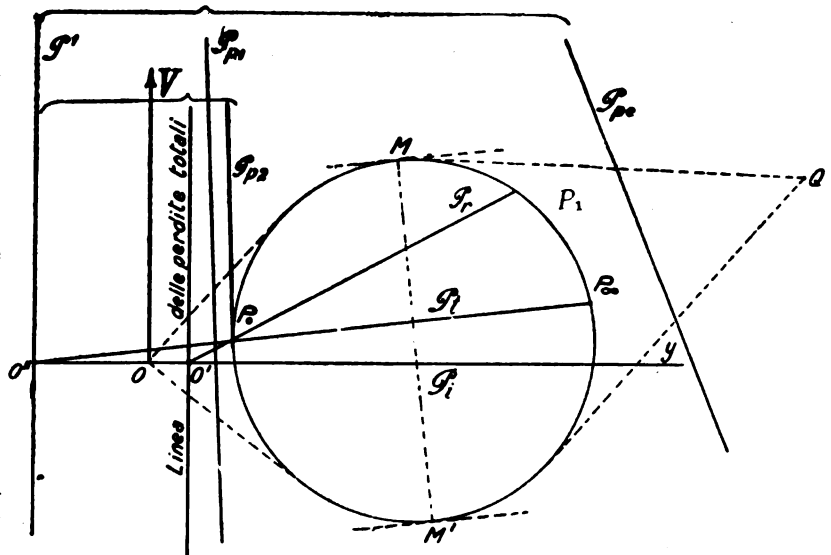


Fig. 80.

Se P cade nel tratto $P_1 P_\infty$, il rotore marcia in senso inverso consumando potenza meccanica (P inferiore alla $P_0 P_1$) ed assorbendo pure energia elettrica dalla linea (P superiore alla retta OY) per far fronte alle perdite totali, cioè la coppia elettromagnetica ha azione frenante rispetto alla coppia meccanica applicata. In tutto il tratto $P_0 P_\infty$ inferiore, la macchina funziona invece da generatrice camminando nello stesso senso del campo, ma con velocità superiore a questo (regime ipersincrono): però nei tratti superiori alla retta OY essa non giunge ancora a fornire potenza alla linea primaria, dalla quale anzi assorbe una corrente avente una componente (distanza di P da OY) in fase con la d. d. p. impressa; e la potenza primaria concorre con la potenza meccanica a far fronte alle perdite.

Questo caso differisce dal precedente in ciò che, mentre nel primo si aveva sempre trasmissione di potenza elettrica dallo statore al rotore, oltre, naturalmente, a trasformazione di potenza meccanica in potenza elettrica (calore) nel rotore, in questo secondo caso invece parte della potenza meccanica comunicata al rotore si trasmette per via induttiva allo statore, ma in misura così lieve che non arriva a coprire le perdite; la macchina ha quindi ancora bisogno di prelevare potenza dalla linea; essa è cioè realmente una generatrice di energia elettrica, ma non ancora in grado di essere fornitrice.

Nel tratto inferiore alla OY invece la macchina è anche in grado di fornire potenza elettrica alla linea, (si ha cioè il funzionamento come generatrice nel senso, diremo così, industriale), pur avendo sempre bisogno di prelevare dalla linea stessa la corrente eccitatrice (P a destra di OD), salvo che la macchina non sia autoeccitatrice, come può avvenire se nel circuito rotorico si fanno agire f. e. m. opportune (v. Cap. VII, n. 44). E, per la solita ragione, tale funzionamento è stabile limitatamente al tratto compreso fra P_0 ed il punto M' simmetrico di M rispetto al centro.

A conclusioni perfettamente simili si perviene se, anzichè

partire dal diagramma di funzionamento a d. d. p. costante, si parte da quello a intensità costante. Si conclude che, anche rispetto a tale diagramma, le linee delle potenze impresse, trasmesse, rese, nonché quelle delle perdite parziali e totali sono altrettante rette e precisamente: detti $P'_0, P'_1, P'_\infty, Q'$ i punti inversi di P_0, P_1, P_∞, Q rispetto al cerchio fondamentale, si avrà che:

la linea delle potenze impresse è la retta OY ;

la linea delle potenze trasmesse (coppie) è la $P'_0 P'_\infty$,

la linea delle potenze rese è la $P'_0 P'_1$;

la linea delle perdite primarie è la semipolare dell'origine rispetto al cerchio;

la linea delle perdite secondarie è la tangente in P'_0 al cerchio;

la linea delle perdite di eccitazione è la semipolare del punto Q' rispetto al cerchio;

donde si deduce la costruzione delle linee delle perdite totali, la valutazione delle potenze a due a due secondo unica scala, ecc., ecc.

Questa rappresentazione delle potenze elettriche sul diagramma a intensità costante, non è che una diretta derivazione della proposizione segnalata alla fine del n. 59. Per la applicazione pratica di essa è da osservare, naturalmente, che se, come generalmente si suole, si utilizza pel diagramma a intensità costante lo stesso cerchio che rappresenta il diagramma a d. d. p. costante (cioè si prende per potenza d'inversione la potenza dell'origine rispetto a questo cerchio), anche per due punti corrispondenti ad un medesimo valore dello scorrimento, il diagramma deve essere interpretato in scale diverse, ed il rapporto delle scale varia col variare della coppia di punti considerata, secondo quanto è stato esposto al n. 59 stesso. Ne segue quindi una analoga modificazione delle scale che servono per la lettura delle varie potenze elettriche, modificazione cui è facile tener dietro, tenendo conto della potenza di inversione ⁽⁵²⁾.

62. - Le linee di potenza della macchina asincrona monofase.

Ricordiamo che (Cap. VII, n. 51) la macchina si comporta come due macchine polifasi in serie coi rotor rigidamente accoppiati. Costruito, come al n. 51, il cerchio (C) che rappresenta il diagramma di funzionamento a intensità costante di ciascuna delle due macchine componenti, siano P e P' i punti corrispondenti a due valori dello scorrimento come s e $2-s$, che diremo associati. Per conoscere i valori della potenza impressa, della potenza resa, delle perdite, non v'è che da sommare i valori che queste grandezze assumono nei due punti corrispondenti a due valori associati dello scorrimento. Il risultato è, salvo un fattore, uguale alle distanze dalle rispettive linee fondamentali del punto medio del segmento PP' , cioè di quel punto che al n. 51 abbiamo indicato con P'' e che corrisponde al funzionamento a intensità costante con scorrimento s . Non si può fare altrettanto per le coppie, perchè, come facilmente si verifica, quelle delle due macchine componenti non debbono essere sommate, ma sottratte.

Se ora, mediante la solita inversione, si passa dal diagramma (C') a intensità costante a quello a d. d. p. costante che qui chiameremo (C'') (ma che può essere rappresentato dallo stesso cerchio (C')), le linee della potenza impressa, della potenza resa, delle perdite saranno ancora, come facilmente si vede, altrettante rette. Infatti le precedenti rette di potenza non erano che gli assi radicali del cerchio (C') e dei cerchi delle rispettive potenze. Poichè l'inversione trasforma il cerchio (C') nel cerchio (C'') ed i cerchi di potenza in altri cerchi, le nuove linee di potenza, in virtù della proposizione al n. 58 del Cap. prec., non saranno altro che gli assi radicali di questi rispetto al diagramma trasformato. Mediante questa semplicissima osservazione ⁽⁵³⁾ si vede subito che l'asse OY è la linea fondamentale della potenza impressa, e che la congiungente i punti $s=0, s=1$, è quella della potenza resa. Altrettanto semplice è la costruzione delle linee delle perdite. Per es., per le perdite secondarie, si osserverà che l'inversione trasforma il cerchio-punto P_0'' nel cerchio-punto P_0''' , quindi, come la tangente (semipolare) a (C') in P_0'' era la linea fondamentale delle perdite secondarie

nel diagramma a intensità costante, la tangente in P_0''' in (C'') sarà l'analoga linea fondamentale nel diagramma a d. d. p. costante. E così dicasi per le altre.

63. - Altre applicazioni.

In modo perfettamente analogo possiamo costruire le linee di potenza per ciascuna delle macchine a diagramma circolare considerate ai nn. 52 e 53 del Cap. precedente.

Ci limiteremo a segnalare i tratti essenziali del procedimento, lasciando al lettore la cura di sviluppare i particolari, i quali del resto non presentano alcuna difficoltà.

Tracciato il diagramma di corrente (C), si costruiscano i punti, che, considerati come nuove origini, permettono di utilizzare lo stesso diagramma per la rappresentazione delle altre grandezze alternative in giuoco: $E_s, E_r, E', \Phi, \dots$. Indicheremo tali punti con $P(E_s), P(E_r), P(E'), P(\Phi), \dots$.

Si avrà allora in generale che:

la linea fondamentale delle potenze impresse, è, al solito, la retta condotta per l'origine perpendicolarmente all'asse di riferimento;

la linea fondamentale delle potenze reattive impresse è l'asse di riferimento;

la linea fondamentale delle perdite statoriche è la semipolare rispetto al cerchio (C) del punto $P(I_s)$ origine della corrente statorica (che per lo più coincide con l'origine delle coordinate);

la linea fondamentale delle perdite rotoriche è la semipolare rispetto al cerchio (C) del punto $P(I_r)$ origine della corrente rotorica ⁽⁵⁴⁾;

la linea fondamentale delle perdite di eccitazione relative ad un determinato flusso è la semipolare rispetto a (C) dell'origine $P(\Phi)$ del flusso corrispondente;

la linea fondamentale delle potenze rese è l'asse radicale rispetto a (C) del cerchio delle potenze rese, il quale in ogni caso passa per le origini della corrente rotorica e della f. e. m. di rotazione, che abbiamo indicata sempre con E'_r , e più precisamente è il luogo dei punti dai quali il segmento compreso fra queste origini è veduto sotto un angolo, il cui valore differisce da un retto per un importo corrispondente alla somma degli angoli che la direzione principale di riferimento forma con le direzioni rispetto a cui risultano riferite la corrente rotorica e la f. e. m. E'_r ;

la linea fondamentale delle coppie è l'asse radicale rispetto a (C) del cerchio delle coppie, il quale si costruisce come quello delle potenze rese, sostituendo alla f. e. m. di rotazione E'_r il flusso che la determina.

Per il tracciamento della linea delle perdite totali, con procedimento analogo a quello del n. 61, converrà determinarne due punti, uno dei quali è sempre quello comune alla linea delle potenze impresse e rese, ed un altro si ottiene combinando opportunamente le linee delle perdite parziali.

64. - Il diagramma energetico della macchina sincrona.

Le nostre considerazioni generali ci conducono anche ad una interessante rappresentazione grafica delle potenze in giuoco nella macchina sincrona.

Supposta costante la d. d. p. V ai capi, che dovrà intendersi impressa o resa secondo che si riguardi la macchina come motore o come generatore, l'equazione fondamentale si stabilisce assai agevolmente pensando che in ogni caso alla V fanno equilibrio tutte le forze elettromotrici che hanno origine negli avvolgimenti dell'indotto: fra queste ve n'è una, la cui caratteristica indicheremo con E , che è indotta dalle alternazioni del flusso dovuto al campo induttore, mentre tutte le altre (cadute di tensione ohmica e induttiva, reazione di indotto, ecc.), sono proporzionali alla corrente I , quindi rappresentabili cumulativamente con una espressione del tipo ZI . La costante Z così definita è quella che si chiama la *impedenza sincrona* della macchina. L'equazione cercata è dunque semplicemente:

$$V = E + ZI,$$

valevole, con opportune convenzioni sui segni, in ogni caso. Il

⁽⁵²⁾ Veggasi in proposito una interessante nota di GENKIN (R. G. E., tomo XIV, 1923).

⁽⁵³⁾ Questa osservazione, pur semplice, è necessaria perchè a prima vista sembrerebbe che le nuove linee di potenza fossero le inverse delle linee primitive, e quindi si sarebbe condotti a ritenere che, essendo queste delle rette, le nuove linee di potenza fossero cerchi.

⁽⁵⁴⁾ Se la corrente rotorica coincide con la statorica (macchina in serie) vi sarà da considerare una unica linea di perdite, mentre se oltre al circuito statorico e rotorico vi sono altri circuiti (per es. quello della corrente I_r nel motore polifase a collettore in derivazione), si avranno a considerare altre corrispondenti linee di perdite.

diagramma che ad essa corrisponde è un triangolo ODP (in cui $\overrightarrow{OD} = V$, $\overrightarrow{OP} = E$, $\overrightarrow{PD} = ZI$) di cui i primi due vertici O, D sono fissi, mentre il terzo P caratterizza lo stato di funzionamento della macchina (fig. 81). Il vettore PD rappresenta così proporzionalmente la corrente, ma, per la valutazione della fase, è da notarsi che, a causa del fattore Z , la direzione di riferimento è spostata in anticipo di un angolo θ uguale all'argomento di Z . Ne segue che, fatto $\hat{ODM} = \theta$, lo spostamento di fase φ fra V e I corrisponde all'angolo $\hat{MDP}$.

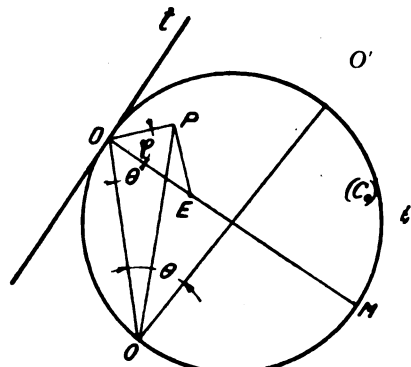


Fig. 81.

Volendosi valutare per la macchina funzionante da motore (o generatore) la potenza $E \times I$ resa (o impressa) e la potenza $V \times I$ impressa (o resa), non avremo da fare altro che determinare il luogo del punto P perchè risulti $E \times I = 0$ oppure $V \times I = 0$. Indicando ancora con θ l'argomento di Z , dovrà all'uopo risultare $\hat{DPO} = \frac{\pi}{2} - \theta$ oppure $\hat{ODP} = \frac{\pi}{2} + \theta$ rispettivamente. Ne segue che il primo luogo è il cerchio C_0 costruito su OD come corda e capace a destra dell'angolo $\frac{\pi}{2} - \theta$ ed il secondo luogo è la tangente t condotta a questo cerchio in D .

Analogamente si vede che il diametro DM è la linea fondamentale delle potenze reattive.

La linea delle perdite si riduce al punto D .

Si conclude così che per uno stato di funzionamento definito dal punto P , la potenza resa, le perdite totali, la potenza reale e la potenza reattiva impressa sono misurate — in scale diverse — dalla potenza di P rispetto al predetto cerchio, dal quadrato della distanza di P da D , dalle distanze di P dalla tangente t , e del diametro DM rispettivamente ⁽⁵⁵⁾.

Secondo che il punto P è interno o esterno al cerchio C_0 , la potenza $E \times I$ risulta resa (motore) o assorbita (generatore), e analogamente la potenza $V \times I$ risulta resa o assorbita a seconda che il punto P si trova a sinistra o a destra della tangente t . Ne segue che la regione interna al cerchio C_0 corrisponde al funzionamento della macchina come motore, quella situata a sinistra della tangente al funzionamento come generatore, mentre se il punto P , essendo esterno al cerchio, cade a destra della tangente, la macchina assorbe potenza elettrica e potenza meccanica per far fronte alle perdite.

Siccome la velocità è costante, la coppia elettromagnetica risulta senz'altro proporzionale alla potenza elettrica assorbita o generata dalla f. e. m. E , cioè al prodotto scalare $E \times I$. Ed è agevole determinare il campo di stabilità della macchina: esso dovrà essere tale che un rallentamento (ritardo di E) produca un aumento della coppia. Perchè ciò sia dovrà P trovarsi nella parte di piano situata a sinistra del diametro OO' passante per O . Ed infine il diagramma mette in chiara luce la possibilità di fare funzionare la macchina con fattore di potenza unitario ed anche con corrente in anticipo rispetto alla d. d. p. impressa (condensatore rotante). Supponiamo infatti che la macchina funzioni da motore e che il carico (coppia resistente) abbia un valore determinato: P dovrà trovarsi sul cerchio C — concentrico a C_0 — luogo dei punti aventi rispetto a C_0 una potenza uguale al carico dato. Se in queste condizioni si fa variare l'eccitazione, muterà il modulo di E , e per ogni valore di questo, l'argomento dovrà assumere tale valore che P venga

a trovarsi su C . D'altra parte, lo sfasamento φ fra la corrente I e la d. d. p. impressa V è misurato, come s'è visto, dall'angolo $\hat{PDM}$ che ZI forma con la DM (che precede V di un angolo precisamente uguale all'argomento θ di Z). Si vede chiaramente che, se si aumenta gradatamente l'eccitazione, P può passare da posizioni inferiori al diametro (corrente in ritardo) a posizioni superiori (corrente in anticipo) e, per un conveniente valore dell'eccitazione, si può far sì che P sia esattamente sul diametro (corrente in fase).

Ciò risulta anche considerando che il diametro DM è la linea fondamentale delle potenze reattive, quindi il passaggio del punto P da una parte all'altra di esso corrisponde al mutamento di segno di $\sin \varphi$ e cioè di φ .

Se al diagramma ora costruito si applica il teorema del n. 59, si riesce facilmente a trasformarlo in un diagramma in cui le linee fondamentali sono rettilinee. All'uopo basta operare una inversione rispetto al punto D .

La potenza d'inversione è arbitraria; se la scegliamo uguale a $\overline{OD}^2$ — cosicchè il cerchio fondamentale sarà quello di centro D e raggio DO — il punto O non muta (fig. 82); in ogni caso

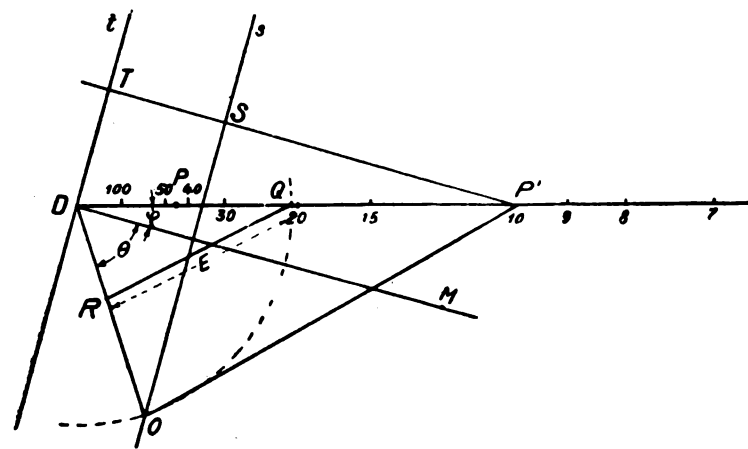


Fig. 82.

poi non mutano nè la retta t nè la DM , nè la DO , ed il cerchio (C_0) si trasforma nella retta s passante per O e parallela alla tangente t . Indichiamo con M' il punto inverso di M ed in generale con P' l'inverso del punto di funzionamento P . Le nuove linee di potenza essendo s, t , ne segue che le distanze $P'S, P'T$ di P' da esse misurano le potenze rese ed impresses pel motore (rispettivamente impresses e rese pel generatore) divise pel quadrato della corrente ⁽⁵⁶⁾, la distanza di P' da DM , linea fondamentale della potenza reattiva, misura anche qui la potenza reattiva divisa pel quadrato della corrente, e, poichè la inversione non modifica gli angoli, lo sfasamento φ è misurato da $\hat{P'DM}$, mentre l'angolo caratteristico dell'impedenza è sempre $\hat{M'OD}$. Quanto alla corrente, la sua grandezza sarà inversamente proporzionale al segmento DP' , perchè:

$$DP' = \frac{\overline{OD}^2}{DP} = \frac{\overline{OD}^2}{Z} \cdot \frac{1}{I} = \frac{\text{cost.}}{I},$$

e non è difficile tracciare su un raggio qualunque per D , una acconcia graduazione che consenta la valutazione immediata di I (vedi fig. 82 dove, per fissare le idee, si è supposto che il punto P' corrisponda a $I = 10$ amp.). Il diagramma trasformato può anche servire per la valutazione della f. e. m. E . Infatti se Q è il punto in cui il raggio DP' incontra il cerchio fondamentale ($OQ = DO$) e si conduce per Q la parallela a OP' , il segmento QR di questa compreso fra Q e la retta DO misura E , (come si riconosce osservando che i triangoli ODP, QDR sono entrambi simili al triangolo $P'DO$, ed hanno inoltre $QD = DO$, sicchè sono uguali), mentre poi l'angolo $\hat{DP'O}$ corrisponde allo sfasamento fra la d. d. p. V e la f. e. m. E . Quindi E è definita in grandezza a fase.

La linea fondamentale delle perdite è la retta all'infinito. I punti P' situati a destra di s corrispondono al funzionamento della macchina come motore, quelli a sinistra di t al funzionamento come generatore, e per quelli situati nella striscia compresa fra le rette t ed s la macchina assorbe potenza elettrica

⁽⁵⁵⁾ Cfr. DONATI: Diagramma per motori sincroni e alternatori. Rendiconti dell'Accademia delle Scienze di Bologna, 1913.

⁽⁵⁶⁾ Ciò si deduce da quanto è stato esposto nell'ultima parte del n. 59 (Cap. prec.).

e meccanica per far fronte alle perdite. Queste sono sempre misurate dal prodotto del quadrato della corrente per il segmento TS , il quale nel primo e nel secondo caso corrisponde alla differenza fra i segmenti PT e PS , mentre nel terzo caso corrisponde alla loro somma, il che mette in evidenza che le perdite equivalgono alla somma delle potenze assorbite da ambo le parti dalla macchina.

IX. - RAPPRESENTAZIONE GEOMETRICA DEI RENDIMENTI.

65. - Il rendimento e il fascio delle curve di egual rendimento.

Dalla rappresentazione geometrica delle potenze elettriche si può passare immediatamente alla valutazione grafica dei rendimenti, come segue:

Una macchina elettrica od un sistema di circuiti è in generale un apparecchio destinato a trasformare energia, disponibile sotto forma elettrica o d'altra specie, in energia pure elettrica o d'altra specie, trasformazione la quale non è mai disgiunta da dissipazione di energia, che per lo più si trasforma in calore. Nel caso in cui, come d'ordinario accade, il funzionamento del sistema è riferibile alla posizione di un punto P , per modo che esistono le curve fondamentali di potenza, come studiate nel capitolo precedente, se $\mathcal{S}_r$ e $\mathcal{S}_i$ sono i valori della potenza resa ed impressa, con ché $\mathcal{S}_p = \mathcal{S}_i - \mathcal{S}_r$ corrisponde alla potenza dissipata, le equazioni:

$$\mathcal{S}_r = 0 \quad \mathcal{S}_i = 0 \quad \mathcal{S}_r - \mathcal{S}_i = 0$$

definiscono, per quanto precede, le linee fondamentali della potenza resa, della potenza impressa e delle perdite. Ora, la equazione:

$$\frac{\mathcal{S}_r}{\mathcal{S}_i} = \eta,$$

per ogni determinato valore di η , è soddisfatta dai punti corrispondenti a stati di funzionamento che adducono al valore η del rendimento, quindi rappresenta una *curva di egual rendimento*.

A questo proposito è da osservare che se per $\eta < 1$ la macchina riceve una certa specie di energia da un lato per renderne altra specie da un altro, per $\eta > 1$ essa funzionerà in senso opposto, e, posto $\eta' = \frac{1}{\eta}$, η' ne rappresenta il rendimento nel senso ordinario della parola. Se poi $\eta < 0$, la macchina assorbe da ambo i lati energia per far fronte alle perdite e il valore assoluto di η misura il rapporto fra le due specie di energia assorbite.

È chiaro che, in ogni caso, al variare di η , si ottengono le varie curve di un fascio, cui appartengono la curva $\mathcal{S}_r = 0$, la curva $\mathcal{S}_i = 0$, ed anche la curva delle perdite $\mathcal{S}_p = 0$. Più precisamente esse corrispondono ai valori $\eta = 0$, $\eta = \infty$, $\eta = 1$ del rendimento.

Richiamando ora quanto è stato ampiamente spiegato al Cap. IV, possiamo dire che il valore del rendimento costituisce esso stesso una coordinata lineare per le curve del fascio predetto. Ne segue che il birapporto di quattro curve del fascio stesso uguaglia quello dei quattro corrispondenti valori del rendimento. In particolare, se $\mathcal{S}_\eta$ è la curva corrispondente al valore generico η del rendimento, si avrà:

$$(\mathcal{S}_\eta, \mathcal{S}_p, \mathcal{S}_r, \mathcal{S}_i) = (\eta, 1, 0, \infty) = \eta$$

quindi:

per conoscere il rendimento corrispondente ad uno stato di funzionamento caratterizzato da un certo punto P , si costruisca la curva di egual rendimento passante per P ; essa apparterrà al fascio cui appartengono la curva fondamentale delle perdite $\mathcal{S}_p$, quella della potenza resa $\mathcal{S}_r$ e quella della potenza impressa $\mathcal{S}_i$, ed il birapporto di queste quattro curve sarà uguale al rendimento cercato.

66. - Applicazioni.

La applicazione ai casi precedentemente studiati è immediata:

Per il trasformatore statico, abbiamo constatato che la linea delle potenze impresse è la retta OY (fig. 83) e che le linee delle potenze rese e delle perdite $\mathcal{S}_r$ e $\mathcal{S}_p$ sono cerchi. Queste tre linee appartengono certo ad un fascio, e la linea di uguale rendimento $\mathcal{S}_\eta$ passante pel punto generico P sarà un cerchio dello stesso fascio, cioè passante per i punti comuni a $\mathcal{S}_r$ e $\mathcal{S}_p$. Il birapporto di questi quattro cerchi coincide con quello dei

quattro centri (Cap. IV, n. 24), dunque il rendimento corrispondente a P sarà:

$$(C_\eta, C_1, C_0, J)$$

essendo C_η , C_1 , C_0 i centri dei tre cerchi $\mathcal{S}_\eta$, $\mathcal{S}_p$, $\mathcal{S}_r$ ed J il punto all'infinito (centro della OY) della retta su cui giacciono quei tre centri. Il birapporto precedente vale:

$$\frac{C_\eta C_0}{C_1 C_0}.$$

quindi:

Se C_0 è il centro del cerchio fondamentale della potenza resa, C_1 quello del cerchio delle perdite, il rendimento η corrispondente ad un punto di funzionamento generico P equivale all'ascissa del centro C_η del cerchio di uguale rendimento passante per P , essendo assunto per origine C_0 e per punto unitario C_1 .

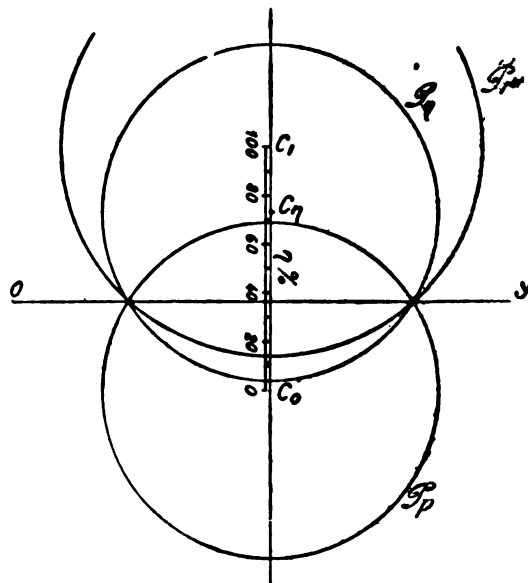


Fig. 83.

Valendosi poi della proposizione segnalata al Cap. prec., n. 59, si potrà, mediante una opportuna trasformazione dei raggi vettori reciproci, ridurre il fascio delle curve di egual rendimento ad un fascio di rette, da cui segue un'altra costruzione, anche più semplice, del rendimento, analoga a quella che andiamo a dare per le macchine a diagramma circolare⁽³⁷⁾.

Per la macchina asincrona, ed in generale per tutte le macchine a diagramma circolare, la rappresentazione geometrica del rendimento è immediata. Abbiamo già veduto (nn. 61 e 63 del Cap. precedente) che le tre linee fondamentali $\mathcal{S}_p$, $\mathcal{S}_r$, $\mathcal{S}_i$ sono tre rette, necessariamente appartenenti ad un fascio. Allora $\mathcal{S}_\eta$ non sarà che la retta dello stesso fascio passante per P , quindi la determinazione del rendimento è ridotta alla valutazione del birapporto di quattro raggi d'un fascio di centro M . Tracciata

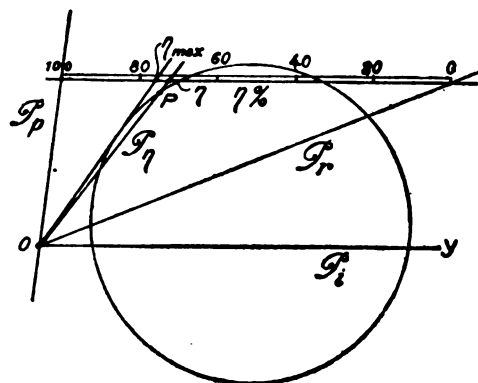


Fig. 84.

quindi una retta r parallela alla retta delle potenze impresse, questa (fig. 84) segnerà le rette della potenza e delle per-

⁽³⁷⁾ Non è il caso di preoccuparsi del fatto che la trasformazione introduce, nella misura delle potenze, un fattore estraneo (cfr. n. 59) perchè qui si tratta di valutare rapporti di potenze.

dite in due punti cui attribuiremo le ascisse 0 (= 0 %) ed 1 (= 100%), e la retta del fascio che passa pel punto generico P segnerà la stessa retta r in un punto la cui ascissa (sempre < 1) corrisponde al rendimento. La tangente per M determina la condizione di funzionamento corrispondente al massimo rendimento. Per la macchina asincrona funzionante come generatrice, la costruzione precedente fornisce per il rendimento un valore > 1 , perchè la potenza elettrica primaria risulta maggiore di quella meccanica. Per avere il rendimento nel senso ordinario della parola, occorre scambiare le funzioni delle rette $\mathcal{S}_r$ e $\mathcal{S}_i$: in altri termini, la retta su cui si vanno a leggere i valori del rendimento dovrà essere parallela alla nuova $\mathcal{S}_i$, cioè all'antica $\mathcal{S}_r$ (fig. 85).

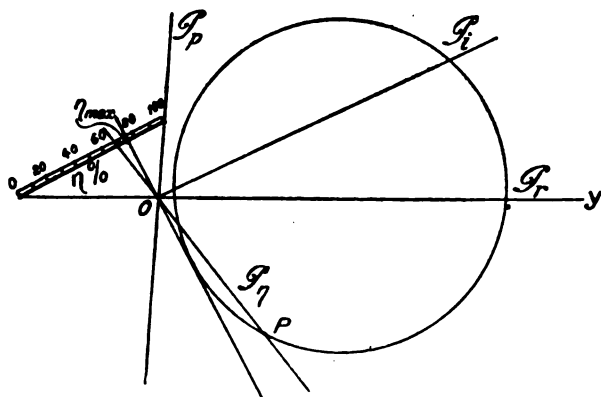


Fig. 85.

Per la macchina sincrona (funzionante come motore), (*) ci troviamo ancora in presenza di un fascio di cerchi, e precisamente quello costituito dai cerchi tangenti in D (i due punti base del fascio sono coincidenti) e quindi le linee $\mathcal{S}_\eta$ non sono altro che i cerchi tangenti in D al cerchio C_0 (fig. 86). Congiunto P con D , la perpendicolare a PD interseca il diametro DM in un punto E che è il secondo estremo del diametro del cerchio $\mathcal{S}_\eta$ passante per P .

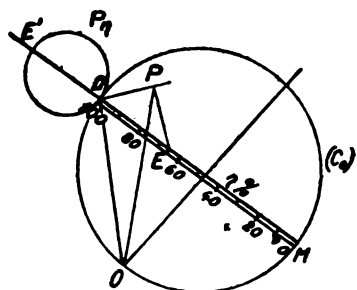


Fig. 86.

Ricordiamo che in questo caso le curve $\mathcal{S}_p$, $\mathcal{S}_r$, $\mathcal{S}_i$ sono rispettivamente: il punto D (cerchio di raggio nullo), il cerchio fondamentale C_0 , e la tangente in D , quindi il birapporto ($\mathcal{S}_\eta$, $\mathcal{S}_p$, $\mathcal{S}_r$, $\mathcal{S}_i$), il cui valore corrisponde al rendimento, si riduce al rapporto semplice dei centri dei primi tre cerchi $\mathcal{S}_\eta$, $\mathcal{S}_p$, $\mathcal{S}_r$, in quanto che il centro di $\mathcal{S}_i$ è all'infinito. Ora questo rapporto semplice, essendo $\mathcal{S}_p$ ridotto a un punto, equivale a quello dei raggi o, ciò che è lo stesso, dei diametri dei cerchi $\mathcal{S}_\eta$, $\mathcal{S}_r$, quindi:

il rendimento del motore sincrono è misurato dall'ascissa del punto E della retta DM , essendo M l'origine e D il punto unitario.

Se P si trova nella regione a sinistra della tangente, il punto E cade al di là di D ed il rendimento diviene > 1 , con che risulta ben chiaro che la macchina funziona da generatore: se P si trova nella regione compresa fra la tangente ed il cerchio, il punto E cade alla destra di M ed il rendimento risulta negativo, perchè entrambe le potenze sono assorbite, ed il suo valore assoluto misura, come si è avvertito nel numero prec., il rapporto fra le due potenze assorbite dalla macchina.

Nel caso del funzionamento come generatore, il secondo estremo E' del diametro del cerchio $\mathcal{S}_\eta$ cade a sinistra di D ,

ed il rendimento, considerato nel senso ordinario della parola, sarà misurato dall'inverso del rapporto $\frac{E'M}{DM}$, cioè $\frac{E'M}{DM}$.

Se al diagramma energetico si dà l'aspetto descritto nella seconda parte del n. 64 del Cap. prec., (fig. 81), il rendimento è senz'altro misurato dal rapporto fra i due segmenti $P'S$ e $P'T$ ($\frac{P'S}{P'T}$ pel motore, $\frac{P'T}{P'S}$ pel generatore).

Quando il diagramma di una macchina non è circolare, il fascio delle curve di ugual rendimento è in generale composto di curve superiori, per cui la determinazione grafica del rendimento esula dal campo delle costruzioni elementari.

RIUNIONE DELLA COMMISSIONE ELETTROTECNICA INTERNAZIONALE A NUOVA YORK

Prima di dare relazione — a complemento di quanto già pubblicato (*) — delle accoglienze grandiose che i Comitati Nazionali degli Stati Uniti e del Canada, hanno apparecchiato ai delegati stranieri; dobbiamo aggiungere qualche ulteriore particolare relativamente alla Conferenza per la Standardizzazione di cui si è parlato alla fine del precedente articolo.

Nella riunione finale del Comitato di Azione, tenuta il 22 aprile, dopo l'assemblea plenaria, il Sig. Skinner, Presidente della Conferenza generale degli Enti di Standardizzazione, presentò infatti le conclusioni di questa, che si possono riassumere nei voti seguenti:

1) Vengano informati gli Enti Nazionali di standardizzazione che, a giudizio della Conferenza, la sede dell'Associazione Internazionale di Standardizzazione dovrebbe essere a Londra;

2) Venga costituito un Comitato temporaneo, composto di un membro nominato da ognuno degli Enti Nazionali di Standardizzazione del Belgio, della Cecoslovacchia, della Germania, Gran Bretagna, Svezia, Svizzera e degli Stati Uniti, con la facoltà di richiedere la collaborazione degli Enti Nazionali di altre Nazioni, e col mandato di far conoscere a questi il Rapporto della presente Conferenza, invocandone la discussione; di allestire la schema di costituzione di un'Associazione nazionale di Standardizzazione; di convocare una Conferenza plenaria per l'organizzazione di una Associazione Internazionale avente il medesimo scopo; di discutere con la Commissione Elettrotecnica Internazionale circa le modalità di un'azione comune, e di riferirne agli Enti nazionali ed alla futura assemblea plenaria.

L'Ing. Semenza prese atto della cortese comunicazione in nome della Commissione Elettrotecnica Internazionale, assicurando da parte di essa le migliori disposizioni nel senso indicato.

Ricevimenti a Nuova York.

Al lunch ufficiale, preannunziato per la mattina del martedì 13, nell'Hotel Commodore, e differito a quella successiva del mercoledì 14 aprile, in conseguenza del ritardo incontrato nello sbarco a Nuova York, Presidente J. W. Lieb, il Sig. Pupin, Professore alla *Columbia University* e attuale Presidente dell'*American Institute of Electrical Engineers*, tenne il primo discorso inneggiando brillantemente alla concordia dei popoli, a cui era di auspicio l'accordo internazionale delle Delegazioni, designate a risolvere i problemi importanti della tecnica.

L'Ing. Lieb rivolse un nobile appello alla concordia stessa, perchè fossero riuniti gli sforzi di tutti coloro, che avevano a cuore il progresso del lavoro generale di standardizzazione, chiamando a parlare Sir Archibald Denny, Presidente del Comitato britannico.

Questi rievocò i precedenti della Organizzazione inglese, la quale coordina il lavoro di tutte le industrie interessate in questo campo, ed illustrò il proposito dei Delegati alla Conferenza generale di Standardizzazione, di promuovere la costituzione di un Ente internazionale di questo carattere.

L'Ing. Semenza, nella sua qualità di Presidente generale,

(*) Ci riferiamo alla prima forma del diagramma energetico descritto al Cap. precedente, n. 64.

rispose in nome della Commissione Elettrotecnica, compiacendosi nel vedere l'esempio di questa seguito in altri campi, e promettendo la sua collaborazione in favore del nuovo movimento.

La riunione si chiuse con parole del Dott. Sharp, Presidente del Comitato degli Stati Uniti, e del Dott. Mailloux, Presidente onorario della Commissione.

*

La sera di lunedì, 19 aprile, nel grande salone da ballo dell'Hotel Astor, le Compagnie distributrici di energia elettrica nel distretto metropolitano di Nuova York offrono ai Delegati stranieri un sontuoso banchetto di 500 coperti, presieduto dal Sig. Gano Dunn, Presidente del Consiglio nazionale di ricerche di Washington, il quale invitò a parlare prima di ogni altro l'Ing. Lieb nella qualità di Presidente del Comitato Americano di ricevimento, e poi l'Ing. Semenza nella qualità di Presidente Generale della Commissione. A seguito immediato di essi il Prof. Lombardi, Presidente del Comitato Elettrotecnico Italiano, in nome di questo e della Associazione Elettrotecnica Italiana, propose che la riunione prossima della Commissione Internazionale sia tenuta a Como, in occasione della commemorazione centenaria della morte di Alessandro Volta. Tale proposta venne acclamata dalla totalità dei presenti, e successivamente approvata dal Consiglio e ratificata dall'Assemblea plenaria coll'aggiunta che si sarebbe anche organizzata una visita a Roma.

Parlarono ancora il Sig. Uytborck, Segretario del Comitato belga, in nome delle Nazioni latine di Europa; il Prof. Feldmann, Presidente del Comitato Olandese, per le Nazioni teutoniche e scandinave; l'Ing. Huber Stockar, Presidente del Comitato Svizzero per le altre nazioni d'Europa; l'Ing. D. Santamaria, rappresentante del Comitato Chileno, per l'America latina; Sir. R. Glazebrook, Presidente del Comitato britannico per le Nazioni di lingua inglese; il Sig. Le Maistre, Segretario generale della Commissione Internazionale.

*

La sera di mercoledì, 21 aprile, nello stesso Hotel Astor, ma in altra sala, i Delegati dei Comitati Stranieri offrirono a loro volta un banchetto ufficiale di ringraziamento ai loro ospiti americani, alla fine del quale l'Ing. Semenza esprime con felicissime parole i sentimenti di gratitudine di tutta la Commissione ed in nome di questa offerse al Comitato degli Stati Uniti una superba copia della Statua della Vittoria, esistente nel Museo Nazionale di Napoli, come simbolo delle numerose vittorie, conquistate mediante il lavoro della Commissione.

Rispose con parole altrettanto felici il Dott. Sharp, in nome del Comitato degli Stati Uniti, inneggiando alla gentilezza latina, con la quale il dono era presentato, ed alla grandezza di Roma, di cui quel giorno ricorreva il Natale, e che a tutte le altre Nazioni era stata maestra di civiltà.

Parlarono in seguito il colonnello Edgcombe per il Comitato Inglese, proponendo di dare il nome di Sharp all'unità dell'ospitalità, anche se nell'uso comune la grandezza di questa non soglia eccedere il microsharp; l'Ing. Roth per il Comitato francese, il cui Presidente Brylinski non poté partecipare alla riunione; il Sig. Enstrom per il Comitato svedese; il Dr. Strecker per quello tedesco; il Prof. Chatelain per quello russo; il Sig. Yoshiwara per quello giapponese; e la Sig.ra Enstrom in nome delle Signore, appartenenti alle varie Delegazioni.

Chiusero la serie dei discorsi il Col. Crompton e il Dott. Mailloux, Presidenti onorari, l'ultimo dei quali associò felicemente al nome del Dott. Sharp quelli degli Ingegneri Lieb e Smith, che nella scala delle cortesie costituirono col primo un sistema trifase perfettamente equilibrato.

*

La sera del 22 aprile, al Ristorante Italiano Taormina, il Presidente della Delegazione Italiana offriva al Presidente Generale Ing. Semenza, all'Ing. Lieb, all'Ing. Torchio, al Prof. Kennelly e al Dottore Mailloux, benemeriti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, nonché ai Membri della nostra Delegazione, un pranzo amichevole a cui intervenne anche il Console italiano, Comm. Axerio, e nel quale vennero scambiati brindisi cordialissimi, rievocando la nostra Patria lontana, ove l'Ing. Lieb ricordò di aver trascorso parecchi degli anni più belli della sua vita. Il Prof. Kennelly riconobbe all'Italia il merito di aver preceduto nel campo dell'arte e della coltura, tutte le altre Nazioni per cui queste sono ad essa largamente debitrice. La Sig.ra Lombardi portò un commosso saluto alle Signore Lieb e Torchio, ed un caldo ringraziamento al Comitato delle Signore ospitanti, che per le signore straniere aveva allestito un programma di ricevimenti splendido e cordiale. E così si chiuse nella più squisita intimità l'ultima serata di permanenza della nostra Delegazione a Nuova York, lasciando in tutti i presenti un caro sentimento di commozione e di nostalgia.

Visite ed escursioni a Nuova York.

Oltre ai due ricevimenti predetti, di carattere ufficiale, ed alla solenne riunione inaugurale, di cui si è riferito in precedenza, un programma interessantissimo di visite ed escursioni si svolse durante i dieci giorni di permanenza della Comitiva a Nuova York.

Alle visite di carattere tecnico e scientifico era stata in particolare riservata la giornata di sabato, 17 aprile, durante la quale i Delegati si suddivisero in nove gruppi, accedendo rispettivamente alle località seguenti:

1) Laboratori della Compagnia telefonica Bell, e impianto automatico di telefonia a grande distanza nell'edificio della Walker Street;

2) Officine elettriche della Compagnia Edison di Brooklyn, ove sono in funzione tre unità termiche da 62.500 kVA, ed è in corso di installazione la quarta da 89.000.

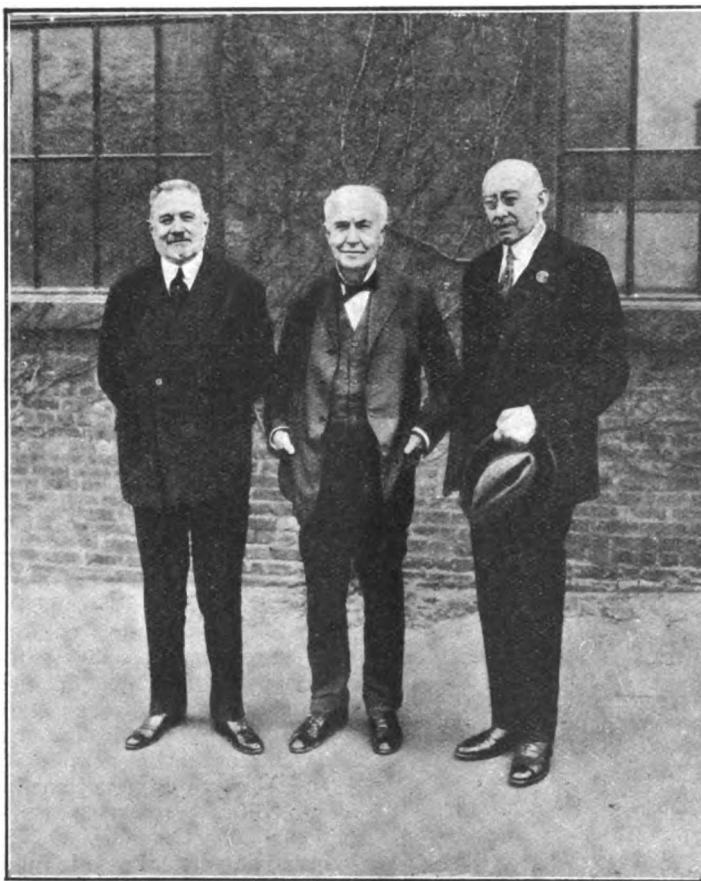
3) Università di Columbia, ove furono visitate la Biblioteca, la Scuola delle Miniere, quella degli Ingegneri ed i Laboratori di Chimica e Fisica;

4) Istituto Edison di Illuminazione, ov'è una notevole esposizione di lampade a incandescenza e apparecchi di proiezione; fabbrica di globi per le lampade della General Electric Co. ad Harrison, e Centrale Kearny della Public Service Electric and Gas Co. di Newark, ove è oggi installata una potenza di 200.000 kVA, che sarà elevata a 400.000;

5) Laboratori di prova per le misure elettriche e fotometriche, e per le ricerche meccaniche e chimiche;

6) Tunnel pel transito dei veicoli sotto l'Hudson, che serve d'allacciamento fra gli Stati di New York e New Jersey;

7) Centrale Elettrica di Hell Gate della United Electric Light and Power Co. di New York, ov'è installata una potenza di 285.000 kVA in cinque unità, 3 da 35, 2 da 40 e 2 da 50 mila kW, e di cui venne offerta in dono una splendida monografia illustrativa;



EDISON

fra il Dott. LIEB e l'Ing. G. SEMENZA

8) Borsa di New York, Torre Woolworth ed altre parti della città;

9) Subways della *Brooklyn Manhattan Transit Co.*, con ispezione dei carri articolati del modello più recente.

La sera dello stesso giorno venne offerta ai Delegati una rappresentazione di gala all'Ippodromo, che viene considerato come il più grande teatro del mondo.

*

Il giorno di domenica successivo venne consacrato ad una splendida escursione automobilistica nella Contea di Westchester, una delle dodici contee originali dello Stato di Nuova York sotto il governo inglese, la quale ebbe una parte importante nella guerra di insurrezione, e racchiude numerosi punti di grande interesse storico. Essa è costituita di parchi meravigliosi a brevissima distanza dalla immensa metropoli; è solcata da una rete grandiosa di strade e ferrovie, e contiene il vasto serbatoio di Kensico, che alimenta di acqua potabile una gran parte della città, e la cui diga famosa, unitamente alle opere laterali, richiese per la costruzione 14 anni e una spesa di 15 milioni di dollari.

Alle ore 13 venne offerto il lunch nel Biltmore Country Club, ed eseguita una grande fotografia, la cui riproduzione è annessa al verbale ufficiale della Riunione.

Altre visite interessanti vennero predisposte particolarmente per le Signore al Museo metropolitano d'arte, ai grandi magazzini Wanamacher ed ai punti principali della città sotto la guida delle Signore americane ospitanti, al cui Comitato presiedeva con impareggiabile cortesia la Signora Lieb.

Al ritorno dal viaggio circolare il 6 di maggio buona parte dei Delegati, sotto la guida dell'Ing. Lieb, faceva visita di omaggio ad Edison nel suo laboratorio di Llewellyn Park nel distretto di East Orange.

Viaggio circolare.

Questo si iniziò il 23 aprile a mezzogiorno, partendo la comitiva di circa 120 persone in un treno di lusso, composto di sette vetture *pullman* con carro bagaglio, vettura restaurant e vettura salone, organizzato con grande signorilità a spese del Comitato degli Stati Uniti e di quello Canadese.

La prima città visitata fu Filadelfia, che conta ora 1.800.000 abitanti, e fu capitale della Nazione dal 1790 al 1800, essendosi ivi proclamata la indipendenza degli Stati Uniti e gettate le basi della loro attuale costituzione.

Il soggiorno in questa città dovette peraltro limitarsi a poche ore, durante le quali venne visitata la Stazione Elettrica Richmond e l'Istituto Franklin, che è l'Accademia più antica negli Stati Uniti, ed ha celebrato l'anno scorso il primo centenario della sua fondazione. Un'idea sommaria venne acquistata del grandioso sviluppo industriale e manifatturiero di Filadelfia, per cui i suoi cittadini amano considerarla come la più grande officina del mondo, e vanno meritatamente superbi delle sue tradizioni di ospitalità.

La Comitiva fu ospite della Compagnia Elettrica, di cui è Vice Presidente e Ingegnere capo L. Eglin. Al pranzo, offerto la sera nel Country Club, vennero scambiati brindisi calorosi, e distribuita a tutti i Delegati una magnifica guida illustrata della città.

*

La giornata successiva fu consacrata a Washington, capitale politica degli Stati Uniti, ove ha sede il Parlamento nel superbo edificio del Campidoglio, e sono rimarchevoli la Biblioteca del Congresso ed il Bureau of Standards. L'edificio della Biblioteca è di puro stile italiano del rinascimento, con ricchissime decorazioni in marmo.

Il Bureau of Standards, fondato nel 1901 a sei chilometri circa dalla Casa Bianca, comprende ora sedici edifici ed ha 750 impiegati e 60 addetti alle ricerche, oltre a 900 periti consulenti. Il valore dei suoi impianti è stimato 6 milioni di dollari, e la spesa annua di mantenimento supera i due milioni di dollari. Esso ha per iscopo la costruzione e conservazione dei campioni delle unità di misura, e le ricerche ad essi attinenti; la determinazione delle costanti fisiche dei materiali; le ricerche sistematiche nel campo della aviazione e dell'automobilismo, della radiotelegrafia e telefonia, dei materiali da costruzione. Possiede ultramicrometri con l'approssimazione di un quarantesimilionesimo di millimetro; misuratori di radiazioni sensibili al calore emanato da una candela a 5000 km di distanza; misuratori di lunghezze d'onda con approssimazione di un bilionesimo

di millimetro; dischi di quarzo spianati con l'approssimazione di 4 centomillesimi di millimetro; pesi campione approssimati a meno di un centomillesimo del loro valore.

A mezzogiorno tutta la Comitiva dei Delegati venne ricevuta alla Casa Bianca dal Presidente Coolidge, il quale affabilmente intervenne in mezzo ad essa per un gruppo fotografico.

Nel pomeriggio la Delegazione italiana fece visita di omaggio a S. E. l'Ambasciatore De Martino; un pranzo ufficiale venne offerto dalla Società locale degli Ingegneri, e dalle Società Elettriche e Telefoniche, con intervento dell'On. Hoover, Ministro del Commercio.

*

La giornata di domenica, 25 aprile, venne in gran parte trascorsa in treno, nel viaggio a Pittsburg, lungo la ridente vallata del Potomac.

In questa città, che conta una popolazione di 640.000 abitanti, ed è uno dei centri più importanti per l'industria elettrica e dell'acciaio, venne effettuata la mattina del lunedì una interessantissima escursione in battello lungo il fiume Monongahela, attraversando i quartieri più densi di officine e di alti forni, fino alla grande fabbrica di tubi di Mc. Keesport. Di qui, attraverso ai colli di East Pittsburg, si pervenne alle officine Westinghouse, ove fu servita la colazione ed effettuata una brevissima visita, accedendo in seguito attraverso ai magnifici parchi all'Istituto Carnegie; qui la munificenza di questo Re dell'acciaio ha concentrato in una sede principesca, a fianco di una grandiosa biblioteca, una stupenda collezione d'opere d'arte e di esemplari di storia naturale. A cura del Comitato locale un pranzo venne offerto presso il Club locale del Golf. Con pensiero gentile il Console italiano, Comm. Rossi, aveva convitato i maggiorenti della nostra Colonia nel pomeriggio della domenica per il the all'Albergo Penn, dopo di che la Delegazione venne da essi accompagnata in una rapida escursione attraverso ai parchi, e chiuse la serata con un pranzo intimo al Ristorante italiano Negri.

*

Il martedì 27 di aprile venne trascorso a Chicago, ove pochi dei presenti avevano visitato nel 1893 la grandiosa Esposizione Colombiana, ed ebbero occasione di ammirare l'enorme sviluppo acquistato dalla città cosmopolita, la quale conta ora poco meno di tre milioni di abitanti, e si estende su la riva del lago Michigan per una fronte di 35 chilometri, con una lunghezza complessiva superiore a 40 ed una larghezza di 23. Secondo il censimento del 1920 abitavano Chicago 640 mila americani, 320 mila polacchi, 285 mila tedeschi, 230 mila russi, 154 mila svedesi, 146 mila irlandesi, 130 mila italiani, 120 mila cecoslovacchi, 110 mila negri, oltre alle Colonie meno numerose di altre Nazioni.

L'Università, dotata da Rockefeller con 35 milioni di dollari, e da vari mecenati con altri 15 milioni, annovera 11.000 studenti, ed è retta dal Dott. Mason, che tenne un magnifico discorso alla colazione offerta nel South Shore Country Club. Negli Stock Yards dell'Unione vengono confezionate le carni in conserva per un valore di 500 milioni di dollari all'anno, e sono impiegate 75 mila persone. Il valore complessivo delle merci manifatturate eccede ogni anno sei miliardi di dollari. Le dogane introitano 10 milioni di dollari all'anno, le poste 55 milioni.

Il Museo di Field, da questi fondato con una spesa di 7,5 milioni di dollari, contiene mirabili collezioni di storia naturale. Il giornale *Tribuna*, per la costruzione del suo edificio, bandì un concorso internazionale col premio di 100.000 dollari.

Nella laguna si conserva ancora il modello della « Santa Maria », una delle piccole navi, con cui Cristoforo Colombo effettuò lo storico viaggio per la scoperta del Nuovo Mondo.

*

La giornata di mercoledì, 28 aprile, venne spesa a Detroit, la città famosa per l'industria delle automobili, di cui vengono ivi costruiti oltre quattro quinti di quelle prodotte negli Stati Uniti; nel 1925 se ne confezionarono infatti tre milioni trecentocinquantomila, ossia diecimila al giorno, per un valore complessivo di oltre due miliardi e mezzo di dollari.

La visita più interessante venne effettuata alle Officine Ford, ove il sistema di fabbricazione in serie è sviluppato fino al limite estremo delle possibilità meccaniche, e conferisce alle operazioni di montaggio una meravigliosa semplicità.

Nella vetreria, di recente impianto, vengono colate a getto continuo le grandi lastre di cristallo dai forni a riverbero sopra le piattaforme scorrevoli che adducono ai piani di smerigliatura, onde esse si ritirano con le faccie perfettamente levigate.

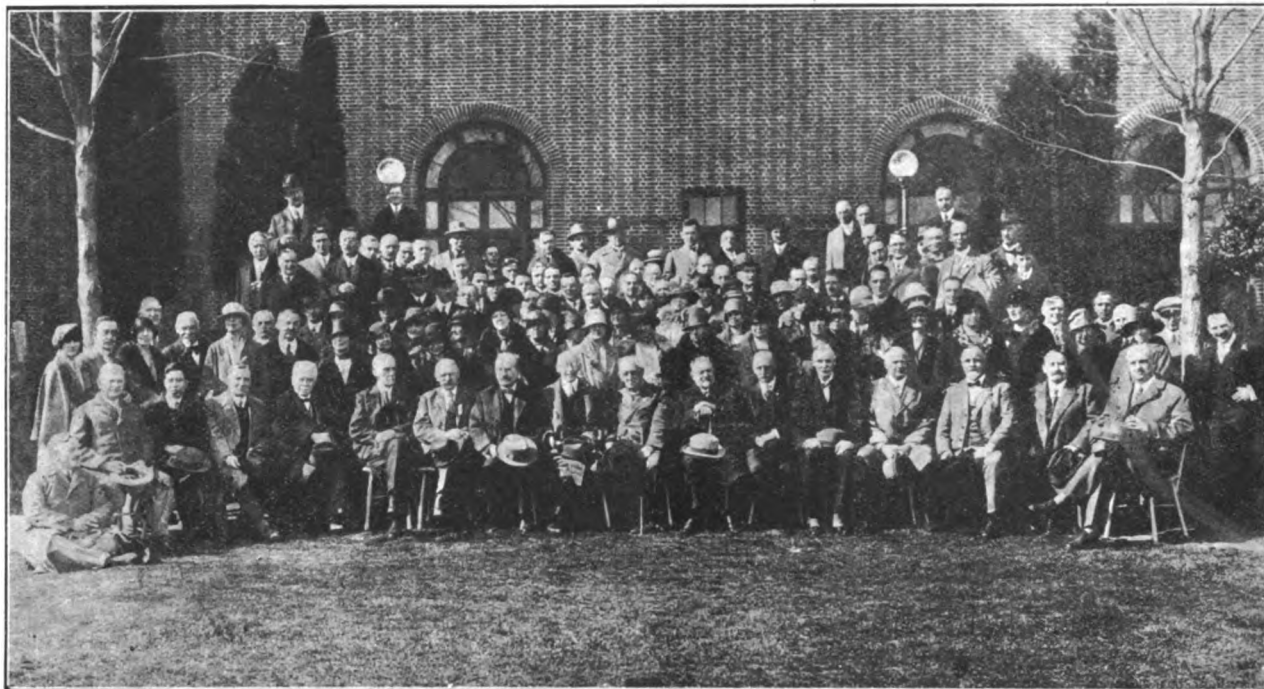
Dalla stazione di Windsor, su la riva Canadese del Border, il treno portò nella sera la comitiva a Niagara, ove si trascorse tutta la giornata del giovedì e la mattina del venerdì, ammirando lo spettacolo di insuperabile bellezza delle cascate, e visitando i dintorni e le centrali grandiose della riva Canadese e di quella Americana.

L'attrattiva per la visita notturna delle cascate si è da poco tempo grandemente accresciuta, mediante il nuovo impianto di illuminazione a luci colorate, la cui potenza e l'effetto scenico eccedono di gran lunga quelli del vecchio impianto, costruito in via di esperimento una ventina di anni fa.

In seguito visitato l'impianto idraulico in costruzione della International Paper Co. sul fiume Gatineau, essendo la Delegazione Italiana accompagnata cortesemente dal Comm. Bonardelli, nostro Console e Commissario generale per la emigrazione.

La stessa sera il treno speciale trasportava la Comitiva a Montreal, metropoli commerciale del Canada, collegata per vie d'acqua al Lago Superiore e all'Oceano Atlantico, onde essa dista di 1600 chilometri.

Un pranzo elegantissimo, seguito dalle danze, venne offerto dal Comitato Canadese, il quale nella mattina successiva provide ad una magnifica escursione attraverso alla città e su le colline adiacenti, chiudendo il suo ricevimento con una sontuosa colazione. Nel pomeriggio vennero visitati i laboratori di Fisica della Mc. Gill University, ove Rutherford iniziò i suoi



Gruppo di Delegati al Country Club di Westchester-Biltmore.

I proiettori sono installati su la sponda canadese, e la *Hydroelectric Power Commission* dell'Ontario fornisce ogni sera l'energia necessaria per la illuminazione durante quattro ore. La *Gen. El. Co.* ha curato l'impianto degli apparecchi, mediante i quali gli effetti ottici possono essere ammirabilmente regolati.

La *Niagara Falls Power Co.* possiede centrali gigantesche sulla riva americana e su quella canadese, il cui macchinario generatore ha una potenza complessiva di 480 mila kW, incluse tre unità di recente costruzione della potenza di 51.000 ognuna. A sua volta la *Hydroelectric Power Commission* dell'Ontario ha creato su la riva canadese una centrale imponente a Queenston, a cui la Comitiva accedette nel pomeriggio del giovedì, invitata successivamente a un cordiale banchetto al Foxhead Inn di fronte al parco della Regina Vittoria, e poi alla visita delle cascate illuminate.

La *Niagara Falls Power Co.* offerse il lunch della mattina seguente al Country Club, dopo di che la comitiva, a cura del Comitato Canadese, venne nelle prime ore pomeridiane trasportata a Toronto. Qui essa rimase fino a mezzanotte, visitando i magnifici parchi, e raccogliendosi a banchetto nella *Hart House*, che la generosità di un ricco mecenate ha donato alla Università come superba Casa degli studenti, corredandola di ogni moderno conforto.

✱

Il sabato 1° maggio venne trascorso a Ottawa, capitale politica del Canada, la cui popolazione è in gran parte di origine francese, onde questa lingua è in tutti i rapporti ufficiali equiparata alla inglese. Nel magnifico palazzo del Parlamento l'On. Lemieux, Presidente della Camera dei Comuni, lesse in entrambe le lingue il saluto augurale alla Commissione, in nome del quale rispose il Presidente Generale, offrendo al Comitato Canadese come ricordo della visita, e come pegno di gratitudine per le accoglienze ricevute, una bella testa di Minerva. Venne

classici lavori su la struttura dell'atomo, ed ove il Prof. Barnes proiettò una magnifica serie di fotografie colorate.

Mentre perdurano le gravi restrizioni circa la nostra immigrazione negli Stati Uniti, le provincie Canadesi, ricche di materie prime e di forze naturali, offrono ai lavoratori di tutto il mondo, e soprattutto agli agricoltori, un campo inesauribile di produttività, che l'Italia potrebbe con una sapiente organizzazione meglio sfruttare. Per dare un'idea della meravigliosa ricchezza di queste regioni, basta ricordare che nell'anno 1925 vennero eseguiti nuovi impianti idraulici per una potenza di oltre 515.000 kW, onde la potenza complessiva oggi installata supera i 3.000.000 di kW, e rappresenta una media di 342 kW per ogni 1000 abitanti. Sono in corso i lavori per un impianto di 590.000 kW sul fiume Saguenay, e gli studi per uno di potenza analoga sul fiume Bridge nella Columbia britannica. La potenza totale disponibile in tempi di magra è stimata 13 milioni di kW, e quella di media portata per sei mesi 23,5.10⁶ kW.

Le sole fabbriche di carta e cellulosa, il cui numero supera il centinaio, producono nelle loro centrali poco meno di 500 mila cavalli, e ne acquistano da altre Società poco meno di 300 mila.

✱

La giornata di lunedì, 3 maggio, venne trascorsa a Boston, metropoli della New England, che conta ora 1.657.000 abitanti, e rappresenta a sua volta uno dei centri più importanti di cultura e di attività manifatturiera negli Stati Uniti. Le industrie del cuoio, del cotone, della lana e della carta vi sono sopra tutte le altre predominanti.

Nella mattina vennero effettuate per gruppi le visite della Centrale Elettrica Edgar, che ha nome dal Presidente della Compagnia Edison di Illuminazione, ed è prevista per una potenza finale di 500.000 kW; e delle officine della *General Electric Co.* a Lynn: qui fu guida cortesissima il Prof. E. Thomson.

che vi ha consacrata la parte migliore della sua attività, e che non senza legittimo orgoglio volle illustrare davanti ai numerosi colleghi della Commissione Internazionale alcune delle sue più belle invenzioni.

Nel pomeriggio si visitò la fabbrica di cavi elettrici Simplex, ove si eseguirono esperienze di scariche disruptive fino alla tensione di 750.000 volt; le scuole e i laboratori dell'Istituto Tecnologico del Massachusetts e quelli della Università Harvard sotto la guida del Prof. Kennelly.

Nel museo di questa Università si conserva una meravigliosa collezione di modelli di piante e di fiori, eseguita in vetro dai Signori Blaschka di Dresda, che venne iniziata nel 1886 e proseguita ininterrottamente fino allo stato attuale; essa costituisce una mostra unica al mondo ed ha un inestimabile valore, in quanto rappresenta il prodotto inimitabile dell'attività di due sole persone, che vi consacrarono tutta la loro vita senza l'aiuto di alcun estraneo: il padre Leopoldo, nato in Boemia nel 1822 e morto nel 1895, e il figlio Rodolfo, nato nel 1857 e tuttora vivente.

La collezione comprende modelli di 160 famiglie di piante floreali delle più svariate provenienze, classificate in 540 generi

*

Nella giornata di martedì, 4 maggio, venne effettuata la visita alle grandiose officine della *General Electric Co.* a Schenectady, ove si costruiscono i grandi generatori e motori, i cavi, gli apparecchi di controllo e quelli per radiocomunicazioni, ed hanno sede i grandi laboratori di ricerca. Il numero di impiegati e operai è di circa 20.000, e quello complessivo della medesima Compagnia, distribuiti in 47 stabilimenti, è di 75.000.

Il capitale investito nelle officine e negli impianti è oggi stimato 200 milioni di dollari.

Nei laboratori di ricerca sono impiegate più di 300 persone, un terzo delle quali ha titoli di istruzione superiore. Ne è Direttore il Dott. Whitney, che mediante i filamenti di carbone metallizzati iniziò il moderno perfezionamento delle lampade a incandescenza. Sono Direttori assistenti il Dott. Coolidge, che inventò i processi per la trafilatura del tungsteno e costruì i tubi più potenti per la produzione dei raggi X; e il Dott. Langmuir, autore delle lampade ad atmosfera gasosa, e dei tubi ad altissima rarefazione.



- | | | | |
|--|--|---|--|
| 1. W. H. Tromp, Olanda | 35. Sig.na Mildred Sparling, S.U.A. | 65. C. Le Maistre, Gran Bretagna. | 90. Signora Skinner, S. U. A. |
| 2. R. Danly, Belgio | 36. G. Bianchi, Italia | 66. Signorina Helen O. Ten Eyck, S. U. A. | 91. Signora Good, Gran Bretagna |
| 3. C. Rodgers, O. B. E., Gran Bretagna | 37. G. J. Darrieus, Francia | 67. P. Drzewiecki, Polonia | 92. Signora Walter, S. U. A. |
| 4. T. Roskopf, Olanda | 38. P. F. Rowell, Gran Bretagna | 68. G. J. Van De Well, Olanda | 93. Signorina E. Wiggins, Gran Bretagna |
| 5. W. Le Maistre, Gran Bretagna | 39. F. Dupont, Belgio | 69. Signorina Mabel F. Martin, S. U. A. | 94. S. Melsom, Gran Bretagna |
| 6. P. Girault, Francia | 40. R. Vallauri, Italia | 70. A. R. Everest, Gran Bretagna | 95. Signora Lombardi, Italia |
| 7. F. V. Magalhaes, S. U. A. | 41. O. Kienzle, Germania | 71. E. Genissieu, Francia | 96. Signorina Sparks, Gran Bretagna |
| 8. F. Pergler, Cecoslovacchia | 43. H. M. Hobart, S. U. A. | 72. F. Clerici, Italia | 97. E. G. Batt, Gran Bretagna |
| 9. O. Jacobini, Italia | 44. E. Morelli, Italia | 73. Signorina A. Wiggins, Gran Bretagna | 98. Signora Farmer, S. U. A. |
| 10. C. Pot, Olanda | 45. Signora K. E. Daman, Gran Bretagna | 74. Signora Torchio, S. U. A. | 99. P. Good, Gran Bretagna |
| 11. W. Lee, Gran Bretagna | 46. T. Roles, Gran Bretagna | 75. Signora Magalhaes, S. U. A. | 100. F. Wallis, Gran Bretagna |
| 12. C. H. Berry, S. U. A. | 48. Signora A. Marson, S. U. A. | 76. Y. Yanagisawa, Giappone | 101. Signora Hobert, S. U. A. |
| 13. F. M. Farmer, S. U. A. | 49. C. P. Sparks, Gran Bretagna | 77. Signora Tromp, Olanda | 102. L. Pellò, Italia |
| 14. Roginski, Polonia | 50. Signorina Zoa E. Leighton, S. U. A. | 78. Signora Feldmann, Olanda | 103. Clarence L. Law, S. U. A. |
| 15. V. Liot, Cecoslovacchia | 51. F. D. Newbury, S. U. A. | 79. Signorina Tromp, Olanda | 104. C. Clerici, Italia |
| 16. Amos Kruse, Svezia | 52. Sig.na Olvera Lang, S. U. A. | 80. Signora Clayton H. Sharp, S. U. A. | 105. Clayton H. Sharp, S. U. A. |
| 17. Kaare Heiberg, Norvegia | 53. D. Rudenberg, Germania | 81. Signorina Florence Evans, S. U. A. | 106. H. Mori, Giappone |
| 18. E. J. Kenny, S. U. A. | 54. P. Dunseath, Gran Bretagna | 82. Signora Dupont, Belgio | 107. S. Norberg, Svezia |
| 19. G. Minucciani, Italia | 55. Signorina Pearl K. Barrows, S. U. A. | 83. Signora Semenza, Italia | 108. L. Lombardi, Italia |
| 20. D. Marshall, S. U. A. | 56. A. G. Marshall, Gran Bretagna | 84. Signora Rowell, Gran Bretagna | 109. Glazebrook, Gran Bretagna |
| 21. E. Theseider-Dupré, Italia | 57. A. E. Walter, S. U. A. | 85. Signora Clarence L. Law, S. U. A. | 110. C. Feldmann, Olanda |
| 22. I. I. Frik, Francia | 58. H. G. Nystrom, Svezia | 86. Signora Lieb, S. U. A. | 111. C. O. Mailloux, S. U. A. |
| 23. R. B. Mitchall, Gran Bretagna | 59. C. E. Skinner, S. U. A. | 87. Signora Wade, S. U. A. | 112. G. Semenza, Italia |
| 24. S. E. Osterberg, Svezia | 60. A. C. Michie, Gran Bretagna | 88. Signora Everest, Gran Bretagna | 113. R. E. Crompton, Gran Bretagna |
| 25. K. Edgumbe, Gran Bretagna | 61. L. B. Atkinson, Gran Bretagna | 89. Sig.na Culme-Seymour, Gran Bretagna | 114. John W. Lieb, S. U. A. |
| 26. De Goede, Olanda | 62. S. C. Bartolomew, Gran Bretagna | | 115. W. Smith, S. U. A. |
| 27. F. A. Synder, S. U. A. | 63. R. C. Good, Gran Bretagna | | 116. Archibald Denny, Bart., Gran Bretagna |
| 28. A. Marson, S. U. A. | 64. Signorina Marie Reith, S.U.A. | | 117. K. Drewnowski, Polonia |
| 29. Signora Neumuller, S. U. A. | | | 118. E. Huber-Stockar, Svizzera |
| 30. D. Santa Maria, Chili | | | 119. P. Bretschneider, Austria |
| 31. C. Forgeur, Belgio | | | 120. E. Uytborck, Belgio |
| 32. L. Colson, Belgio | | | |
| 33. U. Ferrella, Italia | | | |

e 803 specie, con più di 3200 sezioni ed esemplari di dettaglio ingranditi; essa venne offerta in dono all'Università Harvard dalle Signore E. C. e M. L. Ware di Boston in memoria del defunto Dott. C. E. Ware.

Dopo la visita venne offerto il the nella Sala di Facoltà dell'Università, ed alla sera un magnifico banchetto, seguito da vivaci proiezioni cinematografiche, al Country Club.

I laboratori d'illuminazione vennero dapprima impiantati a Lynn e poi trasferiti a Schenectady sotto la direzione del Sig. W. D'Arcy Ryan. Quelli per le radiocomunicazioni comprendono una ricca collezione di apparecchi generatori e ricevitori ad onde smorzate e continue, un'antenna con tre torri d'acciaio di 100 m di altezza, ed un'altra di 50 m; tre apparecchi di rettificazione di 150 kW ognuno a 15.000 volt; pompe

di refrigerazione per i tubi a vuoto; apparecchi oscillografici per i rilievi di modulazione, ecc.

Per le ricerche di altissima tensione è arredata con trasformatori per un milione di volt l'officina di Pittsfield, cui sovrintende il nostro collega Ing. Faccioli, e dove recentemente fu costruito il trasformatore per l'Università Leland Stanford di California, a 2 milioni di volt.

Uno sviluppo ragguardevole ha dato la Gen. El. Co. alle istituzioni di previdenza in favore del suo personale, ed alla organizzazione scolastica per gli operai, e per i giovani che già posseggono una istruzione tecnica più o meno elevata. E' particolarmente commendevole il sistema di interessare il personale ai proventi dell'azienda, per cui vennero cedute agli impiegati obbligazioni al 6 per cento che la Compagnia premia con una aggiunta del 2 per cento, per un capitale complessivo di 15 milioni di dollari.

Per gli acquisti di case la Compagnia ha concesso ai suoi impiegati un finanziamento globale di 2 milioni di dollari. A coloro che ricevono un salario inferiore a 4000 dollari annui, dopo cinque anni di ininterrotto servizio, è offerto un compenso supplementare del 5 per cento in contanti od obbligazioni.

Durante il 1925 la Compagnia ricevette ordinazioni per oltre trecento milioni di dollari. Le merci confezionate per l'esportazione, cui sovrintende la *International Gen. El. Co.*, ammontarono a 26 milioni di dollari. Il provento netto del materiale venduto fu di 33 milioni di dollari, e quello di altre sorgenti 10 milioni. Corrisposto l'8 per cento su le azioni ordinarie, rimasero a disposizione 22,5 milioni, che si aggiunsero al fondo di eccedenza già esistente, elevando questa ad 86 milioni di dollari. Ad esso si aggiungono 25 milioni di riserva generale e 216 di capitali investiti, onde l'attività completa della Società, tenendo conto di altri cespiti minori, si eleva a poco meno di 400 milioni di dollari, pari a 10 miliardi di lire italiane!

*

L'ultima giornata del viaggio circolare, mercoledì, 5 di maggio, venne spesa nel breve tragitto ferroviario da Schenectady a Poughkeepsie, e in battello di qui a New York lungo il corso pittoresco dell'Hudson. Giornata auspicata di riposo dopo quelle faticose del viaggio precedente, e di commiati pieni di cordialità e di riconoscenza verso i colleghi americani, che avevano esercitato un'ospitalità principesca; pieni di affettuosa nostalgia verso gli altri colleghi, con cui si era diviso il non lieve lavoro, e compiuto il lungo cammino.

Negli annali della Commissione Elettrotecnica Internazionale la storia di questa Riunione resterà scolpita a caratteri d'oro, e l'organizzazione ammirabile, che per essa hanno predisposto i Comitati degli Stati Uniti e del Canada, servirà come esempio luminoso a mostrare ciò che le giovani Nazioni, arricchite dal lavoro sapiente, possono in ogni campo volere e attuare. L'esempio non è facile a imitarsi dalle vecchie Nazioni, che vantano una civiltà più antica, ma sono costrette in più angusti confini nelle loro possibilità e aspirazioni. Valga ciò non pertanto l'esempio medesimo a suscitare in quanti avranno l'onore e la responsabilità delle organizzazioni future l'entusiasmo per corrispondere alle legittime aspettative di coloro che ci hanno così nobilmente preceduti!

Roma, 25 maggio 1926.

L. L.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:

Vol. I. - II^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Province redente

• 20,—
più per postali • 2,—

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia

• 20,—
più per postali • 3,—

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)

• 2,50
più per postali • 0,20

CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia

• 1,—
più per postali • 0,50

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici

• 3,—
più per postali • 1,—

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche

• 4,—
più per postali • 1,—

NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli Isolatori di porcellana

• 1,50
più per postali • 0,80

:: SUNTI E SOMMARI ::

STATISTICA.

L. LISTON — Alcuni aspetti dello sviluppo dell'industria elettrica nel 1925 negli S. U. A. (Gen. El. Rev., gennaio 1926, pag. 13). Dalla pubblicazione mensile della Co. Gen. di Elettricità.

Il complesso della cifra d'affari in America nel 1925 ha superato di poco quella del 1924; il che però, tenuto conto del progressivo ribasso dei prezzi attuato a partire dal 1920, sta a dimostrare un sensibile aumento nel complesso degli affari conclusi rispetto alle annate precedenti.

Turbine. — Una turbina di tipo interamente nuovo da 60.000 kW fu installata nella centrale della Crawford Avenue della Commonwealth Edison Company. Una turbina da 3000 kW per funzionamento ad 80 atmosfere circa fu poi installata nella centrale Weymouth della Edison Electric Illuminating Co. di Boston. Fra le grosse unità merita anche menzione una turbina da 77.000 kW per la citata centrale della Commonwealth Edison Co.

Propulsione navale. — L'annata fu caratterizzata dal varo delle navi porta aeroplani «Sacatoga» e «Lexington» della Marina da guerra americana equipaggiate con apparati elettrici motori della potenza complessiva di 135.000 kW. Vi sono quattro gruppi turbo-generatori da 35.200 kW alimentanti otto motori da 17.000 kW. Sui grandi laghi americani fu messo in servizio nel luglio il vapore da carico «T. W. Robinson» da 13.000 tonn. con comando turbo-elettrico e con equipaggiamento elettrico per lo scarico automatico della nave stessa. Installazioni Diesel-elettriche furono poi eseguite a bordo di rimorchiatori della marina americana e di ferry-boat.

Trazione elettrica ferroviaria e tramviaria. — Nel campo dei locomotori Diesel-elettrici, l'unità di prova da 60 tonn. con motore Diesel da 225 kW, già costruita nel 1924 in comune colle Ingersoll-Rand Co. e American Locomotive Co. fu adottata, in seguito ai buoni risultati avuti alle prove da sei Compagnie ferroviarie per i loro servizi di manovra.

Per il servizio viaggiatori sulle linee locali si sono mostrate molto adatte le automotrici benzo-elettriche, consentendo esse un risparmio del 40 per cento nelle spese d'esercizio rispetto alla trazione a vapore. Furono costruite circa 50 automotrici del tipo da 35 tonn. provviste di un motore a benzina da 130 kW per velocità da 40 a 60 km all'ora. Sulle linee canadesi della Canadian National Ry furono invece messe in funzione sette automotrici Diesel-elettriche da 50 tonnellate con motore ad olio pesante da 140 kW delle Officine Beardmore direttamente accoppiate ad una dinamo a 600 volt.

Nel campo della elettrificazione ferroviaria, la più importante in via di esecuzione è quella della Illinois Central a 1500 volt corrente continua, estendentesi per una lunghezza di circa 45 km da Chicago. Per questa elettrificazione, la G. E. Co. fornirà, oltre che l'equipaggiamento per il materiale mobile, anche quello per le sottostazioni di conversione.

Per la Staten Island Railroad, sussidiaria della Baltimore and Ohio Railroad, furono costruite 90 automotrici. Nel Messico, in seguito ai buoni risultati avuti dalla precedente elettrificazione si venne ad un'estensione verso oriente della stessa per una lunghezza di 27 km su di un tronco avente la pendenza del 30 per mille tra Orizaba e Cordoba.

E' pure in via di esecuzione la elettrificazione di un terzo tronco della Ferrovia Paulista al Brasile e precisamente del tratto a semplice binario da Tatu a Rio Clara, portando così la lunghezza totale della linea elettrificata a 100 km circa. Per questo prolungamento, saranno forniti cinque locomotori da manovra da 60 tonn. e l'equipaggiamento di una sottostazione completa con due unità da 1500 kW, 3000 volt.

Per la New York Central Road sono stati costruiti due locomotori di manovra da 100 tonn. e così pure 29 automotrici con due motori da 120 kW ciascuna e relativo comando elettropneumatico per servizi locali nelle zone suburbane di New York. Grande interesse hanno destato i locomotori con trasformatori e gruppo di conversione a bordo per la New York, New Haven and Hartford Railroad destinati ad essere alimentati a 11.000 volt, corrente alternata monofase ed a funzionare a corrente continua bassa tensione.

Nei servizi tramviari, degne di nota sono le vetture silenziose della Grand Rapids Co. equipaggiate con quattro motori da 18 kW su supporti a sfere e le automotrici veloci della Buffalo and Erie Ry equipaggiate con quattro motori da 30 kW costruite per una velocità oraria di quasi 100 km. In generale le Società esercenti linee tramviarie hanno avuto la tendenza a sostituire il proprio materiale mobile con altro più leggero.

Per tale ragione il tipo di motore più largamente usato è stato quello da 25 kW.

Anche nel campo degli omnibus benzo-elettrici furono fatti notevoli forniture sul tipo di quella già eseguita per la Philadelphia Rural Transit Company.

Alternatori per accoppiamento a turbine idrauliche. — Nel 1925

furono ultimate le due più grosse unità ad asse orizzontale sinora costruite, della potenza di 33.000 kVA, 11.000 volt, 60 periodi, 360 giri per la San Paulo Light and Power Company del Brasile e un'altra unità della stessa potenza, ma per 13.200 volt, fu fornita ad una Società elettrica della California. Furono costruite complessivamente 14 unità superiori a 10.000 kVA.

Motori per usi industriali. — In questo campo il 1925 fu caratterizzato dallo sviluppo di due nuove serie complete di motori per uso generale, una a corrente continua, ed una a induzione. I motori a corrente continua della nuova serie sono costruiti per potenze da 1/2 a 150 kW e sono dotati di porta-spazzole del tipo a reazione, che unitamente ai poli di commutazione, assicurano una commutazione perfetta anche con forti sovraccarichi. La nuova serie dei motori a induzione comprendente tipi da 12 a 150 kW è caratterizzata da miglioramenti nella parte meccanica, specialmente dovuti alla maggiore robustezza dell'albero e dei supporti e alla particolare accuratezza con cui è prevista la lubrificazione.

Comandi per impianti industriali. — Un nuovo tipo di comando per estrattori-centrifughi nelle industrie chimiche è stato ideato, ricorrendo a un motore a gabbia di scoiattolo ad accoppiamento diretto per assicurare una elevata coppia con limitata corrente all'avviamento e un buon rendimento al numero di giri normale. Per regolare la velocità una batteria di motori è alimentata dalla linea attraverso un autotrasformatore.

Il noto sistema di regolazione Ward Leonard fu adoperato per la prima volta in un impianto di sollevamento di carbone per centrale termica.

I sincroni hanno trovato larga applicazione anche nelle cartiere e fu provveduto ad una regolazione automatica del carico negli sibratori mossi da motori sincroni.

Negli impianti siderurgici, nell'annata fu raggiunto un complesso di affari mai avuto precedentemente, specialmente per comandi di treni laminatoi; furono installati motori di comando per complessivi 100.000 kW portando così a 600.000 kW la cifra delle potenze installate della G. E. Co. in questo genere di impianti. Tra gli ultimi motori costruiti sono da annoverare parecchi a corrente continua per laminatoi reversibili, il maggiore dei quali ha una potenza di 5250 kW.

Il sistema Krämer per la regolazione della velocità fu applicato a parecchi impianti, ma ancora maggiore applicazione ebbe il sistema Scherbius per un complesso di 18.000 kW suddivisi in 11 impianti. Ad un laminatoio della Mc-Kinney Steel Company, di Cleveland, Ohio, fu applicato anche un motore sincro da 6750 kW, 107 giri, 6600 volt, 25 periodi con speciali accorgimenti per superare la fase di avviamento.

Forni elettrici. — Nei forni a induzione ad alta frequenza, era stata finora usata la frequenza di 120.000 periodi che, essendo troppo elevata per essere realizzata in tipi normali di alternatori, veniva ottenuta per mezzo di oscillatori ad arco di mercurio. Ma ciascuno di questi si era potuto costruire al massimo per 20 kW di guisa che le potenze in gioco e le dimensioni dei forni erano rimaste molto limitate. Adottando frequenze minori, sui 500 periodi circa, si poté ricorrere ai generatori elettrici, costruendo così forni più grandi per la fusione di rame, ottone, argento, nickel, ecc.

Ricerche. — Nel laboratorio di ricerche si è proseguito nelle indagini sperimentali. Fu costruito un tubo a raggi catodici, nel quale la corrente degli elettroni è spinta nell'aria attraverso una parete sottile: per la sua potenza notevole il tubo ha permesso di eseguire importanti esperimenti su vari corpi dalle sostanze inorganiche ai tessuti organici.

«Thyratron» è il nome dato ad un nuovo tipo di tubo con controllo a griglia che può adempiere alle funzioni di un pñotron con leggera caduta nell'arco e perciò con elevato rendimento a basse tensioni. Furono pure studiati nuovi tipi di apparecchi per la saldatura ad arco in atmosfera di idrogeno o di altri gas, raggiungendo la possibilità di eseguire saldature anche in leghe con forte tenore di cromo.

Radio. — Il principale progresso in questo campo è consistito nella produzione di grossi tubi raddrizzatori Kenotron fino a 80 kW, nel perfezionamento di tubi di piccole potenze per impianti di trasmissioni di bordo da 200 watt e nella radio diffusione da una modernissima stazione trasmettente con varie lunghezze d'onda costruita a Schenectady.

Trasformatori. — Durante l'anno furono costruite parecchie unità da 15.000 kVA a raffreddamento naturale in olio, le più grosse finora eseguite. Si è anche andato sviluppando il tipo di trasformatore di grande potenza per intercollegamento di diverse reti con cambio del rapporto sotto carico. Noto un autotrasformatore trifase da 36.000 kVA, dotato di dispositivo per il cambio del rapporto sotto carico, installato per cura della Duquesne Light Company.

Notevoli anche quattro trasformatori da 20.000 kVA, 50 periodi, 72.000/11.000 volt provvisti di circolazione forzata dell'olio con uso dell'acqua del mare come mezzo di raffreddamento. Nel caso dei trasformatori con raffreddamento a circolazione d'acqua la massima potenza fu raggiunta con quattro unità monofasi da 28.866 kVA, 220.000-66.000/10.750 volt, 60 periodi. Il più grosso autotrasformatore costruito è un'unità da 66.667 kVA, 12.000/24.500 volt, 25 periodi, per funzionare alimentato da un turbo-generatore da 60.000 kW. Esso pesa completo 120 tonnellate. Sul finire dell'annata si è iniziata la costruzione di quattro autotrasformatori monofasi da 25.000 kVA, 60 periodi, 220.000-125.000/11.000 volt, che verranno provati alla tensione più elevata finora prescritta, e cioè a 48.100 volt.

Per alimentare località situate vicino alle grandi linee di trasmissi-

sione ad alta tensione si è studiato un tipo di trasformatore monofase ad un passante da 100 a 500 kVA per rapporti 110.000/2300 a 13.200 volt.

Sottostazioni e centrali automatiche. — In questo campo in America furono realizzate sempre più vaste applicazioni; negli impianti di miniera specialmente lo sviluppo delle sottostazioni automatiche ha superato ogni applicazione precedente. Nel campo industriale le sottostazioni automatiche trovarono applicazione in impianti di laminatoi. La Union Electric Light and Power Co. di St. Louis adottò il comando automatico per due gruppi di conversione da 1875 kW. e per due convertitori sincrone da 2550 kW. L'automatismo è stato anche applicato per proteggere gli impianti da sovraccarichi, e questo è stato ottenuto in un'installazione della Cleveland Electric Illuminating Co. dove un eccessivo sovraccarico determina l'inserzione automatica di resistenze limitatrici del carico con raffreddamento ad acqua, finché il sovraccarico permane.

Nella trazione ferroviaria c'è stata la tendenza ad applicare l'automatismo a unità sempre più grosse. Anche gli interruttori ultra rapidi hanno avuto una sempre crescente diffusione, cosicché dal 1916, quando furono applicati per la prima volta alla Chicago, Milwaukee St. Paul Ry, si hanno ora in funzione più di 900 apparecchi di questo genere col risultato di assicurare un'adeguata protezione delle macchine a corrente continua nelle sottostazioni di conversione.

Apparecchiatura per alta tensione. — Nel 1925 furono introdotti parecchi perfezionamenti nella costruzione degli interruttori in olio, delle valvole e di vari altri apparecchi di protezione e di manovra. Furono costruiti interruttori in olio del tipo a carrello per la tensione di 154.000 volt con camere d'esplosione.

Menzione speciale meritano i meccanismi con motorino per la chiusura degli interruttori in olio. Essi sono normalizzati per funzionare a 220 volt corrente alternata, 25 e 60 periodi e a 125 volt corrente continua, distinti in due tipi, uno più leggero e uno più pesante.

Nel campo dei relais, è stata introdotta una variante nel tipo di relais a massima induzione per carichi trifasi, nel senso che ogni elemento monofase ha un circuito di contatto separato. Ciò è specialmente utile là dove ogni fase del circuito è protetta separatamente da un interruttore monofase. Nell'ultimo perfezionamento del relais di massima a induzione, esso richiede meno di 3 volt ampere a 60 periodi per il suo funzionamento. Per la sincronizzazione si fa uso ora di nuovi relais differenziali del tipo a induzione, l'uno dei quali adempie unicamente alla funzione di permettere o impedire l'intercollegamento di due reti, secondo che queste sono o no in modo continuo in sincronismo, e l'altro eseguisce automaticamente la sincronizzazione.

Illuminazione. — Si è cercato di procedere verso una semplificazione dei tipi di lampade a incandescenza in uso corrente. Si è cercato un metodo per giungere ad una smerigliatura interna della lampada col vantaggio che avendosi all'esterno della lampada così smerigliata una superficie liscia, questa raccoglie meno polvere e si può pulire più facilmente. Inoltre colla smerigliatura interna si ha un assorbimento di luce inferiore al 2 per cento mentre è dal 6 all'8 per cento per quella esterna.

Nel 1925 il numero di lampade vendute negli Stati Uniti è stato di 280 milioni per i tipi normali con un aumento del 7.25 % rispetto al 1924 e di 195 milioni per quelle in miniatura con un aumento del 3.5 % rispetto al 1924.

Per l'illuminazione stradale ci fu un aumento della cifra di affari del 40 % circa rispetto al 24. La città di Cleveland provvede per la Superior Avenue con lampade di 25000 lumen, raggiungendo così il massimo di flusso luminoso finora installato per illuminazione stradale. Una quantità di città americane si sono rivolte alla G. E. Co. per rinnovare i loro impianti di illuminazione.

G. G. E.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

L. VON VEREBÉLY — I fondamenti elettrotecnici di un nuovo sistema di trasformazione di fase per le ferrovie. (E. T. Z., gennaio 1925, anno 46, fasc. 2, pag. 37).

L'A., dopo aver esposte alcune considerazioni sul valore pratico e la convenienza economica dei diversi sistemi di elettrificazione, esprime il parere che non convenga alle ferrovie possedere alcun impianto proprio con caratteristiche speciali, nè trasformatori rotanti o convertitori, e che esse debbano invece direttamente usare l'energia elettrica a caratteristiche normali prodotta dall'industria.

Come motore, per le potenze richieste dalle ferrovie principali, e con frequenza a 50 periodi, il solo da prendere in considerazione è, secondo l'A., il motore ad induzione. Ma esso lavora a carico ridotto con rendimento e fattore di potenza bassi, se si alimenta a tensione costante: l'A. dimostra che il motore a induzione con qualunque carico, entro i suoi limiti di potenza, funziona invece col massimo rendimento e con fattore di potenza costante, qualora la tensione ai morsetti vari proporzionalmente alla radice quadrata del carico:

$$E = x \sqrt{P} \quad [1]$$

Per realizzare ciò è necessaria una macchina rotante la quale

funzioni come generatore trifase a bassa tensione e alimenti il motore con valori di tensione variabili secondo la legge [1].

Tale generatore dovrebbe essere accoppiato ad un motore monofase sincrono da inserire sulla linea, con ciò si avrebbero i vantaggi inerenti alla linea monofase insieme con quelli della regolabilità del fattore di potenza su di essa.

Tali vantaggi giustificerebbero anche la complicazione e la spesa dell'impianto delle tre macchine necessarie sulla locomotiva. Tuttavia, per ragioni di economia, si cercò di riunire le due macchine sincrone in una sola, e il risultato degli studi e delle prove è stato il trasformatore sincrono monotrifase.

Esso ha struttura analoga ad un turbo alternatore bipolare, ma nel suo statore sono due avvolgimenti fra di loro completamente isolati: un avvolgimento monofase (primario) occupante i due terzi della circonferenza dello statore, ed uno trifase (secondario) uniformemente distribuito sull'intera circonferenza.

L'avvolgimento monofase viene direttamente inserito tra la linea e la terra (15.000 V) mentre l'avvolgimento trifase è collegato ai motori attraverso il commutatore principale di marcia e li alimenta con una tensione regolabile fra 350 e 600 V. Il rotore riceve la corrente continua da una eccitatrice coassiale.

Se si fa variare l'eccitazione col carico in modo che la tensione trifase segua la legge $E = \alpha \sqrt{P}$, varierà però anche la f. e. m. indotta nell'avvolgimento monofase e quindi anche la fase, che converrebbe mantener costante, della corrente di linea rispetto alla tensione. Per ovviare a questo grave inconveniente, la macchina sincrona è stata costruita così: i due avvolgimenti dello statore sono situati in due serie di scanalature separate, l'avvolgimento trifase in canali che confinano immediatamente con l'interferro, il monofase in canali chiusi posti dietro i canali trifasi e separati a questi, oltre che dagli isolanti, anche da uno spessore di ferro.

Con questa disposizione le sbarre dell'avvolgimento trifase vengono tagliate da tutto il flusso di eccitazione, quelle del monofase invece solo da una parte, venendo deviata l'altra dallo spessore di ferro esistente tra i due canali.

Nel circuito monofase si sviluppa quindi una f. c. e. m. che fa equilibrio alla tensione di linea ed una f. e. m. di autoinduzione originata dal flusso disperso.

Se si trascurano le cadute ohmiche di tensione e si indica con $E_1 = -V$ la f. c. e. m. nel primario, questa deve risultare dalla f. e. m. E indotta dall'induttore e dalla f. e. m. $\omega L I$ indotta dal flusso disperso del primario stesso.

Se la corrente I è mantenuta in fase con V , il diagramma è quello indicato in fig. 1. Ridotte le tensioni ad egual numero di spire e ad

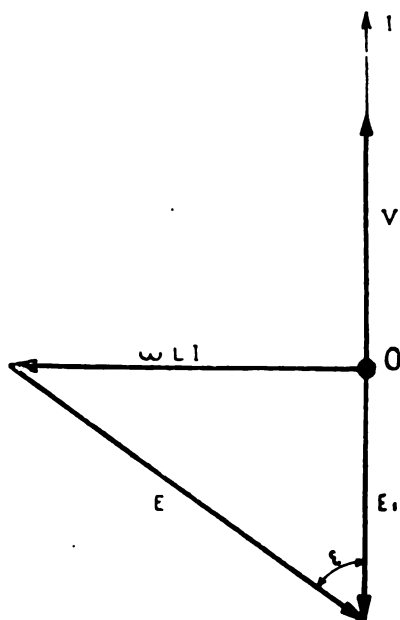


Fig. 1.

egual fattore di avvolgimento, E rappresenta anche la tensione del secondario, e se si regola l'eccitazione in modo che, al variare del carico, la I resti in fase con V , si ha:

$$E = \sqrt{V^2 + \omega^2 L^2 I^2}$$

mentre la potenza è $E I \cos \varepsilon = P = V I$.

Ne segue:

$$E^2 = V^2 + (\omega L I)^2 = V^2 + \omega^2 L^2 \frac{P^2}{V^2} \quad [2]$$

Questa formula dice che, se la corrente viene assorbita dalla linea con fattore di potenza eguale ad uno per qualunque carico, la f. e. m. indotta nell'avvolgimento trifase varia secondo una legge perfettamente determinata.

Precedentemente, si era trovato che per avere costantemente il massimo rendimento dei motori a induzione, al variare del carico, la tensione ai morsetti avrebbe dovuto seguire la legge $E_1 = \alpha \sqrt{P}$.

Questa legge individua una parabola, mentre la [2], ottenuta facendo variare l'eccitazione in modo da aver con qualunque carico $\cos \varphi = 1$, origina un'iperbole: le due curve hanno, nel caso più favorevole, due punti di intersezione (fig. 2). Quando però la riluttanza dei ponti magnetici tra l'avvolgimento trifase e il monofase, a causa della crescente saturazione, si avvicina a quella dell'interferro, le due curve di regolazione deviano rispettivamente dal loro corso parabolico ed iperbolico e possono essere costrette ad una terza intersezione (fig. 2, linee a tratto).

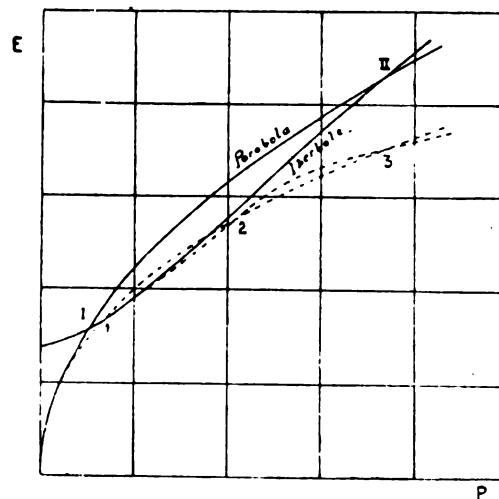


Fig. 2.

Mediante l'appropriato proporzionamento dei ponti magnetici, può dunque raggiungersi la condizione per la quale le due curve regolatrici scorrono l'una accanto all'altra entro limiti estesi del carico, cioè si può, con appropriate variazioni dell'eccitazione, soddisfare contemporaneamente alle due condizioni predette, $\eta = \max$, $\cos \varphi = 1$.

Per poter ottenere forti e rapide variazioni di tensione della dinamo eccitatrice e quindi dell'eccitazione del sincrono, la dinamo fu costruita con uno speciale sistema di poli.

I nuclei polari sono collegati fra di loro, a metà della loro altezza mediante ponti di ferro laminato: al di sopra di questi, cioè fra il glio ed il ponte, è avvolto il circuito di eccitazione in derivazione, al disotto, e cioè tra il ponte ed il rotore, si trovano alcune spire in serie con la corrente principale ma normalmente chiuse in corto circuito.

Una parte del flusso dovuto all'eccitazione in derivazione, viene deviata da questi ponti magnetici e non penetra in condizioni normali nell'armatura.

Se sopraggiunge un improvviso sovraccarico, il regolatore, oltre ad agire sul reostato di eccitazione, apre il corto circuito dell'avvolgimento in serie, la cui forza magnetomotrice inverte l'influenza dello schermo magnetico in modo che il flusso prodotto dal circuito derivato penetri tutto nell'armatura insieme a quello prodotto dall'eccitazione in serie. Così viene rapidissimamente aumentata la tensione della dinamo e la corrente di eccitazione del sincrono. Questo dispositivo ha dato ottimi risultati in tutte le prove.

L'A. accenna in seguito alle varianti ed ai perfezionamenti apportati alle resistenze a liquido per l'avviamento dei motori a induzione, descrive i diversi regolatori automatici in funzione sulla locomotiva, e riassume infine i vantaggi del sistema nel modo seguente:

1) La locomotiva può essere alimentata da ordinarie reti di distribuzione a frequenza industriale, e da un solo filo di linea.

2) Le variazioni di fase tra corrente e tensioni di linea sono assolutamente indipendenti dai motori: si può mantenere costante e praticamente eguale ad 1 il fattore di potenza ed anche fare la regolazione del fattore di potenza della rete.

3) I motori funzionano sempre nelle migliori condizioni di rendimento entro ampi limiti del carico: questa circostanza aumenta il rendimento della locomotiva e permette la diminuzione del numero di tipi di esse.

4) La locomotiva resta insensibile ad ampie cadute di tensione, poichè il trasformatore sincrono, a partire da un determinato limite di potenza, compensa automaticamente la caduta di tensione, in modo che un abbassamento di potenziale nel filo di linea ha per conseguenza un aumento di tensione ai morsetti del motore. La reciproca distanza dei punti d'alimentazione della linea può quindi esser grande in confronto con quella degli altri sistemi.

5) Il trasformatore sincrono non disturba l'impianto di distribuzione se esce di passo perchè la corrente di corto circuito è inferiore alla normale, e rientra agevolmente in sincronismo se gli si toglie il carico per pochi secondi.

6) Il sistema in questione permette agevolmente il ricupero, come negli impianti italiani.

M. Pa.

W. ZIMMERMANN — Un grande impianto di raddrizzatori a mercurio in una officina metallurgica.
(E. T. Z., 20 agosto 1925, pag. 1253).

La letteratura tecnica non è molto ricca di dati d'esercizio sui raddrizzatori a mercurio, così che riesce interessante questa relazione basata sull'esperienza di un anno di funzionamento in una delle maggiori officine metallurgiche tedesche.

L'impianto consta di 8 raddrizzatori da 600 amp. i quali alimentano due circuiti indipendenti a corrente continua: l'uno a 500 volt per forza motrice; l'altro a 250 volt per luce. Due unità sono costruite esclusivamente per la tensione di 500 volt; due per la tensione di 250 volt e le altre quattro possono dare entrambe le tensioni sul lato a c. c. Il gruppo è alimentato da cinque trasformatori da 525 kVA 5000/400-220 volt ciascuno connesso direttamente sul lato *b t* con uno o due raddrizzatori con interposizione di semplici coltelli separatori.

Sul lato *a t* dei trasformatori sono inseriti interruttori in olio con comando elettrico a distanza riportando sul quadro a corrente continua. Ciascun trasformatore è commutabile al secondario per ottenere dai raddrizzatori la tensione di 500 oppure di 250 volt. I raddrizzatori sono inseriti sulle sbarre a corrente continua attraverso interruttori bipolari automatici di massima. L'impianto ha una potenza complessiva di 1500 kW dei quali 1200 kW a 500 volt e 300 kW a 250 volt. E' prevista una riserva di altre due unità.

Per mantenere costante la tensione di illuminazione i trasformatori dei rispettivi raddrizzatori, sono alimentati sul lato *a t* da un sistema di sbarre ausiliarie derivate dalle principali attraverso un autotrasformatore regolabile.

La disposizione generale dell'impianto è la seguente:

- al sotterraneo i trasformatori;
- al piano terreno i raddrizzatori;
- al primo piano i quadri e le apparecchiature trifasi ed a corrente continua.

Colla disposizione accennata dei trasformatori e dei raddrizzatori si raggiunge la massima economia di connessioni perchè i trasformatori hanno le prese sul coperchio mentre i raddrizzatori le hanno alla base. La disposizione dei quadri al primo piano non è la più felice, ma è stata imposta da necessità di spazio.

Risultati di esercizio. — Si ebbe da principio qualche difficoltà (fenomeno comune, del resto, a tutti gli impianti nuovi) per la tenuta, specie dove sono in contatto superfici metalliche con superfici di porcellana; ma vi si ripará facilmente.

Qualche inconveniente si verificò anche in corrispondenza agli anodi, dove si manifestavano corti circuiti che provocavano la fusione di una valvola del circuito di alimentazione e, di conseguenza, il raffreddamento dei vapori di mercurio ed il peggioramento del vuoto per effetto della mancanza parziale di corrente. L'origine dell'inconveniente va attribuita essenzialmente alla formazione di un deposito metallico sui tubi di porcellana che proteggono gli anodi ed anche alla mancanza di opportuni diaframmi isolanti attorno agli archi e fra gli anodi. Dopo che vennero sostituiti i primitivi anodi di acciaio con altri di grafite e vennero aggiunte opportune protezioni isolanti di porcellana, l'inconveniente non si è più ripetuto.

Il vuoto viene mantenuto attorno a valori da 1/1000 a 1/2000 di mm di colonna di mercurio. In principio le pompe a vuoto dovettero essere mantenute in funzione continuamente, perchè il vuoto non può raggiungere i valori più alti che dopo un certo periodo di esercizio. Non è possibile raggiungere il grado necessario di vuoto a freddo, perchè una parte dei gas, contenuta nei pori del metallo, si libera soltanto a caldo così che nel primo tempo della entrata in servizio di un apparecchio nuovo, si nota sempre una diminuzione del vuoto. Perciò, prima di mettere in servizio un raddrizzatore, conviene farlo lavorare su resistenze, a tensione ridotta, per una durata di 24 ore allo scopo di migliorarne il vuoto. Per questo i trasformatori destinati a questi impianti hanno, di solito, nel secondario, delle prese ausiliarie di «degasificazione».

L'opinione generale che l'impiego di guarnizioni di gomma in luogo della tenuta a mercurio o delle guarnizioni di piombo renda più difficile la conservazione del vuoto, non ha trovato conferma nella pratica di questo impianto. Anche le finestre di spia, che sono state dichiarate da qualcuno inutili fonti di perdite nella tenuta, non hanno dato inconvenienti e si sono dimostrate invece di grande aiuto alla regolarità dell'esercizio perchè permettono di osservare l'interno del raddrizzatore e di sorvegliare il comportamento delle singole parti.

Non si possono dare norme fisse per il processo di vuotamento: si può dire che ogni apparecchio presenta, sotto questo aspetto, un comportamento diverso per cui l'operazione va seguita e trattata caso per caso.

In massima si può ritenere che, dopo i primi sei mesi di funzionamento, si mantiene un vuoto inferiore a 1/1000 di mm di colonna di mercurio facendo intervenire le pompe per la durata di un'ora sulle 24.

Per mantenere in efficienza le unità di riserva, è risultato opportuno metterle in servizio periodicamente, a intervalli di una o due settimane, scambiandole colle altre.

Una sosta più lunga, peggiorerebbe le condizioni del vuoto e richiederebbe poi un periodo di assestamento prima di poterle rimettere in servizio.

Per formare il vuoto si impiega in un primo tempo una pompa ad olio; successivamente quando sia raggiunta una pressione di 0,25 mm

di mercurio entra in funzione la pompa a vapori di mercurio la quale non potrebbe funzionare con una pressione superiore.

Il funzionamento delle pompe a vuoto è assolutamente sicuro. Conviene mantenere costantemente in servizio la pompa a vapori di mercurio, a rubinetti chiusi quando il vuoto abbia raggiunto il grado voluto, per poter controllare prontamente il valore del vuoto in qualunque momento, senza dover prima procedere al riscaldamento della pompa. D'altra parte questo riscaldamento costante non implica spreco di energia perchè è ottenuto a spese degli archi di adescamento che è bene mantenere attivi durante il servizio per evitare che forti abbassamenti del carico possano spegnere gli archi principali.

La misura del vuoto è operazione alquanto delicata perchè non si dispone ancora dell'istrumento pratico adatto a questo scopo. Data l'importanza del vuoto nel funzionamento di questi apparecchi, sarebbe desiderabile poter impiegare istrumenti indicatori e registratori analoghi a quelli adottati nelle centrali elettriche.

La buona circolazione dell'acqua di raffreddamento è coefficiente indispensabile al regolare funzionamento del raddrizzatore, e va sorvegliata continuamente per evitare sovrariscaldamenti nel raddrizzatore stesso o nella pompa, che si tradurrebbero in un peggioramento del vuoto. A questo scopo, nell'impianto in esame, sono state disposte due vasche di circolazione lungo una parete del locale dei raddrizzatori ed in esse è possibile controllare il deflusso dell'acqua e verificarne la temperatura. Sulla tubazione dell'acqua è stato inserito anche un manometro a contatti che segnala l'abbassamento o la mancanza di pressione. Non è stato ritenuto necessario alcun apparecchio automatico di comando.

Le tubazioni dell'acqua, originariamente di ferro, dovettero essere sostituite con tubazioni di piombo perchè si ostruivano facilmente in causa della ruggine che si formava sulle pareti interne in seguito al contatto dell'acqua coll'aria nelle vasche di circolazione. Anche queste, pure di ferro, dovettero essere rivestite di lamiera di zinco per proteggerle da una troppo rapida corrosione ed i risultati furono buonissimi anche in grazia dell'azione elettrolitica fra i due elementi ferro e zinco che contribuisce a ridurre l'azione corrosiva dell'acqua.

Il raffreddamento degli anodi viene ottenuto a mezzo di una camera refrigerante piena d'acqua. Questa va rinnovata ogni tanto per sopperire alle perdite per evaporazione, ma si è riscontrato che, per quanto la temperatura dell'acqua a pieno carico salga a 70°-80° ed oltre, trascorrono diverse settimane prima che si renda necessario un riempimento.

La manovra di questi apparecchi è semplicissima: assicuratisi che il vuoto abbia raggiunto il grado necessario, e di regola bastano per questo 10 o 15 minuti di funzionamento delle pompe, si può adescare senz'altro l'arco e mettere in servizio il raddrizzatore allacciando prima i trasformatori al primario e poi chiudendo l'interruttore sul lato a corrente continua.

La ripartizione del carico fra diverse unità quando siano tutte dello stesso tipo e quindi presentino la stessa caduta di tensione interna, dipende esclusivamente dalle cadute di tensione dei trasformatori alimentatori.

Questi devono perciò presentare correnti di corto circuito eguali come se dovessero funzionare in parallelo fra loro. Non è possibile, invece, con questi apparecchi variare a piacimento la ripartizione del carico come colle convertitrici.

I raddrizzatori possono funzionare benissimo in parallelo con altri gruppi generatori, anche comandati da motori a gas; come pure con batterie di accumulatori. E' possibile anche impiegarli per la carica di batterie occorre, in questo caso, che il trasformatore di alimentazione sia previsto colla necessaria regolazione di tensione.

I raddrizzatori si sono dimostrati insensibili alle brusche variazioni di carico e sopportano senza inconvenienti anche i colpi di corrente conseguenti ai corti circuiti che sono abbastanza frequenti in un'officina metallurgica.

Il servizio di questi apparecchi richiede poco personale e per poco tempo: una volta messi in servizio, basta controllarne ogni tanto il vuoto e la circolazione dell'acqua.

La loro caratteristica di essere sotto tensione in ogni parte, per cui un contatto con persone non bene isolate può riuscire pericoloso, non ha dato luogo, finora, ad alcun inconveniente. Naturalmente il locale dei raddrizzatori è chiuso agli estranei ed attorno ad essi, per una larghezza di 90 cm è disposto un tappeto isolante di gomma.

L'esercizio di questi apparecchi non richiede alcuna spesa a carattere continuativo, come lubrificanti, sorveglianza e simili, ed anche l'impianto di raffreddamento era già stato creato in precedenza per i motori a gas. Le uniche parti di ricambio necessarie, sono le guarnizioni di gomma che però, dopo un anno di esercizio, non hanno ancora richiesto alcun rinnovamento.

In confronto delle macchine rotanti, i raddrizzatori a mercurio rappresentano quindi una notevole economia di esercizio e di manutenzione perchè anche il rendimento è superiore e praticamente indipendente dal carico. Esso dipende, in massima parte, dalla caduta di tensione in corrispondenza agli archi, la quale risulta dell'ordine dei 20 ÷ 25 volt. Il rendimento sarà quindi tanto maggiore quanto più elevata sarà la tensione di esercizio. Nella valutazione del rendimento complessivo dell'impianto, bisogna però tener conto anche di quello dei trasformatori il quale è funzione del carico.

Concludendo, i raddrizzatori a vapori di mercurio in questo primo anno di esercizio si sono dimostrati pienamente rispondenti alle esigenze pesanti del servizio di una officina metallurgica. Il personale si

è presta familiarizzato coi nuovi apparecchi così che è lecito formulare i migliori pronostici per l'avvenire.

Secondo il relatore, il raddrizzatore a mercurio è destinato ad estendere sempre più il suo campo d'azione in concorrenza colle macchine rotanti. (g. a. r.).

TRAZIONE E PROPULSIONE.

La sottostazione di Brugg delle Ferrovie Federali Svizzere. (Revue B B C, novembre 1925, N. 11, Vol. 12, pag. 237).

La sottostazione di Brugg delle Ferrovie Federali Svizzere comprenderà, una volta ultimata, cinque trasformatori monofasi da 3000 kVA per un rapporto di 60.000/15.000 V, alla frequenza di 16 2/3 per/sec. La tensione secondaria viene direttamente utilizzata sulla linea di contatto.

E' del tipo all'aperto ed i trasformatori principali e quelli di misura, sono quindi costruiti a tenuta perfetta. I primi possiedono inoltre il noto conservatore d'olio a compensazione e sono del tipo a raffreddamento per circolazione naturale dell'olio con i radiatori esterni; possono sostenere sovraccarichi del 25 % per 30 minuti. La temperatura dell'olio è controllabile per mezzo di resistenze in esso immerse ed i cui capi escono dalla cassa attraverso isolatori simili a quelli della bassa tensione; inoltre appositi termometri a contatti comandano campanelli d'allarme, che entrano in azione non appena la temperatura sorpassa i limiti ammessi. La cassa riposa su un telaio munito di rulli, che permettono il facile dislocamento su rotaie. Anche gli altri apparecchi riposano su fondazioni di calcestruzzo e sono sufficientemente rilevati dal suolo per permetterne il dislocamento e garantire l'incolumità delle persone.

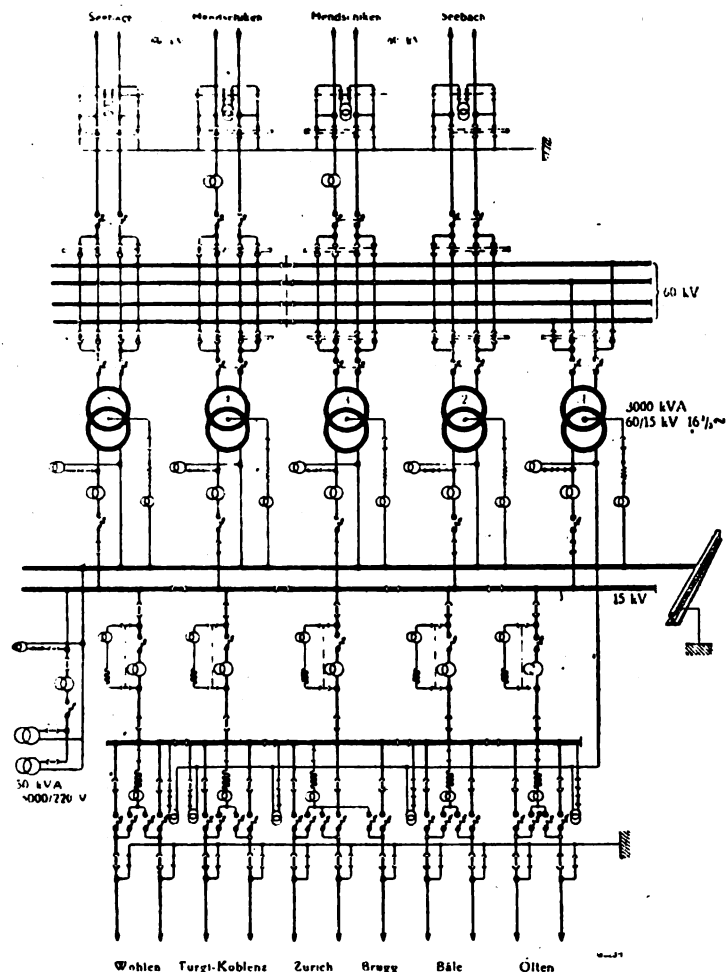


Fig. 1. — Schema delle connessioni della sottostazione

Gli interruttori a 60.000 V, costituiti da due elementi unipolari, contengono anche resistenze interne di riscaldamento per impedire il congelamento dell'olio. Possono essere comandati a mano sul posto, ma ogni coppia possiede anche un motore per il comando a distanza, effettuabile dal fabbricato annesso. In questo trovano posto due quadri: uno per l'alta ed uno per la bassa tensione, attraversati da corridoi chiudibili alle estremità; nel loro interno portano i contatori, i relais, gli indicatori di temperatura dei trasformatori. Un'altra parte dei quadri è a leggione formata da una serie di cassoni in lamiera, e portante gli schemi delle connessioni, le lampade di segnalazione per i coltelli, gli interruttori, i commutatori per il comando degli interruttori stessi, ecc. In altri locali trovano posto l'impianto di depurazione dell'olio

usato per i trasformatori, l'officina di riparazione (con una gru da 40 tonn.), il magazzino e la batteria di accumulatori costituenti la riserva dei servizi ausiliari. Questi comprendono i circuiti di forza motrice, riscaldamento, illuminazione del posto all'aperto e del fabbricato ed i circuiti di segnalazione, di controllo, di alimentazione dei motori di comando dei vari apparecchi, dei relais, ecc. Questa corrente continua a 220 volt è prodotta da un gruppo convertitore motore-dinamo alimentato da uno dei due trasformatori da 50 kVA per un rapporto 15.000/220 V, appositamente installati e protetti anch'essi da interruttori in olio.

Tutte le connessioni di controllo, segnalazione, misura, ecc., fra i vari apparecchi ed i quadri sono in cavo sotto piombo che corre in appositi canali: i raccordi ai vari apparecchi all'aperto sono fatti sotto a scatole che mettono i capi al riparo dalla pioggia. Le connessioni ad alta tensione, sbarre, ecc., sono costituite da tubi di rame di 30 mm. di diametro e di spessore variabile.

La parte dell'impianto ad alta tensione è stata provata sotto pioggia per tre minuti a 150 kV e quello a bassa a 50 kV. I trasformatori di misura hanno un capo collegato a terra e quelli di tensione sono protetti da valvole. I trasformatori principali hanno il punto di mezzo del primario a terra attraverso un riduttore di corrente che alimenta i relais degli interruttori in caso di terra accidentale, ed un capo del secondario collegato alle rotaie, come appare dalla fig. 1, che rappresenta lo schema generale della sottostazione. Le sbarre a 60 kV sono due coppie, ciascuna delle quali può connettersi da un lato con le linee in arrivo ed in partenza e dall'altro con i trasformatori.

Nello stesso schema sono chiaramente indicati, oltre ai vari apparecchi ed ai trasformatori per i servizi ausiliari, anche i circuiti di controllo per gli interruttori fra le sbarre a 15 kV e le sbarre omnibus, nonché quelli per la prova di terra delle varie coppie di feeders partenti. Chiudendo l'interruttore di uno di questi ultimi circuiti e staccando le linee relative dalle sbarre, qualora si abbia il permanere della linea a terra, si vedrà l'amperometro relativo, segnare; le resistenze in serie sono previste per il passaggio durante due minuti di una corrente doppia di quella dovuta alla tensione normale.

I feeders previsti sono undici in tutto, due per ciascuna linea (doppio binario) meno che per la stazione di Brugg per cui se ne ha uno solo. Essendo tutti i feeders connessi con un sistema di sbarre omnibus e questo sistema a sua volta collegato colle sbarre a 15.000 V attraverso diversi interruttori, l'alimentazione delle linee è assicurata anche se qualche trasformatore viene messo momentaneamente fuori servizio. G. Pa.

Il nuovo locomotore Ford con convertitori di corrente.

(E. R. J., 5 settembre 1925, pag. 352).

Questo locomotore è stato costruito per la Detroit, Toledo e Ironton Railroad la quale ha in corso di elettrificazione un primo tronco di 25 km. Il locomotore è equipaggiato con motori a corrente continua del tipo normale in serie, ed è alimentato da una linea di contatto monofase a 11.000 o 22.000 volt e 25 periodi. La corrente di linea, ridotta a mezzo di apposito trasformatore alla tensione di 1250 volt, alimenta un gruppo motore-dinamo a tensione regolabile sul lato a corrente continua, il quale, a sua volta, alimenta gli otto motori di trazione della potenza di 165 kW. ciascuno.

Sono caratteristiche di questo sistema, la massima elasticità di servizio, e la vasta gamma di velocità realizzabile tanto nel funzionamento normale di trazione, come nel funzionamento a recupero. Tutti i circuiti a corrente continua si chiudono sul locomotore per cui essendo esclusa la terra, sono eliminati i fenomeni elettrolitici.

La potenza massima è di 3700 kW alla quale corrisponde uno sforzo massimo di trazione all'avviamento di 110.000 kg con un peso aderente di 380 tonn. distribuito su 16 assi. La potenza normale è di 3100 kW a 27 km-ora e di 2650 kW a 40 km-ora. La graduazione della velocità da fermo a 27 km-ora si ottiene regolando la tensione ai morsetti della dinamo principale; da 27 a 40 km-ora, variando la eccitazione separata dei motori di trazione.

Il gruppo convertitore si avvia colla dinamo per mezzo di una batteria che lo porta a circa metà della velocità di regime; a questo punto viene inserito il motore il quale, accelerando, si porta automaticamente in sincronismo.

Il locomotore, costruito per servizio merci, è formato di due identiche unità che, unite a mezzo di giunto articolato, danno un rodiggio D-D+D-D. Si possono impiegare anche più di due unità, comandate con comando multiplo da una cabina unica. Ciascuna unità è, a sua volta, costituita di due parti, non simmetriche, montate su due carrelli a quattro assi. Sulla parte anteriore trova posto l'interruttore automatico, un trasformatore da 2000 kW, un compressore d'aria, un ventilatore per il raffreddamento dei motori e dell'olio del trasformatore che è mantenuto in circolazione da una pompa. Sulla parte interna è montato il gruppo convertitore formato da un motore monofase a 1240 volt, 25 periodi, 750 giri e da una dinamo a 600 volt. Sullo stesso albero del gruppo sono montate la eccitatrice principale da 75 kW a 125 volt e la eccitatrice per il funzionamento a recupero da 25 kW a 10 volt. Le apparecchiature ed il rimanente macchinario ausiliario sono pure montati su questo carrello.

Il comando degli assi motori è fatto a mezzo di coppie di ingranaggi dei quali il pignone è montato sull'albero del motore con

giunto elastico e la ruota dentata è montata direttamente sul mozzo della ruota. Per ridurre la flessione degli assi ed assicurare un movimento dolce degli ingranaggi, sono stati adottati supporti molto lunghi.

La lunghezza totale del locomotore è di 36 metri e l'interrasse rigido misura 3,35 metri.



La parte interna della cassa di ciascuna unità, può essere asportata lasciando in posto la sola cabina di comando, ciò che facilita le ispezioni periodiche.

Per la frenatura è stato adottato un sistema speciale, costituito da piccoli cilindri ad aria collocati in testa a ciascuna ruota: nella frenatura il cilindro e lo stantuffo si spostano in senso opposto forzando un pattino sul cerchione attraverso un gioco di leve. Lo sforzo della frenatura non tormenta, in questo modo, il telaio, anzi, scarica i supporti di una parte del peso del locomotore.

Le prime prove hanno dato risultati molto soddisfacenti. g. a. r.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

La fornitura di energia elettrica per usi domestici incontra molto favore presso le Società distributrici americane. Alcune di queste hanno riscontrato che i clienti che hanno installato cucine elettriche consumano attualmente circa sei volte tanta energia di quella che consumavano come utenti luce. Una Società ha avuto nello scorso anno un carico complessivo di 23.769 kW per servizio di 4100 cucine domestiche, con un consumo medio di 1500 kWh annue per ogni cucina. L'energia è fornita sulle stesse linee luce ma è misurata da contatori distinti. Il prezzo medio dell'energia fornita per questo uso, è di 3,8 cent. di dollaro; la tariffa è però scalare giungendo a circa il triplo di tale valore per i primi 10 kWh mensili, mentre sta assai al di sotto dei 3,8 cent. per il consumo ulteriore.

CONCORSI.

Concorso a Borse di perfezionamento. — Il Comitato Nazionale Scientifico Tecnico ha indetto un concorso a borse di perfezionamento negli studi della fisica, della chimica e delle loro applicazioni tecniche.

L'ammontare di ciascuna borsa è di lire seimila; sono ammessi a concorrere i laureati in chimica, in chimica industriale, in chimica e farmacia, in agraria e gli ingegneri di nazionalità italiana; i concorrenti devono essersi laureati in Italia posteriormente all'anno accademico 1922-23. Le borse sono conferite per l'anno 1926-27. La borsa potrà eventualmente essere goduta all'estero anziché in Italia.

Per informazioni rivolgersi al Comitato Nazionale Scientifico Tecnico, Milano (13), Piazza Cavour, 4, al quale devono essere trasmesse le domande non più tardi del 30 settembre 1926.

IMPIANTI.

L'utilizzazione complessiva delle cascate del Niagara permetterebbe di ottenere una potenza disponibile totale che è valutata in 4.500.000 kW. La portata media del corso d'acqua è di circa 6100 m³ per secondo. Attualmente vengono derivati 240 m³ pel canale di Chicago e 130 m³ pel canale Welland. Le concessioni attualmente in vigore permettono di arrivare ad una potenza di 750.000 kW. Si ritiene in generale che sarebbe possibile aumentare notevolmente la quantità di acqua derivabile per impianti di forza motrice, costruendo dei muraglioni sulla sponda canadese del fiume; ciò rallenterebbe anche il naturale arretramento delle cascate. La questione, molto dibattuta in America, è complicata da considerazioni politiche fra i due Stati confinanti.

*

Alcuni impianti idroelettrici importanti sono allo studio in Germania. La città di Ulm ha progettato un impianto sul Danubio presso Donaustetten colla formazione di un grandioso lago artificiale. La centrale conterrà quattro turbine tipo Kaplan, fornite dalla Ditta Escher Wyss, capaci di smaltire una portata di 75 m³ al secondo, su di un salto di m. 6,74. Il costo dell'impianto completo è preventivato in 4.500.000 marchi, che la città si è procurata sul mercato americano. Nel Baden verranno sfruttate le acque dello Schluchsee; il lago ha attualmente una capacità di circa 10 milioni di metri cubi, ma il progetto prevede di aumentare l'invaso fino a 108 milioni di metri cubi; la centrale sarà costruita a Schwarzabruck e utilizzerà un salto di 204 metri; si prevede una produzione annua di 126 milioni di kWh.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

Un dispositivo per la misura per via elettrica delle piccole pressioni dei fluidi è descritto nel « The Engineer » del 22 gennaio 1926. Esso utilizza un circuito oscillante con valvola ionica, nel quale l'induttanza di una bobina è fatta variare avvicinando o allontanando da esso una laminetta metallica la quale è mossa da un leggero diaframma di mica che chiude la camera dove si trova il fluido. Un micro-amperometro inserito nel circuito anodico della valvola dà la deviazione di 1 centimetro per una corrente di 10⁻⁸ A la quale corrisponde ad una variazione di pressione nella camera del fluido pari a 7 × 10⁻⁶ centimetri di colonna d'acqua.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Prove sulle grandi caldaie a carbone polverizzato della Centrale di Lakeside (Milw. S. U.), hanno dato risultati notevoli. Si tratta di caldaie tipo Edgemoor, da circa 1.300 m² di superficie riscaldata, con pareti raffreddate a circolazione d'aria, la quale così preriscaldata, serve poi come aria di combustione. Il fondo della camera di combustione è raffreddato ad acqua. Le caldaie furono fatte funzionare per un periodo di 24 ore a un carico dal 130% al 257% del normale. Il rendimento della caldaia col surriscaldatore risultò compreso fra i limiti di 86% e 80%; con una media di 84%. L'eccesso d'aria era minimo (dal 5 al 30%) pur ottenendosi combustione perfetta sebbene il carbone fosse polverizzato abbastanza grossolanamente. Il consumo di potenza per la polverizzazione fu di 20,8 kWh per tonnellata, pari all'1,67% del carbone bruciato.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

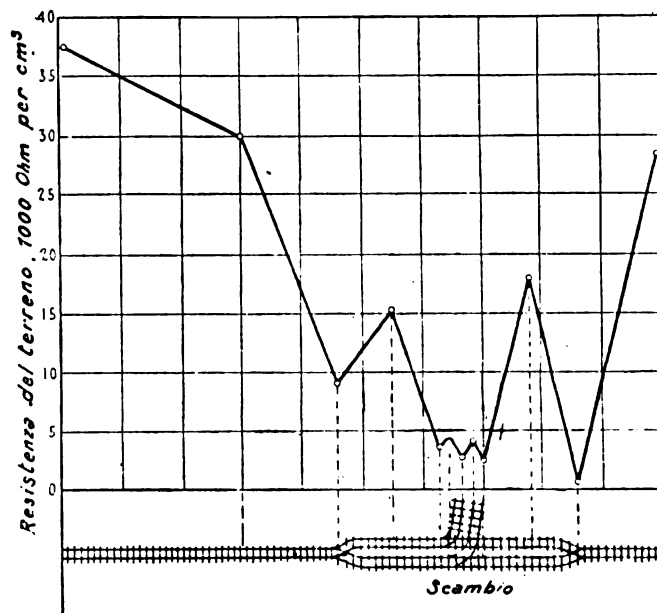
L'incremento delle correnti vaganti dovuto alla penetrazione nel terreno di soluzioni saline (Electric Railway Journal, Vol. 65, N. 33, 6 Giugno 1925, pag. 881). — E' noto che per prevenire il congelamento che impedisce la regolare manovra degli scambi ferroviari o tramviari viene comunemente usato il sale comune cosperso sulle rotaie ed all'intorno. Ciò si usa anche quando la linea è esercitata a trazione elettrica.

Quando poi la neve od il ghiaccio si liquefano, il sale si scioglie e la soluzione penetra nel terreno circostante.

Se in vicinanza degli scambi vi sono condotti metallici (tubi per condotte d'acqua o di gas) si verificano fenomeni elettrici dovuti alle correnti vaganti e che danneggiano per corrosione i tubi stessi.

La soluzione salina rende più conduttivo il terreno e favorisce in modo notevole l'elettrolisi.

Al riguardo vennero fatte esperienze e si trovarono delle differenze di potenziale fra i tubi e le rotaie perfino di 9 V. Risultò poi che mentre i tubi stessi non subirono danneggiamenti nei tratti paralleli e vicini alle rotaie di linea, tali danneggiamenti si verificarono appunto in prossimità degli scambi ove si usò il sale per la prevenzione del gelo: ciò perchè la minor resistenza del terreno facilitò la formazione di notevoli corrosioni.



Resistenza del terreno in virulenza in uno scambio cosperso di sa'e.

La minor resistenza del terreno nelle condizioni anzidette venne studiato col misuratore delle correnti a terra Mac-Collum che confermò pienamente il fenomeno. Vedasi grafico. In seguito a ciò e quando possa derivarne danno per le vicinanze di condotte metalliche, l'uso del sale per la prevenzione del congelamento venne abolito e sostituito da altri sistemi. (g. Ve.)

Per il cambio di indirizzo, inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

DECRETI, LEGGI E REGOLAMENTI

Norme per gli attraversamenti delle ferrovie e tramvie extraurbane ed urbane con condutture elettriche.

PARTE I.

ATTRAVERSAMENTI DELLE FERROVIE E TRAMVIE EXTRAURBANE IN SEDE PROPRIA.

Art. 1.

Distinzione degli attraversamenti.

Gli attraversamenti delle ferrovie e tramvie extraurbane con condutture elettriche si distinguono in:

A) superiori, cioè passanti liberamente nell'aria al disopra dei binari;

B) inferiori, cioè passanti nelle luci dei viadotti, ponti e sottopassaggi delle ferrovie e tramvie;

C) sotterranei, cioè passanti entro terra fra i piedritti dei manufatti od in canali o tubi costruiti o disposti appositamente sotto e attraverso la ferrovia e tramvia.

A.) — *Attraversamenti superiori.*

Art. 2.

Conduttori, isolatori.

Ciascun conduttore nella tesata sovrappassante la ferrovia o tramvia dovrà constare di una fune o di un filo di rame, di bronzo o di acciaio di sezione retta non inferiore a millimetri quadrati trentacinque per tesate non oltrepassanti la lunghezza di metri settanta.

Per tesate maggiori la sezione retta minima per ogni conduttore sarà aumentata proporzionalmente alla lunghezza della tesata.

In via eccezionale e previo il consenso dell'Amministrazione competente, che fisserà le condizioni di resistenza e le sezioni minime ammissibili, i conduttori potranno essere costituiti anche di altri metalli.

La sezione dei conduttori di attraversamento dovrà ad ogni modo essere tale che la sollecitazione interna del metallo non oltrepassi un quinto del carico di rottura nella ipotesi seguente: temperatura venti centigradi sotto zero, un manicotto di ghiaccio dello spessore di dodici millimetri e vento orizzontale con pressione di chilogrammi diciotto per metro quadrato di sezione meridiana del suddetto manicotto.

Per località di pianura dell'Italia centrale meridionale ed insulare ed anche per altre località di clima notoriamente mite potrà, a giudizio insindacabile dell'Amministrazione competente, essere concesso che la verifica di sollecitazione di cui al precedente comma, sia fatta nell'ipotesi di temperatura di cinque centigradi sotto zero e di vento orizzontale con la pressione prescritta al successivo art. 7 e cioè di chilogrammi settantadue per metro quadrato di sezione meridiana del conduttore.

Per le suddette verifiche della sollecitazione massima ammissibile, in mancanza di apposite prove preliminari sui metalli, di cui sarebbero costituiti i conduttori da porsi in opera, si riterrà che il carico di rottura del rame sia di chilogrammi trenta per millimetro quadrato, quello del bronzo di chilogrammi quaranta e quello dell'acciaio di chilogrammi sessanta.

Per località in cui possa presumersi l'esistenza di esalazioni corrodenti e segnatamente in prossimità del mare potranno prescriversi per i conduttori d'attraversamento sezioni minime superiori a quelle prescritte nel primo comma del presente articolo.

L'isolamento della conduttura dev'essere tale che ciascun elemento, se si tratta di isolatori a perno, oppure ciascuna catena, se si tratta di isolatori a sospensione, presenti alle prove una tensione critica eguale a quella di esercizio moltiplicata per i coefficienti di sicurezza indicati nella tabella seguente:

Tensione di esercizio	Coefficiente di sicurezza per prova	
	a secco	sotto pioggia
Fino a 1 500 volt	12,00	8,00
» 3 000 »	9,16	6,16
» 6 000 »	7,03	4,75
» 10 000 »	5,95	3,90
» 15 000 »	4,86	3,33
» 20 000 »	4,50	3,00
» 30 000 »	3,93	2,63
» 45 000 »	3,33	2,22
» 60 000 » ed oltre	3,00	2,00

Ogni conduttore dovrà essere sostenuto ai pilastri di attraversamento con due isolatori (disposizioni a losanga) nel caso di isolatori rigidi a perno.

La losanga si otterrà con l'aggiunta di un conduttore ausiliario fissato anch'esso al rispettivo isolatore e raccordato al conduttore principale con adeguati morsetti posti da una parte e dall'altra dei pilastri ad una distanza da questi non inferiore a metri uno e cinquanta.

Qualora il conduttore sia sostenuto mediante catene di isolatori sospesi si distinguerà il caso in cui la campata di attraversamento e le due adiacenti siano su di un unico rettilineo o facciano fra loro un angolo maggiore di 120°, da quello in cui la campata di attraversamento faccia un angolo minore di 120° con una qualsiasi delle campate adiacenti, in modo che l'angolo venga a cadere su uno dei pilastri delimitanti l'attraversamento.

Nel primo caso il conduttore dovrà essere sostenuto con due catene di isolatori per ciascun attacco ad ogni pilastro; nel secondo dovrà essere invece ormeggiato ai pilastri mediante almeno doppia catena di isolatori per ciascun lato dell'ormeggio.

In ambedue i casi il morsetto che sostiene il filo dovrà essere di costruzione tale da impedire lo scorrimento del filo nel caso che questo si rompa in una qualsiasi delle campate interessanti l'attraversamento.

Ciascun isolatore a sospensione dovrà avere un carico di rottura non inferiore a 4000 kg, applicati secondo l'asse del perno, ed in ogni modo non dovrà lavorare ad un carico superiore ad un sesto del carico di rottura aumentando, ove occorra, il numero delle catene di isolatori per ciascun attacco.

I conduttori impiegati nella campata di attraversamento e nelle due campate adiacenti non dovranno avere giunzioni in tutta la loro lunghezza.

Art. 3.

Costituzione dei pilastri, loro distanze e disposizione.

I due pilastri di sostegno della campata di attraversamento debbono, di norma, essere di ferro. Quando son costituiti da montanti collegati da tralicci, tutti i ferri debbono essere rigidi (sagomati).

Potrà, in via eccezionale e previo consenso insindacabile dell'Amministrazione competente, essere ammessa l'adozione di pali in cemento armato semplici o multipli.

I pilastri debbono, di regola, essere impiantati fuori della proprietà ferroviaria o tramviaria. Inoltre ciascuno dei due pilastri deve trovarsi ad una distanza orizzontale netta dalla più vicina rotaia non inferiore alla sua altezza fuori terra aumentata di due metri, se la ferrovia o tramvia è in pieno o in rilevato, ferma restando sempre la disposizione dell'art. 235 della Legge sui lavori pubblici, n. 2248, in data 20 marzo 1865, per la quale la distanza minima orizzontale netta fra il piede della scarpata dei rilevati ed il pilastro non dovrà essere inferiore a metri due. Se la ferrovia o tramvia è in trincea la minima distanza netta orizzontale fra ciascun pilastro ed il ciglio attiguo della trincea non sarà mai inferiore all'altezza fuori terra del pilastro stesso.

La conduttura elettrica negli eventuali suoi percorsi paralleli alla ferrovia dovrà essere impiantata a distanza orizzontale netta non inferiore a metri venti della più vicina rotaia.

Alle suddette prescrizioni, relative alle distanze minime dei pilastri dalla più vicina rotaia o dal ciglio della trincea, potrà, previo consenso insindacabile dell'Amministrazione competente, derogarsi entro i limiti stabiliti dall'art. 235 della surricordata legge sui lavori pubblici, qualora speciali circostanze di fatto rendessero soverchiamente difficile ed onerosa l'osservanza delle prescrizioni medesime. Tali deroghe saranno però subordinate alle seguenti condizioni:

- i pilastri dovranno essere sempre di ferro;
- i limiti massimi r delle sollecitazioni unitarie nelle membrane, di cui il successivo articolo 7, saranno ridotti di un sesto;
- il rapporto $M_s : M_r$ fra il momento di stabilità ed il momento di rovesciamento per il calcolo dei blocchi di fondazione dei pilastri, di cui al successivo art. 11, sarà aumentato da 1,4 a 1,6.

Art. 4.

Comunicazione dei pilastri con la terra.

Disposizione di protezione.

Ciascuno dei due pilastri, se metallici, deve essere messo in buona comunicazione con la terra mediante un nastro di rame stagnato della sezione di circa 100 mm², saldato alla parte metallica del pilastro alla profondità di circa 10 cm dalla superficie superiore del blocco di fondazione e collegato con opportuno disperditore sepolto a non meno di m 1,50 di profondità, nel punto più basso ed umido del terreno adiacente.

I pilastri debbono essere muniti di una corona di punte, poste a conveniente altezza dal suolo atte ad impedire che si acceda ai conduttori altrimenti che con scale mobili o mezzi analoghi.

Art. 5.

Altezza delle tesate. Distanza fra i conduttori ed i fili telegrafici, telefonici e per segnalazioni sottopassanti.

L'altezza minima del conduttore più basso sopra il piano del binario non dovrà essere minore di m. 8, altezza da computarsi in base alla freccia massima della catenaria secondo cui si dispone il conduttore tenendo conto:

- di uno scarto di 60° centigradi dalla temperatura minima di

20° o di 5° centigradi sotto zero da considerarsi per il calcolo della tensione massima nei conduttori (vedi art. 2);

b) di un vento agente con la pressione indicata nel successivo art. 7 e cioè di kg 72 per metro quadrato di sezione meridiana del conduttore.

Nel caso che il conduttore sia sostenuto da catene di isolatori sospesi si dovrà tener conto anche dell'aumento di freccia nella campata di attraversamento dovuto alla rottura di un filo di una delle campate attigue, considerando tuttavia nella valutazione di tale aumento gli spostamenti delle successive campate.

Tale altezza minima non dovrà essere inferiore a m 12 sul piano del binario di linee esercitate a trazione elettrica o di cui si prevede prossima l'elettrificazione.

Per le linee esercitate o da esercitarsi a trazione elettrica l'Amministrazione competente, a suo insindacabile giudizio, potrà prescrivere che il conduttore più basso sia portato ad una altezza superiore a 12 m fino a 14 m., ed in casi specialissimi anche ad altezze maggiori.

Inoltre la distanza minima fra uno qualunque dei conduttori ed i fili telegrafici, telefonici o per segnalazioni, sottopassanti, non dovrà essere minore della distanza esistente fra il conduttore stesso e la parte metallica del suo sostegno ad esso conduttore più vicina, ed in ogni caso non mai minore di metri due.

Art. 6.

Calcoli di stabilità dei pilastri.

I due pilastri di sostegno della campata di attraversamento dovranno essere calcolati come di completo ancoraggio tenendo conto del loro peso proprio, dell'azione del vento su di essi e delle azioni che loro trasmettono i conduttori supposti solleccitati dal loro peso e dalle azioni esterne indicate nell'art. 2.

Tale calcolo dovrà essere fatto nell'ipotesi che i conduttori siano intatti come nell'ipotesi che tutti i conduttori della campata di attraversamento o tutti quelli di una campata adiacente siano rotti.

Nel calcolo medesimo si assumerà come tensione massima complessiva di tutti i conduttori di una campata, dovuta a tutte le forze agenti sui conduttori, quella di $T = s \times \Omega$, se si tratta della campata di attraversamento, e quella di $T = 10 \times \Omega$, se si tratta delle campate adiacenti, dove s ed Ω sono rispettivamente la solleccitazione unitaria massima ammessa nei conduttori d'attraversamento e la sezione complessiva di questi, ed Ω_1 è la sezione complessiva dei conduttori nelle campate adiacenti, essendo T ed s espressi in chilogrammi, Ω ed Ω_1 espressi in millimetri quadrati.

Art. 7.

Pressione del vento.

Salvo per il calcolo considerato nel quarto comma dell'art. 2, la pressione del vento si assume uguale a 120 kg per ogni m² di superficie piana normalmente colpita.

Si ritiene inoltre che, passando il vento attraverso la prima parete reticolata del pilastro, la pressione per unità superficiale, da esso esercitata su qualunque ostacolo si trovi dietro la parete medesima, sia quella prodotta su tale parete, moltiplicata per un coefficiente di riduzione eguale al rapporto fra la superficie dei vuoti e quella totale limitata dal contorno della stessa parete.

La pressione del vento sui fili, sulle funi ed in genere sui corpi di forma esattamente o approssimativamente cilindrica si ritiene uguale a sei decimi di quella che si verificherebbe sulla loro proiezione sopra un piano normale alla direzione del vento.

Art. 8.

Qualità e condizioni di resistenza del materiale col quale si debbono costruire i pilastri di ferro.

Il ferro colato per la costruzione dei pilastri deve avere i requisiti seguenti:

Le barrette di saggio tolte dai ferri nel senso della laminazione, debbono presentare una resistenza alla rottura per semplice trazione non inferiore a kg 38, nè superiore a kg 46, per ogni mm², dell'area iniziale S della sezione trasversale.

Il relativo coefficiente di qualità (prodotto del carico di rottura, espresso in kg per mm², per l'allungamento percentuale misurato sopra una lunghezza utile $L = 11,3 \sqrt{S}$, non deve risultare inferiore a 920.

Gli stessi limiti per la resistenza alla rottura debbono essere richiesti anche nel caso di barrette di prova ricavate dalle lamiere nel senso normale alla laminazione; ma in tal caso basta che il coefficiente di qualità non riesca inferiore a 780.

Inoltre debbono dare soddisfacenti risultati le consuete prove di punzonatura, di piegamento e di appiattimento a freddo e a caldo e di tempera.

Per il ferro colato da usarsi per chiodi e bulloni, le barrette di saggio debbono offrire una resistenza alla rottura per semplice trazione non inferiore a kg 36 nè superiore a kg 40 per ogni mm² dell'area iniziale S della sezione trasversale. Il relativo coefficiente di qualità (notando che per i ferri tondi si ha: $L = 11,3 \sqrt{S} = 10 d$, ove d indica il diametro) non deve essere inferiore a 1100.

Inoltre debbono dare soddisfacenti risultati le consuete prove di piegamento e di appiattimento a freddo e a caldo e quelle di tempera.

Art. 9.

Limiti di solleccitazione delle membrature dei pilastri di ferro colato. Grossezze minime dei ferri.

Il limite r delle solleccitazioni unitarie interne nelle membrature di ferro colato si assume eguale a 12 kg per mm², considerando le sezioni trasversali nette dell'area corrispondente ai fori per i chiodi. Il limite t delle solleccitazioni unitarie agli scorrimenti trasversali o longitudinali nelle dette membrature si assume eguale a 7-10 di r .

Per la verifica delle condizioni di resistenza delle membrature compresse con pericolo in inflessione laterale (carico di punta) si procede come appresso.

Chiamando l la lunghezza della membratura o di un tratto della medesima (considerato come articolato a cerniera agli estremi), m il minimo raggio di girazione della sezione retta completa della membratura, s la solleccitazione unitaria massima effettiva alla compressione semplice (riferita all'area netta della sezione trasversale) ed r il limite di solleccitazione unitaria corrispondente, tenendo conto del pericolo dell'inflessione laterale si deve avere:

$$s \leq r_c$$

assumendo per r_c i seguenti valori:

$$\text{se } \frac{l}{m} \text{ è inferiore od uguale a } 30$$

$$r_c = r = \text{kg } 12 \text{ per mm}^2$$

$$\text{se } \frac{l}{m} \text{ è superiore a } 30 \text{ ed inferiore a } 105$$

$$r_c = \left(1,207 - 0,0069 \frac{l}{m}\right) r,$$

$$\text{se } \frac{l}{m} \text{ è superiore a } 105$$

$$r_c = \frac{5300}{\left(\frac{l}{m}\right)^2} r$$

Per i pilastri, nella verifica delle condizioni di resistenza al carico di punta dei montanti, si assume per l la massima lunghezza (determinata dal tracciato geometrico) del tratto compreso fra due nodi consecutivi del reticolato di una stessa faccia, nella parte a maglie più grandi del tronco di pilastro che si considera. Quando i nodi dei reticolati di due facce adiacenti siano alternati sopra uno stesso montante, si assumerà (ferma restando per l la lunghezza libera sopra indicata) per raggio di girazione m , anziché il minimo quello relativo all'asse baricentrico della sezione, normale alla faccia che si considera.

Le massime solleccitazioni nelle chiodature, riferite al mm² di sezione trasversale del gambo del chiodo, non debbono eccedere il limite t precedentemente indicato.

Qualunque poi sia il risultato dei calcoli, non si debbono adoperare ferri sagomati o piatti, o lamiere di grossezza inferiore a mm 5.

Il limite delle solleccitazioni unitarie interne per i pali tubolari d'acciaio tipo Mannesmann si assumerà uguale a 16 kg per mm².

Art. 10.

Prescrizioni per i pali in cemento armato.

Come è stato detto per questi pali non potrà, in nessun caso e per qualsiasi ragione, essere ammessa alcuna deroga alle prescrizioni contenute nell'art. 3 circa le distanze dalla più vicina rotaia o dal ciglio della trincea.

Per i calcoli di stabilità di questi pali dovranno essere adottate le solleccitazioni esterne prescritte negli articoli 6 e 7.

Per i pali di cemento armato il procedimento di costruzione, la maestranza specializzata ed i materiali da impiegarsi per la costruzione dovranno essere tali da dare completo affidamento di ottima riuscita.

Dal calcolo statico, da allegarsi alla domanda di concessione, dovrà risultare che per i materiali costituenti (calcestruzzo e ferro od acciaio) non si prevedono solleccitazioni superiori ad un quinto dei rispettivi limiti di resistenza alla rottura.

I pali che dopo il montaggio mostrassero fessure anche minime, tracce di ruggine provenienti dall'interno o accenni di sgretolamento causati dalle solleccitazioni o dal gelo, dovranno, a giudizio insindacabile dell'Amministrazione competente, essere senz'altro sostituiti.

Per i pali in cemento armato centrifugato si assumeranno come limiti delle solleccitazioni interne dei materiali componenti, quello di kg 90 per cm² alla compressione per il conglomerato e quello di kg 15 per i tondini di acciaio, che dovranno avere un carico di rottura almeno di kg 75 per mm².

Art. 11.

Fondazione dei pilastri.

Ciascuno dei due pilastri sopportanti la tesata d'attraversamento deve essere, di regola, fondato e fissato in un masso di calcestruzzo

o di muratura con la base quadrata o rettangolare, salvo il caso di fondazioni in roccia compatta.

La parte fuori terra di ciascun masso deve presentare superfici ben lisce e disposte in modo che l'acqua di pioggia non possa stagnarvi.

Le dimensioni del masso di fondazione di ciascun pilastro debbono essere tali che, rispetto ad ogni spigolo della base del masso stesso, il rapporto fra il momento di stabilità M_s e quello di rovesciamento M_r , prodotto dall'insieme più sfavorevole delle azioni applicate al pilastro secondo le ipotesi contenute negli articoli 6 e 7 non riesca mai inferiore ad 1,4 non tenendo alcun conto della resistenza offerta dal terreno laterale.

L'altezza e la struttura del masso devono essere tali da garantire la sua perfetta solidità, ed il pilastro deve essere legato con la muratura da membrature metalliche le quali assicurino in ogni caso la perfetta solidarietà del pilastro col masso.

Quando ciascuno dei due pilastri constasse di due o più pilastri minori fra loro collegati con traverse e croci di S. Andrea costituite da ferri sagomati così da formare un sistema unico, i singoli pilastri di ciascuna stilata debbono essere fondati in altrettanti massi oppure in un solo, di dimensioni tali che il rapporto $\frac{M_s}{M_r}$ non riesca mai inferiore ad 1,4 rispetto all'asse attorno a cui è più probabile avvenga il rovesciamento del sistema, sempre trascurando completamente la resistenza offerta dal terreno laterale.

La pressione massima esercitata dai massi di fondazione sul terreno sottostante non deve superare il limite ammissibile con tutta sicurezza pel terreno stesso.

Art. 12.

Prescrizioni per attraversamenti con condutture telefoniche e telegrafiche.

Anche gli attraversamenti telefonici e telegrafici aerei in servizio di linee di trasmissione di energia dovranno soddisfare alle precedenti prescrizioni e dovranno cioè considerarsi come veri e propri attraversamenti elettrici, salvo che l'isolamento, definito come al comma 8 dell'art. 2, dovrà essere uguale a quello delle linee per il trasporto di energia o almeno tale da presentare alle prove una tensione critica a secco di 20.000 volt, e sotto pioggia di 13.300.

Peraltro, quando l'attraversamento sia costituito unicamente di conduttori telefonici o telegrafici, i quali non poggino in nessun punto del loro percorso su palificazioni di linee ad alta tensione, nè, correndo su palificazioni completamente separate, siano paralleli e sottostanti a linee ad alta tensione, potranno, a giudizio insindacabile dell'Amministrazione competente, ferme restando tutte le altre prescrizioni, essere ammesse le deroghe seguenti:

All'art. 2, comma primo, potranno per i conduttori essere tollerate sezioni rette inferiori a mm^2 35, purchè non inferiori a mm^2 20.

All'art. 2, comma quarto, per l'ipotesi di carico più sfavorevole specificata, potrà ammettersi che la sollecitazione del materiale di cui sono costituiti i conduttori oltrepassi il quinto del relativo carico di rottura, rimanendo per sempre inferiore ad un terzo del carico stesso.

All'art. 5, comma secondo, l'altezza minima del filo più basso sopra il piano del binario potrà essere ridotta a m 8, qualora non vi faccia ostacolo la presenza di linee di alimentazione e primarie.

All'art. 6 comma secondo, per il calcolo dei sostegni potrà ammettersi che i conduttori da considerarsi rotti, in una delle due campate adiacenti al sostegno in esame, siano tutti, se il loro numero non supera sei; siano sei se il loro numero è compreso fra sei e trenta e siano un quinto del numero totale se questo è maggiore di trenta.

Art. 13.

B. — Attraversamenti inferiori.

Le condutture aeree a fili nudi debbono terminare, ad altezze non minori di m 6 sul terreno, a due pilastri capilinea situati uno da una parte e l'altro dall'altra della ferrovia, ed essere fra loro collegate mediante conduttori isolati disposti sotto la ferrovia, non sopportanti veruna parte della tensione meccanica delle condutture a fili nudi.

Ciascuno dei detti conduttori di collegamento deve avere per tutta la sua lunghezza un isolamento da poter sicuramente e continuamente sostenere una differenza di potenziale doppia di quella di esercizio fino a che questa non superi 20.000 volt efficaci, ed eguale, in caso diverso, a quella di esercizio aumentata di 20.000 volt efficaci.

Ciascun conduttore o l'insieme dei conduttori deve essere completamente circondato da un involucro metallico di sufficiente grossezza, messo in buona comunicazione con la terra e disposto in guisa che dall'esterno non si possa in alcun modo toccare la conduttura.

L'involucro o gli involucri metallici debbono essere solidamente fissati con grappe o ganci di ferro nei manufatti in muratura, ai piedritti ed ai volti, ed in quelli a travata metallica soltanto ai piedritti ed in modo che non riesca mai minore di m 0,50 la distanza fra i detti involucri di protezione ed il piano inferiore della travata. In ogni modo deve esserci un perfetto isolamento fra il sistema elettrico e le travate metalliche.

Si può anche permettere che i conduttori sottopassanti la ferrovia, isolati come sopra, siano sostenuti da isolatori fissati alle murature,

purchè l'insieme dei conduttori, coi relativi isolatori, sia circondato da un involucro metallico di sufficiente grossezza, pure fissato alle murature e messo in buona comunicazione con la terra, e nel caso dei manufatti a travata metallica interceda la detta distanza minima di m 0,50 fra l'involucro stesso ed il piano inferiore alla travata.

L'involucro o gli involucri metallici di protezione debbono essere estesi lungo tutto il tratto intercedente fra i due pilastri capilinea che debbono, sempre che sia possibile, essere impiantati fuori della sede ferroviaria.

Si potrà derogare alle precedenti prescrizioni, ammettendo attraversamenti inferiori con fili nudi e senza involucro metallico di protezione, sotto ponti in muratura o travate metalliche, quando i supporti non insistano su terreno o manufatti di proprietà dell'Amministrazione ferroviaria e la minima distanza del più basso conduttore dal suolo non sia inferiore a metri sei e la minima distanza dei conduttori dal manufatto non sia inferiore a metri due per opere murarie e a metri tre per travate metalliche.

Ciascuno dei pilastri deve essere atto a resistere, oltrechè all'azione del vento, all'intera tensione meccanica massima T (vedasi l'art. 6), che può verificarsi nella prima tesata di linea da esso sostenuta.

Anche per questi pilastri valgono le prescrizioni degli articoli 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

In via eccezionale, ciascuno dei due pilastri capilinea potrà, quando sia impiantato fuori del terreno di proprietà dell'Amministrazione ferroviaria, essere anche costituito da uno o più pali di legno, dei quali converrà in generale disporre uno o più a guisa di puntelli dalla parte della prima tesata di linea sostenuta dal pilastro stesso.

Per attraversamenti inferiori a fili nudi costituenti linee di contatto per trazione elettrica saranno fissate di volta in volta speciali prescrizioni.

Art. 14.

C. — Attraversamenti sotterranei.

Valgono le stesse norme indicate nell'art. 13 per quanto si riferisce all'isolamento delle condutture ed ai pilastri capilinea.

Quando i cavi passino entro canali o tubi, detti canali o tubi debbono essere situati a profondità non minore di m 1,50, misurata fra il piano del ferro ed il piano tangente alla superficie superiore dei medesimi; debbono essere solidi come richiede la sicurezza dell'esercizio della ferrovia o tramvia ed essere prolungati fino al di fuori della sede ferroviaria o tramviaria ed ai pilastri capilinea, quando questi si trovino nelle adiacenze della sede stessa.

Ove si presentino speciali circostanze, quale dubbia consistenza del terreno od altro, l'Amministrazione competente potrà, a suo insindacabile giudizio, prescrivere che la suddetta profondità di posa dei canali o tubi sia aumentata a m 2 ed oltre.

I canali ed i tubi, se praticabili, debbono avere gli accessi difesi da chiusure munite di serrature a chiave.

Quando invece i cavi siano interrati in una strada od in un fosso sottopassanti la ferrovia o tramvia debbono essere collocati a non meno di m 1 sotto la strada o il letto del fosso ed opportunamente protetti contro eventuali azioni meccaniche.

Art. 15.

Attraversamenti con linee per trasporto di energia a tensione fino a 500 volt per corrente continua e fino a 350 volt efficaci per correnti alternate.

Gli attraversamenti di ferrovie o tramvie extra-urbane in sede propria, con condutture per trasporto di energia elettrica a tensione fino a 500 volt per corrente continua e fino a 350 volt efficaci per corrente alternata monofase o polifase (misurata per quest'ultima fra due fili di fase), sono soggetti alle prescrizioni contenute nei precedenti articoli, salvo le seguenti deroghe:

a) All'art. 2, comma primo, per i conduttori potranno essere tollerate sezioni rette inferiori a mm^2 35, purchè non inferiori a mm^2 12 per tesate fino a 40 metri;

b) All'art. 5, comma secondo, l'altezza minima del filo più basso potrà essere ridotta a m 2 sopra il conduttore più alto del sistema ferroviario o tramviario quando si tratti di linee elettrificate o di prossima elettrificazione;

c) All'art. 3, comma primo, per condutture su palificazioni di legno, e per tesate di attraversamento non superiori a metri quaranta, potrà ammettersi che i pilastri siano costituiti da pali di legno, sui quali dovrà essere impressa a fuoco la data della posa in opera. I detti pali dovranno essere cambiati ogni volta che, a giudizio insindacabile dell'Amministrazione competente, non siano in stato di conservazione tale da garantire la completa stabilità.

d) All'art. 13 potrà a giudizio insindacabile dell'Amministrazione competente e previo consenso preventivo di quest'ultima, essere ammesso che gli attraversamenti inferiori attraverso manufatti siano costituiti da conduttori nudi su isolatori fissati alle murature con le prescrizioni che saranno di volta in volta fissate e quando i conduttori si trovino ad una altezza dal suolo non inferiore a metri sei, e ad una distanza dalle travate metalliche non inferiore a metri tre.

PARTE II.

ATTRaversAMENTI DELLE FERROVIE E TRAMVIE EXTRA-URBANE SU STRADE ORDINARIE E DELLE TRAMVIE URBANE, ANCHE NELL'INTERNO DI ABITATI.

Art. 16.

Disposizioni generali.

Agli attraversamenti anche nell'interno di abitati delle ferrovie e delle tramvie extra-urbane su strade ordinarie, anche se con sede distinta da quella del carreggio, e delle tramvie urbane, sono applicabili tutte le disposizioni contenute nella Parte I delle presenti norme, salvo le prescrizioni contenute nei seguenti articoli o quelle che nei limiti delle rispettive competenze potessero dare il Ministero delle comunicazioni riguardo alle linee telegrafiche o telefoniche e le autorità comunali riguardo all'estetica ed all'edilizia nei centri abitati.

Art. 17.

Attraversamenti superiori.

Il conduttore più basso dell'attraversamento dovrà essere in ogni caso ad un'altezza di almeno 8 metri sul piano del binario, e ad una distanza non minore di due metri dal conduttore più alto del sistema ferroviario o tramviario, quando si tratta di linee elettrificate o di prossima elettrificazione.

I pilastri di sostegno della campata di attraversamento potranno essere impiantati ad una distanza orizzontale netta non inferiore a metri sei dalla più vicina rotaia e ad ogni modo ad una distanza orizzontale netta non minore di metri due dal prossimo ciglio della trincea o dal piede del rilevato.

Nell'interno degli abitati la detta distanza minima potrà essere ridotta a metri due e mezzo dalla più vicina rotaia, inoltre i conduttori dell'attraversamento potranno essere ammassati anche ad isolatori opportuni, da fissarsi ai muri di facciata delle case direttamente o con l'interposizione di paline o mensole, alle quali sono applicabili le norme di calcolo per i sostegni stabilite nella Parte I.

Art. 18.

Attraversamenti sotterranei.

Per gli attraversamenti anche nell'interno di abitati di ferrovia e tramvie extra-urbane su strada ordinaria, anche se con sede distinta da quella del carreggio, e delle tramvie urbane, la profondità minima a cui debbono trovarsi i tubi o canali entro i quali passano i conduttori potrà ridursi a 1 m, misurata fra il piano del ferro ed il piano tangente alla superficie superiore dei suddetti manufatti. Se i conduttori sono interrati, essi dovranno essere sempre costituiti da cavi armati.

PARTE III.

Domanda di attraversamento.

Art. 19.

Chi vuole traversare con condutture elettriche le ferrovie o tramvie extra-urbane ed urbane deve presentare la relativa domanda in carta bollata, corredandola:

a) di una copia autentica del decreto del Ministero dei Lavori Pubblici, autorizzante l'impianto delle dette condutture, o quanto meno una copia autentica dell'autorizzazione all'inizio dei lavori, rilasciata dall'autorità competente;

b) di quattro copie della relazione descrittiva dell'impianto e dei disegni degli attraversamenti di cui si chiede l'autorizzazione.

Tali documenti debbono contenere le indicazioni prescritte nei commi a) e b) dell'art. 7 del regolamento 25 ottobre 1895, per la esecuzione della legge 7 giugno 1894.

Art. 20.

L'autorità competente a concedere, in base all'art. 5 del regolamento approvato col R. D. 25 ottobre 1895, n. 642, il permesso di attraversamento con condutture di impianti elettrici di ferrovie concesse all'industria privata e di tramvie extra-urbane è il Circolo Ferroviario d'Ispezione nella cui circoscrizione sia compresa la linea ferroviaria o tramviaria attraversata.

Nei casi di opposizione e di ricorso la decisione spetta al Ministero dei Lavori Pubblici (Ispettorato Generale Ferrovie, Tramvie e Automobili) sentito, ove occorra, il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Al Ministero dei Lavori Pubblici (Ispettorato Generale Ferrovie, Tramvie e Automobili) sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, spetta inoltre l'autorizzazione delle deroghe alle norme generali di cui all'art. 2, terzo comma; all'art. 3, secondo e quinto comma; ed all'art. 15 lettera d).

Il Ministro: GIURIATI.

:: :: NOTE LEGALI :: ::

Controversie sul sopraprezzo dell'energia.

A pag. 259 del vol. XII di questa rivista (anno 1925) riportammo la sentenza 30 maggio-20 giugno 1924 della Corte di Cassazione in causa S. A. Montecatini-Azienda Elettrica Municipale di Modena.

In seguito a tale sentenza la causa è stata rinviata per la definitiva decisione alla Corte d'Appello di Milano che ha deciso con sua sentenza in data 31 marzo 1926, nel modo seguente:

«E' competente l'Autorità giudiziaria a conoscere se una deliberazione dell'Autorità comunale abbia o meno efficacia sul vincolo obbligatorio bilaterale in corso tra il Comune ed il cittadino. L'Autorità comunale non ha facoltà di modificare le condizioni di contratto esistenti per la fornitura di energia elettrica fra un privato e le Aziende elettriche municipalizzate fuori dei casi in cui sia stata espressamente autorizzata dalla legge».

Sulla applicazione dei decreti 31 ottobre 1919 e 12 marzo 1921 nessuno discuteva più poichè ciò era già stato giudicato dalle precedenti sentenze, che avevano deciso sulla inapplicabilità dei predetti decreti al caso concreto essendo la Montecatini utente dell'Azienda municipalizzata senza speciale contratto.

In via pregiudiziale la Azienda Elettrica sosteneva che trattandosi di atto amministrativo, l'Autorità giudiziaria non era competente a giudicare; ma tale eccezione non aveva base per il fatto che non si discuteva il provvedimento ma solo si contestava l'efficacia di esso di fronte al carattere contrattuale del vincolo obbligatorio esistente tra le parti. In questo caso perciò non poteva dubitarsi della competenza della giurisdizione ordinaria.

Sulla questione di merito è stato osservato che tra le parti vi era stata rinnovazione tacita di un contratto già scaduto e che perciò l'Azienda Elettrica aveva il diritto e la libertà di modificare le condizioni di fornitura quando lo credesse opportuno non essendo vincolata da termini contrattuali. E' evidente però che tali modificazioni non potevano essere obbligatorie se non col consenso dell'utente, per cui la pretesa dell'Azienda Elettrica di imporre aumenti, con valore retroattivo, era illegittima.

Per l'avvenire era soggetta invece al consenso o meno dell'utente stesso, che era liberissimo di accettare l'aumento o rifiutare la fornitura ma non poteva essere costretto a subirla senza accordo tacito od esplicito dato che si trattava di contratto in corso temporaneo e quindi non vincolativo sia per l'uno che per l'altro dei contraenti.

Poichè la delibera del Commissario Regio di Modena era stata promulgata il 22 aprile 1921 con effetto dal 1° aprile stesso anno, ma comunicata alla Montecatini il 16 agosto 1921, le Aziende Elettriche di Modena sono state condannate a restituire gli aumenti illecitamente percepiti tra il 1° aprile ed il 16 agosto 1921.

Per gli aumenti invece tra il 16 agosto ed il 7 febbraio 1922 (data nella quale secondo la Montecatini avrebbe dovuto scadere il contratto che essa sosteneva rinnovato tacitamente per un anno, mentre la Corte ha deciso che dopo il febbraio del 1921 vi è stato un contratto tacito e senza termine di scadenza) avendo la Montecatini continuato ad usufruire della controprestazione, pur sapendo che essa costava di più, la Corte ha ritenuto giusto che per tale periodo dovesse essere corrisposto il deliberato aumento.

E con tale sentenza la Corte di Milano ha definito questa lunga questione in modo giusto e conforme alle regole del diritto.

Infatti quando in un contratto vi è la clausola della tacita rinnovazione, in mancanza di tempestiva disdetta, tale clausola è pienamente efficace, ma invece nel caso in questione il contratto annuale concluso tra l'Unione Concimi (a cui successe la Montecatini) e le Aziende Elettriche Municipalizzate di Modena scadeva il 7 febbraio 1921 e in esso non vi era la clausola della rinnovazione tacita annuale senza preavviso che, anzi, essa era stata proposta ma non accettata dall'Azienda Elettrica.

Ne veniva di conseguenza che in ogni momento l'Azienda Elettrica poteva aumentare i prezzi e la Montecatini rifiutare l'energia non essendovi tra le parti alcun contratto, ma solo una tacita intesa di prestazione e controprestazione; ciò però benintesa senza valore retroattivo sia per l'una che per l'altra parte.

Avv. LEONE PESCI.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Prof. H. VIEWEGER. — *Elettrotecnica Generale ed Applicata*. — Milano - Hoepli, 1926, pag. 449 - L. 38.

L'opera del Vieweger è ben nota nelle sue molteplici edizioni tedesche e francesi e perciò la odierna traduzione del Sararù incontrerà certamente larga accoglienza in Italia.

Il libro può tornare veramente utile specialmente agli allievi delle scuole di ingegneria e di elettrotecnica che vogliano rendersi padroni del meccanismo delle calcolazioni pratiche e del modo di applicazione delle formule che loro vengono presentate nei corsi teorici.

Gli esempi sono in generale scelti da installazioni o da macchine esistenti e rispecchiano perciò bene ciò che può essere l'impiego pratico delle formule.

Per quanto il libro sia essenzialmente costituito da una larga raccolta di esercizi, ad ogni capitolo è preposto un riassunto compendioso e chiaro dei principi teorici che trovano applicazione negli esercizi che seguono. Una buona raccolta di tabelle numeriche e alcuni grafici permettono di avere a disposizione gli elementi necessari alle calcolazioni.

Nel complesso l'opera del Vieweger non può certamente, nè lo pretende, sostituire i corsi teorici di insegnamento, ma può essere di essi complemento raccomandabile ed efficace.

*

PIER GIACOMO LANINO. — *Elettrotecnica pratica*. — Milano, Hoepli, 1926, pag. 581 - L. 28.

Si tratta di un manuale destinato essenzialmente a rendere familiare l'impiego pratico delle formule principali della elettrotecnica. Esso è perciò costituito quasi esclusivamente da una ricca raccolta di esercizi, ordinatamente disposti e dei quali viene data tutta la soluzione coi relativi calcoli numerici.

Sotto questo aspetto il volume può essere utile, specialmente ai capitecnici e agli operai elettricisti. L'A. si è tenuto sempre alla portata di chi abbia una cultura appena mediocre, senza ricorrere mai alle matematiche superiori.

Il volume costituisce così una sorta di iniziazione alle calcolazioni elettrotecniche, da quelle più semplici, delle resistenze o delle capacità, a quelle più complesse del macchinario o delle linee di trasmissione.

Meno felici sono le introduzioni teoriche ai vari capitoli di esercizi. Le definizioni, specialmente, sono spesso imperfette o non chiare; atte, talvolta, ad ingenerare concetti errati nel lettore. Così dicendo che «i corpi magnetici producono i campi magnetici, ossia esercitano una azione sul ferro il quale si orienta, ecc.» si corre il rischio di far credere al lettore meno colto che i campi magnetici esistano soltanto nel ferro. Anche il dire, ad esempio, senza ulteriori chiarimenti, che «per un dato conduttore la capacità è costante» può ingenerare evidentemente l'idea che la capacità sia indipendente dai corpi vicini al conduttore.

Potremmo continuare in questa esemplificazione. Come pure vogliamo osservare che meglio avrebbe fatto l'A. nelle sue notazioni ad attenersi ai simboli adottati dalla Commissione Elettrotecnica Internazionale e ormai generalmente usati.

*

Le irrigazioni in Italia. — Notizie preliminari sulla estensione delle irrigazioni, sulle modalità di esse e sui prezzi praticati nelle diverse regioni italiane. — Pubblicazione n. 8 del Servizio Idrografico - Vol. I - Roma, Provveditorato Generale dello Stato; Libreria 1926.

Il volume fornisce una sintetica visione della situazione delle irrigazioni in Italia: e viene annunziato come il primo di una serie di studi su questo problema così importante.

Il volume è costituito principalmente dai risultati di una inchiesta eseguita dagli Uffici del Servizio in tutte le regioni italiane, secondo direttive uniformi, precisate dalla Presidenza della Terza Sezione del Consiglio Superiore, che ha l'alta direzione del Servizio. L'inchiesta ha preso in considerazione i seguenti elementi:

- a) quantitativo d'acqua attualmente fornito per ettaro nelle singole regioni e per le varie colture;
- b) modalità secondo le quali viene praticata l'irrigazione (durata, turni, ecc.);
- c) unità di misura adottate e prezzi di vendita dell'acqua;
- d) presumibile fabbisogno d'acqua per le diverse colture;
- e) notizie sommarie sull'estensione delle zone irrigate nelle varie regioni.

Le dette relazioni sono redatte dagli Uffici del Servizio e fra esse sono degne di nota in particolar modo quelle del Prof. Giandotti per la Valle del Po, e dell'Ing. Pallucchini per la regione Veneta. Precedono considerazioni introduttive d'indole generale: il Prof. F. Eredia presenta un quadro delle condizioni termiche delle regioni italiane durante il periodo irrigatorio (aprile-settembre), l'Ing. G. Di Ricco si

occupa delle condizioni pluviometriche e il Prof. G. De Marchi procede ad un esame dei principali risultati emergenti dalle relazioni delle Sezioni in rapporto alle condizioni idrologiche dei vari compartimenti.

La pubblicazione del Servizio Idrografico è d'importanza veramente notevole e la sua consultazione dà modo di trarre conclusioni interessanti sulla pratica attuale dell'irrigazione nel nostro Paese.

L'esame delle condizioni pluviometriche mostra, fra l'altro, cosa forse contraria alle comuni credenze, che le differenze fra l'entità delle precipitazioni durante il periodo irrigatorio e nelle varie regioni sono limitate in confronto del quantitativo di acqua necessario all'irrigazione.

Il volume è corredato da diverse figure e da tre carte delle piogge, per vari periodi della stagione estiva.

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

Prof. GIUSEPPE BRUNI. — *L'impianto di raggi X del laboratorio di chimica generale del R. Politecnico di Milano*. — Estratto dai Rendiconti, vol. LVIII, fasc. XVI-XX, 1925, del Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. — Editore, U. Hoepli, Milano, 1925.

Annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution. — Volume legato in tela, formato 14×23 cm., di pag. 578. — Washington, 1925 - Government Printing Office.

R. CAMERER. — *Vorlesungen über Wasserkraftmaschinen*. — Un volume legato in tela, formato 18×26 cm., di pag. 515 con 42 tavole e 646 figure inserite nel testo. — Mittelstrasse - Leipzig - Wilhelm Engelmann, 1924. — Prezzo M. 25 e M. 28 se rilegato in tela.

Ing. L. BONCINELLI. — *Combustione e combustibili*. — Vol. I - Manuale Hoepli, 1926, pag. 950 con 396 illustrazioni. — Prezzo L. 52.

G. COLOMBO. — *Manuale dell'Ingegnere civile e industriale*. — Manuale Hoepli, 1926; pag. 648 con 326 figure, 6 tavole e 150 tabelle. — Prezzo L. 25.

FEDERAZIONE NAZIONALE DELLE IRRIGAZIONI. — *L'irrigazione in Italia dal punto di vista tecnico, economico, legislativo - Una organizzazione nazionale per il suo incremento*. — Atti del I° Congresso Nazionale per la irrigazione, 1925. — Anon. Libreria Italiana. - L. 15.

Prof. Ing. ALFREDO GILARDI. — *Note al corso di disegno di macchine tenuto nel R. Istituto Tecnico Superiore di Milano*. — Un volume formato 18×25 cm., di pag. 224 con 160 figure, 38 tabelle e un'appendice pure con figure e tabelle. - Libreria Editrice Politecnica, Milano, 1926. — Prezzo L. 35.

LUCIANO BONACOSSA. — *Gli accumulatori elettrici*. — Tipi, impianti, calcoli, applicazioni. — Seconda edizione - Un volumetto 12×16,5 cm., di pag. 163 con 115 figure. — Ed. G. Lavagnolo. - Torino, via Gioberti, 14, 1926. - Prezzo L. 7.

LUIGI LAVAGNOLO. — *Gli aeromotori*: Come si utilizza la forza del vento. - Terza edizione. - Un volumetto, 12×16,5 cm., di pagine 150 con 88 figure. — Ed. G. Lavagnolo - Torino, 1926 - Prezzo L. 7.

UGO GUERRA. — *Raccolta di tavole costruttive originali di apparecchi radiofonici*. - Seconda edizione riveduta ed ampliata divisa in tre serie: I^a serie: Apparecchi ricevitori a limitato numero di valvole; II^a serie: Ricevitori semplici a più valvole; III^a serie: Ricevitori speciali ed a grande portata. - Tre volumetti, formato 12,5×19. Casa Editrice Elpis, Napoli, 1926. - Prezzo di ognuno L. 15.

MÖHLAU-BUCHERER. — *Farbenchemisches Praktikum*. — Un volume legato in tela, formato 15,5×22,5 cm., di pag. 389. — Ed. Walter de Gruyter e Co. - Berlino e Lipsia.

Dott. A. SCHWAIGER. — *Elektrische Festigkeitslehre*. — Un volume legato in tela, formato 16,5×23,5 cm., di pag. 473, con 448 figure intercalate nel testo, 9 tavole e 10 tabelle. — Ed. Julius Springer, Linkstr. 23-24 - Berlin, W. 9.

K. FISCHER - K. HOHAGE - G. W. MEYER. — *Lehrbuch der Elektrotechnik*. — Due volumi legati in tela, formato 20×27 cm., di complessive pag. 1579 con 720 figure. — Ed. Wilhelm Engelmann - Leipzig, Mittelstrasse, 2. — Prezzo per ogni volume: M. 19,50.

Bibliography on core losses in electrical Machinery and related subjects 1885-1924, compilata dalla «Division of Engineering and Industrial Research National Research Council». New York, 29, West, 39 th Street. - Prezzo Ls. 1.

Ente Autonomo per l'Acquedotto Pugliese. — Prima relazione sull'attività dell'Ufficio speciale di irrigazione, maggio 1924-giugno 1925, pubblicata col concorso del Ministero della Economia Nazionale, Bari, 1926 - G. Laterza e Figli.

Ing. E. DENINA. — *La nuova teoria di Féry per l'accumulatore a piombo*. — Esposizione e critica. Estratto dal giornale «L'Elettrotecnista», anno XXXV, n. 4, 1926.

Personalia

Il socio Ing. Prof. Carmelo La Greca della Sezione di Napoli, già Ing. Materiale e Trazione della Società Tramways Provinciali, è stato assunto al posto di Direttore della Società Ferrovie del Vomero.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Onoranze a Guglielmo Marconi.

I festeggiamenti con cui Bologna ha voluto celebrare il trigesimo annuale della invenzione della radiotelegrafia sono stati una nobile esaltazione dei meriti di Guglielmo Marconi, e noi siamo lieti di constatare che in tale occasione, per merito della Presidenza Generale e dell'attiva Sezione di Bologna, l'A. E. I. ha avuto nelle onoranze il posto di primissima linea, che giustamente le compete.

Nel rendere conto della memorabile giornata e nel riprodurre i vari discorsi e sopra tutti quello del Sen. MARCONI, noi siamo ricondotti a seguire col pensiero il rapido, meraviglioso sviluppo delle radiocomunicazioni in questo trentennio, e a domandarci come un progresso tanto grandioso abbia potuto svolgersi in così breve lasso di tempo. Nessun ramo dell'Elettrotecnica si è così rigogliosamente sviluppato e ha dato frutti tanto vari e preziosi. Quando la geniale intuizione di Guglielmo Marconi dischiuse la via alle superbe realizzazioni tecniche, che erano latenti nelle esperienze del HERTZ e del RIGHI (a cui nobilmente il grande inventore ha voluto, nella sua Bologna, rendere il dovuto omaggio), tutta una schiera sempre più folta di ingegneri, di fisici, di matematici, di inventori si gettò a coltivare i nuovi campi di ricerca e preparò la magnifica fioritura. Ed è con orgoglio di Italiani, che noi constatiamo, come il nostro Marconi non si sia accontentato di schiudere agli altri quei campi pieni di promesse, ma abbia poi sempre continuato, con inalterata passione, a restare fra i primissimi nel coltivarli, così che il suo nome si ritrova inciso su ogni pietra miliare del cammino percorso dalla radiotecnica, legato sempre a nuove affermazioni di inesaurita capacità inventiva.

L'escursione dell'A. E. I. in Francia.

La visita di un forte gruppo di nostri colleghi agli impianti francesi — della quale ci siamo ripetutamente occupati in queste note — già appartiene al passato ed i partecipanti, ritornati alle loro abituali occupazioni, già rivivono, col pensiero, le felici giornate trascorse sul suolo gallico.

Diamo oggi dell'avvenimento una cronaca completa per quanto rapida, con riserva di ritornare in seguito con maggior ampiezza di particolari su alcuni degli impianti più salienti che furono oggetto di visita. Qui ci piace rilevare, ancora una volta, l'inesauribile, simpatica cortesia e cordialità con le quali gli organizzatori e i colleghi della Société Française e gli industriali francesi tutti si sono continuamente prodigati per rendere facili e gradite viaggi e visite ai nostri colleghi.

L'escursione ha assunto anche, per loro merito, un vero carattere ufficiale, culminato nel ricevimento all'Eliseo di una delegazione dei gitanti. Fu davvero un peccato, anche e specialmente da tale punto di vista, che imprescindibili impegni personali abbiano impedito alla nostra Presidenza di seguire sempre la comitiva assumendone la rappresentanza, nelle più solenni occasioni; ma le illustri personalità della Société Française che hanno voluto in molte occasioni ricevere i nostri, possono credere che i più dolenti della forzata assenza furono proprio gli assenti. Ed è a nome della Presidenza, dei gitanti e dell'Associazione tutta che ancora una volta rivolgiamo qui ai colleghi francesi le più vive espressioni di ringraziamento ed il più cordiale « arrivederci presto! ».

La teoria quantistica.

I lavori del Planck sulla emissione del corpo nero, quelli di Bohr-Sommerfeld sulla costituzione degli spettri luminosi,

di Einstein sull'effetto fotoelettrico, di Debye sui calori specifici, di Copton sull'emissione dei raggi X e tanti e tanti altri, che sarebbe troppo lungo ricordare, mostrano sempre più l'interesse e l'importanza delle teorie cosiddette *quantistiche*. Esse sorsero nel 1900, quando il Planck, per il primo, ammise che l'energia degli oscillatori elementari emittenti le radiazioni luminose potesse esser solo multipla di una quantità elementare, *quantum*, caratteristica della frequenza del radiatore.

L'ipotesi del Planck non fu dapprima molto benevolmente accolta e su di essa si discusse per parecchi anni senza molto concludere, finché il Bohr, nel 1914, non rovesciò — per così dire — la questione mostrando che, invece di discutere sul perché gli scambi avvengano quantisticamente, giovava approfittare dell'ipotesi del Planck (unitamente ad altre nuove introdotte dal Bohr stesso) per giungere alla spiegazione dei fenomeni spettroscopici. E così col Bohr la quantistica entra in un periodo di importanti applicazioni, che in questi ultimi anni si sono ognor più sviluppate ed estese.

L'articolo del Prof. POLVANI — che oggi pubblichiamo — ha appunto lo scopo di far compiere al lettore una rapida corsa attraverso lo svolgimento storico e concettuale dello studio dei fenomeni dell'irraggiamento termico, così da fornirgli una visione d'insieme della genesi e dell'essenza della teoria quantistica. Ed ecco quindi dapprima le leggi puramente termodinamiche relative al corpo nero, poi l'interpretazione basata sui principi della meccanica e della elettrodinamica classica, il dibattito tra termodinamica e meccanica da una parte ed elettrodinamica classica dall'altra, ed infine la ipotesi del Planck.

Le documentazioni raccolte nelle note, che accompagnano lo scritto del Polvani, ci sembrano indubbiamente preziose per chi voglia risalire alle fonti originali ed avviarsi agli studi quantistici. Ma anche per coloro, che non hanno tempo né modo di approfondire tali questioni, pensiamo che la lettura della monografia possa riuscire gradita ed interessante, data l'alta importanza scientifica ed euristica assunta dalle teorie fondate sull'ipotesi di Planck. E forse taluno dei nostri lettori prenderà volentieri le mosse dallo scritto del POLVANI per tornare con maggiore interesse a quello, già pubblicato, del PERSICO ⁽¹⁾, che ne è in certo modo la continuazione dal punto di vista dello sviluppo storico delle teorie quantistiche.

La funzione economica dell'energia.

Il Prof. REVESSI ha ripreso a Padova ed a Roma le sue considerazioni tecnico-filosofiche, trattando della funzione economica, come prima aveva trattato della funzione storica della produzione e distribuzione dell'energia.

Nell'odierna comunicazione, particolarmente degne di rilievo appaiono le notizie sul grandioso progetto di sistemazione di una grande rete nazionale che è allo studio in Inghilterra e che collima notevolmente con le idee altra volta sostenute fra noi dal Revessi medesimo.

LA REDAZIONE.

(1) *L'Elettrotecnica*, 5 luglio 1923, vol. X, n. 19, pag. 432.

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

□ L'INTRODUZIONE DELL'IPOTESI DEI QUANTA NELLA FISICA (*) □ □ □

G. POLVANI

Se fosse vera la notizia tramandataci circa la fine subita dalla flotta romana che portava guerra alla città di Siracusa, Archimede avrebbe senza dubbio compiuto con i suoi specchi incendiari delle navi nemiche, il più bello e grandioso esperimento mai fatto sopra il calore raggianti⁽¹⁾. Ma anche se non vera, quella notizia fu ad ogni modo incentivo a che milleottocentosessant'anni circa dopo, il Padre Kircher⁽²⁾, in seguito a dubbi sollevati da contemporanei⁽³⁾, realizzasse un « esperimento catottrico nuovo », invero assai più modesto di quello attribuito ad Archimede, concentrando in un sol punto distante cento piedi, i raggi solari riflessi da cinque specchi piani; e la concentrazione ottenuta fu così viva « che appena vi si poteva tener la mano dal gran calore »!⁽⁴⁾. Questo « nuovo esperimento » può considerarsi la prima delle numerose indagini di poi quasi ininterrottamente compiute sui fenomeni di energia raggianti. Noi non possiamo seguire passo passo lo svolgersi di queste ricerche, che hanno dato origine a molte fra le più belle pagine della storia della fisica; pur tuttavia ci è piaciuto ricordare la leggenda che lega il nome del grande Filosofo siracusano allo studio della natura e delle leggi dell'energia raggianti: studio più degli altri affascinante e ricco di sorprese, perchè doveva infine condurre, come vedremo, alla necessaria concezione dei *quanta di energia* e a stabilire così, accanto all'antichissimo concetto democriteo⁽⁵⁾ della discontinuità della materia, quello modernissimo della discontinuità dell'energia raggianti.

§ 1. Per comprendere bene come sia nata la necessità della introduzione dell'ipotesi dei quanta, occorre rifarsi dalle leggi dell'irraggiamento termico.

Chi pose nei suoi giusti e più generali termini la questione dell'irraggiamento calorifico e nel medesimo tempo ne fissò i fondamenti enunciando, nel 1859, la legge che porta il suo nome, fu Gustavo Kirchhoff. Prima di lui v'era stato un lungo lavoro preparatorio, sminuzzato in particolari ricerche non sempre felici e in discussioni non sempre proficue. Ma ad ogni modo le une insieme con le altre avevano portato a stabilire alcuni punti fondamentali, i quali possono essere così raccolti: dipendere l'irraggiamento dalla distanza e dalla inclinazione della superficie emittente⁽⁶⁾; differire il calore raggianti dalla luce solo per la diversa lunghezza d'onda delle radiazioni⁽⁷⁾; presentare anzi i medesimi fenomeni della luce, ossia riflessione, rifrazione, polarizzazione, interferenza, ecc.⁽⁸⁾; estendersi lo spettro luminoso al di là dei due colori estremi rosso e violetto⁽⁹⁾; scambiarsi i corpi, a qualunque temperatura si trovino, energia calorifica per mezzo di radiazioni emesse e ricevute⁽¹⁰⁾. Inoltre, molte esperienze e considerazioni teoriche avevano già richiamato l'attenzione sul fatto che conveniva confrontare alla medesima temperatura le radiazioni emesse e assorbite di uguale frequenza. Anzi, si può dire che già poco prima di Kirchhoff era stata intravista l'esistenza di una relazione semplice tra emissione ed assorbimento⁽¹¹⁾. Tanto che Stewart, il quale affermò a questo proposito « essere il potere radiante della particella identico a quello assorbente e per qualità e per quantità... »⁽¹²⁾, può considerarsi non a torto un vero precursore del Kirchhoff.

Ma il merito di quest'ultimo non viene ad essere diminuito, poichè a lui spetta l'onore di aver saputo, raccolta con profondo lavoro di sintesi mentale l'esperienza dei suoi predecessori in alcune semplici *limitazioni ed ipotesi*, introdurre per quello che riguarda l'energia raggianti i principi del tutto generali della termodinamica, allora da poco precisati da Helmholtz e da Clausius, e dare⁽¹³⁾ in forma precisa e rigorosa, la legge sulla emissione e sull'assorbimento delle radiazioni.

(*) Questo articolo non vuole recare nulla di nuovo alla questione dei quanta: è una esposizione breve ed elementare, per quanto è stato possibile compatibilmente con l'argomento, del come si è giunti alla concezione quantistica. Le numerose note raccolte in fondo allo scritto possono essere, almeno credo, sufficienti a dare le indicazioni di dove trovare, più e meglio, quello che qui, in succinto, si è cercato di esporre.

Egli stesso infatti *limita* le sue considerazioni alle radiazioni di origine puramente termica, cioè a quelle generate esclusivamente per diretta sottrazione di calore dallo stesso corpo emittente; e inoltre *suppone*: 1) che il calore raggianti sia della stessa natura della luce e che quindi le radiazioni emesse obbediscano tutte alle stesse leggi, senza dover distinguere le radiazioni luminose da quelle più propriamente calorifiche (in particolare la velocità di propagazione nel vuoto è la medesima per tutte le radiazioni); 2) che l'irraggiamento di un corpo non possa mutare se non muta la temperatura; 3) che l'energia delle radiazioni assorbite da un corpo si trasformi integralmente in calore; 4) che gli scambi di energia per irraggiamento siano soggetti alle medesime leggi fissate dalla termodinamica per le altre forme di scambi di energia: in particolare che il calore passa spontaneamente dal corpo più caldo al corpo più freddo. Sotto queste ipotesi e limitazioni⁽¹⁴⁾ la legge di Kirchhoff può così enunciarsi: *il quoziente tra potere emissivo e potere assorbente⁽¹⁵⁾ (relativi entrambi ad un medesimo elemento di superficie del corpo considerato, a radiazioni di eguale frequenza, ad una medesima direzione di irraggiamento, ad un medesimo stato di polarizzazione) è per tutti i corpi che si trovano alla medesima temperatura e immersi nel medesimo mezzo, il medesimo e dipende SOLTANTO dalla frequenza considerata e dalla temperatura del corpo*. In simboli matematici:

$$E/A = f(\nu, T)$$

indicando rispettivamente con E e con A il potere emissivo e quello assorbente (relativi ad un medesimo elemento, ecc.); con T e con ν la temperatura assoluta del corpo emittente e la frequenza della radiazione considerata. Se il mezzo nel quale avviene l'irraggiamento muta, rimanendo inalterata la temperatura, il quoziente E/A muta nel rapporto n_2^2/n_1^2 , indicando con n_2, n_1 gli indici di rifrazione del secondo e del primo mezzo relativamente alla radiazione di frequenza considerata. La conoscenza così acquisita del modo di dipendere del quoziente E/A dall'indice di rifrazione permette quindi di limitare lo studio (come noi supporremo di fare d'ora in avanti) all'irraggiamento nel vuoto.

§ 2. Ricordiamo alcune delle più importanti ed immediate conseguenze della legge di Kirchhoff⁽¹⁶⁾.

A) Chiamato in generale NERO un corpo per il quale A sia sempre uguale all'unità, cioè che goda della proprietà di assorbire completamente qualunque radiazione vi incida, è evidente che la funzione $f(\nu, T)$ di Kirchhoff dà senz'altro il potere emissivo di questo corpo nero. Vedremo subito come possa essere realizzato un corpo nero; ma prima di ogni altra cosa osserviamo che a causa dell'universalità della funzione f , i corpi che si trovino alla stessa temperatura e per i quali sia $A = 1$, debbono considerarsi tra loro identici per ciò che riguarda il modo di comportarsi nell'emissione e nell'assorbimento delle radiazioni. Pertanto non vi sarà luogo di considerare DIVERSI corpi neri, ma solo IL corpo nero⁽¹⁷⁾.

B) In un ambiente completamente chiuso, le cui pareti siano opache a tutte le radiazioni e che si trovi, insieme ai corpi che eventualmente contiene, ad una uniforme temperatura, l'irraggiamento che si stabilisce nell'interno non dipende nè dai corpi che vi sono contenuti, nè dalla forma e sostanza delle pareti, purchè, bene inteso, l'irraggiamento sia d'origine puramente termica: esso dipende solo dalla temperatura. Per il fatto poi che non esistono sostanze per le quali sia A rigorosamente nullo e per la universalità della funzione f di Kirchhoff, l'irraggiamento che esiste in siffatto ambiente o cavità chiusa è identico all'irraggiamento emesso alla medesima temperatura dal corpo nero. Infatti l'intensità di un fascio di radiazioni, di qualunque frequenza esse siano, che entrino attraverso un'apertura estremamente piccola in simile cavità, viene ridotta ad ogni riflessione subita sulle pareti, in un rapporto costante minore d'uno e quindi in ultimo annullata. Il che vuol dire che il *potere assorbente della cavità è uguale all'unità* e che quindi le radiazioni che esistono in essa sono quelle emesse dal corpo nero alla stessa temperatura.

Si dimostra inoltre che la *densità dell'energia* delle radiazioni⁽¹⁸⁾ è, per ogni frequenza considerata, la medesima in tutti i punti interni della cavità, e che tra la densità u , dell'energia nella cavità e il potere emissivo del corpo nero, relativo alla stessa frequenza ν e alla stessa temperatura, esiste la relazione $u = \frac{8\pi}{c} f$ indicando con c la velocità di propagazione della luce nel vuoto.

Queste considerazioni forniscono la maniera pratica per ottenere le radiazioni emesse dal corpo nero. Basta realizzare una cavità che possieda una piccola apertura e che sia, del resto, completamente chiusa all'ingiro con pareti mantenute ad una uniforme temperatura e opache a qualunque radiazione: *l'irraggiamento proveniente dalla apertura è quello del corpo nero alla temperatura a cui si trova la cavità*. (In pratica, però, conviene ricoprire le pareti interne della cavità con sostanza di di alto potere assorbente, il nerofumo per esempio ⁽¹⁹⁾).

Le radiazioni emesse da siffatta cavità non sono percepite dal nostro occhio che quando la temperatura è superiore a 525° C. circa. Per un corpo non nero, essendo sempre $A < 1$, il potere emissivo sarà sempre minore di quello del corpo nero corrispondentemente agli stessi valori di ν , T . Ciò mostra che i corpi non possono emettere radiazioni luminose che ad una temperatura superiore alla *soglia luminosa del corpo nero*, cioè, sopra i 525° C. circa e spiega anche perchè alla temperatura ordinaria nessun corpo emetta radiazioni luminose, non emettendole alla stessa temperatura il corpo nero che ha il potere emissivo massimo ⁽²⁰⁾.

c) Abbiamo già detto che a tutto rigore A non può mai annullarsi; ad ogni modo conviene considerare idealmente come caso limite quello di $A = 0$. Palesamente per la legge di Kirchhoff, se $A = 0$ è anche $E = 0$: ciò vuol dire che *un corpo per il quale $A = 0$ non emette radiazioni*. L'annullarsi poi di A corrisponderebbe a corpi o perfettamente trasparenti o perfettamente speculari; nell'uno e nell'altro caso la E deve risultare nulla. Nella pratica ci si può avvicinare al caso limite di $A = 0$ considerando specchi metallici che siano ben riflettenti o corpi che siano, come il quarzo, ben trasparenti; e infatti l'esperienza prova che essi non diventano luminosi anche se portati a temperature molto superiori a quella della soglia luminosa del corpo nero; mentre al contrario il medesimo metallo nelle parti non speculari o un corpo non trasparente si illuminano vivamente.

d) *Le radiazioni emesse dal corpo nero non sono polarizzate*; ma questo non vieta che si possa applicare la legge di Kirchhoff anche ai casi di radiazioni polarizzate. Una prova qualitativa di ciò la troviamo, ad esempio, nel seguente fatto ⁽²¹⁾: la tormalina gode della proprietà di assorbire le radiazioni che sono polarizzate parallelamente al suo asse principale; ebbene corrispondentemente la tormalina riscaldata emette delle radiazioni polarizzate parallelamente al suo asse principale.

f) L'energia che un elemento dS della superficie del corpo nero irraggia nell'unità di tempo entro un angolo solido infinitesimo $d\omega$ è a parità di ν e di T , proporzionale a dS , a $d\omega$ e al coseno dell'angolo che la direzione dell'asse dell'angolo solido infinitesimo fa con la normale a dS . Ritroviamo così la legge detta del coseno e di Lambert ⁽²²⁾: *l'energia che un elemento di superficie del corpo nero irraggia in una data direzione è proporzionale al coseno dell'angolo formato da questa direzione con la normale all'elemento di superficie considerato* ⁽²³⁾.

§ 3. — La legge di Kirchhoff non assegna la forma della funzione f ; afferma soltanto che il potere emissivo del corpo nero dipende esclusivamente da ν , T . Ma allo stesso Kirchhoff non sfuggì l'importanza che avrebbe avuto la conoscenza della funzione f . Egli infatti scriveva: « E' una questione di alta importanza trovare questa funzione. La determinazione sperimentale presenta grandi difficoltà; pur tuttavia c'è speranza di poterla scoprire, poichè essa è indubbiamente di forma semplice come tutte le funzioni le quali non dipendono dalle proprietà dei singoli corpi » ⁽²⁴⁾. Ma in realtà occorsero circa quarant'anni di lavoro continuato prima che la questione posta da Kirchhoff potesse dirsi risolta. La trafila delle indagini sperimentali e teoriche fu ben lunga e penosa e si concluse solo quando Planck, dopo che sperimentalmente la funzione f era già stata determinata in maniera sicura ⁽²⁵⁾, riuscì a darne la rappresentazione analitica deducendola dalla sua ardita ipotesi dei quanta. Pur tuttavia, prima ancora di lui, la conoscenza dei fenomeni d'irraggiamento in generale ed in particolare d'irraggiamento del corpo nero era venuta arricchendosi di importantissimi fatti teorici, i quali qui non possono essere passati sotto silenzio perchè essenziali in alcuni punti al successivo sviluppo della concezione della natura della luce e del meccanismo dell'irraggiamento.

§ 4. La legge di Kirchhoff, abbiamo detto, è del 1859. Nel 1865 Maxwell stabiliva ⁽²⁶⁾ le sue famose equazioni sul campo elettromagnetico: la luce, e quindi anche il calore raggiante, concepita prima come fenomeno di carattere puramente elastico, si presenta da allora come un fenomeno puramente elettromagne-

tico. Nel 1873 lo stesso Maxwell fondandosi sulla sua elettrodinamica, prevede l'esistenza e assegna il valore della pressione della luce (cioè delle radiazioni elettromagnetiche) sopra i corpi che ne sono colpiti; e nel 1874 il nostro Bartoli ⁽²⁷⁾ senza conoscere il lavoro di Maxwell, giungeva al medesimo risultato seguendo un ragionamento di carattere prettamente termodinamico, nel quale per il primo immagina di imporre successivamente una trasformazione isoterma ed una diabatica alle radiazioni del corpo nero. Pertanto Kirchhoff e Bartoli debbono veramente considerarsi i fondatori della *termodinamica delle radiazioni* poichè applicarono a queste rispettivamente i principi e i metodi caratteristici della termodinamica generale. Nè il rigore, nè la completezza introdotta successivamente da Boltzmann ⁽²⁸⁾ nei ragionamenti di Bartoli tolgono a quest'ultimo il merito della prima concezione ardimentosa e geniale. Ecco come lo stesso Bartoli si esprime ⁽²⁹⁾.

« Siano A e B due involucri sferici concentrici sottilissimi e perfettamente riflettenti così all'esterno come all'interno e di raggi R_A , R_B rispettivamente, con $R_B > R_A$. Un corpo sferico C di raggio $\epsilon < R_A$, completamente nero (nel senso dato alla parola dal Kirchhoff) abbia pure il centro comune ai due involucri: all'esterno la superficie b completamente nera, della sfera di raggio $\rho > R_B$ concentrica colle precedenti, racchiuda dentro di sè il sistema formato dalla sfera C e dai due involucri perfettamente riflettenti. Il corpo C si trovi (in principio) in equilibrio calorifico: a un dato istante supponiamo distrutto il riflettore B ; il corpo b raggiurerà calore in tutto lo spazio compreso fra la superficie b ed il riflettore A . Di poi, quando il corpo b si è posto in equilibrio calorifico, supponiamo che ad un dato istante si ricostituisca l'involucro B e venga a sparire l'involucro A . Poscia lasciamo diminuire il raggio dell'involucro B fino a che il suo raggio divenga uguale ad R (l'involucro stesso durante l'operazione rimanendo sempre sferico). In questo ciclo di operazioni, ciclo che possiamo immaginare ripetuto un numero qualsivoglia di volte, si viene a prendere una certa quantità di calore dal corpo b ed a trasportarla sul corpo C . Sulla temperatura dei corpi b , C non abbiamo fatto veruna ipotesi, possiamo quindi supporre la temperatura di C superiore a quella di b . Se si suppone che per una causa qualunque le temperature iniziali del corpo b e del corpo C rimangano costanti, per quanto l'uno perda e l'altro acquisti calore, si verrebbe così a far passare una quantità di calore grande quanto si vuole da un corpo più freddo ad uno più caldo ». Ora ciò, conclude l'Autore, è impossibile e quindi « per deformare l'involucro è necessario spendere.... lavoro... » e « per spiegare la spesa di un tal lavoro, l'ipotesi più semplice è che anche quando l'involucro non si deforma, ciascun elemento di superficie provi una pressione per effetto dei raggi calorifici emessi dal corpo nero che si trova al centro dell'involucro ».

La esistenza della pressione di radiazione ⁽³⁰⁾, prevista da Maxwell e da Bartoli, è importantissima oltre che per sè stessa, per le sue conseguenze termodinamiche. Nel 1879, cinque anni cioè dopo il lavoro di Bartoli, Stefan studiando i dati sperimentali che allora si possedevano, riuscì empiricamente a stabilire ⁽³¹⁾ la *legge dell'irraggiamento integrale o totale* più tardi precisata da Boltzmann ⁽³²⁾: *per il corpo nero, il potere*

emissivo totale (così chiamando l'espressione $\int_0^\infty f(\nu, T) d\nu$) è proporzionale alla quarta potenza della temperatura assoluta.

In simboli matematici $\int_0^\infty f(\nu, T) d\nu = a' T^4$, indicando con a' una costante universale.

Ora l'esistenza di una pressione di radiazione e la legge di Stefan sono legate tra loro, poichè l'esistenza della pressione di radiazione porta di necessità, come può mostrarsi con ragionamento di carattere puramente termodinamico, alla legge dell'irraggiamento integrale del corpo nero; viceversa dalla legge di Stefan assunta come vera sperimentalmente, si può ricavare, con ragionamento anche in questo caso di carattere puramente termodinamico, il valore della pressione di radiazione.

§ 5. Ma il processo di Bartoli di deformare un involucro speculare racchiudente la radiazione del corpo nero, fu proficuo anche per l'applicazione fattane da W. Wien. Questi osservò che le radiazioni contenute in siffatto involucro, aventi frequenze comprese fra ν e $\nu + d\nu$ (ν generico e $d\nu$ infinitesimo) dopo la riflessione sullo specchio mobile possono non aver più, per effetto Doppler ⁽³³⁾, una frequenza compresa entro il primitivo $d\nu$; inoltre l'energia di queste radiazioni dopo la riflessione sulla parete mobile deve essere mutata a causa del la-

voro compiuto dalla pressione che, giusto le previsioni di Maxwell e Bartoli, le stesse radiazioni esercitano sulla parete mobile.

Questa osservazione sviluppata e precisata permette di determinare la variazione che la densità u_ν dell'energia della radiazione di frequenza ν subisce per variazione dV del volume totale V della cavità. E poichè a sua volta a questa variazione di volume corrisponde adiabaticamente una variazione, perfettamente determinabile dalla legge di Maxwell-Bartoli e da quella di Stefan, della temperatura, si può in definitiva giungere a stabilire un'equazione alle derivate parziali del primo ordine alla quale deve soddisfare la u_ν considerata come funzione di ν e di T . L'integrale generale di questa equazione alle derivate parziali è una funzione del tipo $T^\alpha \cdot q(\nu)$,

dove $\alpha = \frac{\nu}{T}$ e $q(\nu)$ è funzione arbitraria di ν . E ricordando

che $u_\nu = \frac{8\pi}{c} f$ si ricava $f = \frac{c T^\alpha}{8\pi} q(\nu)$ ovvero $f = \nu^\alpha \cdot \psi(\nu)$

(indicando con $\psi(\nu)$ una nuova funzione arbitraria di ν). Questo risultato di Wien particolarizza intanto la forma che deve avere la funzione f di Kirchhoff. D'altra parte per la legge di Stefan

si ha $\int_0^\infty f d\nu = \frac{c}{8\pi} T^4 \int_0^\infty q(\nu) d\nu$ la quale mostra che la funzione q deve soddisfare alla condizione che $\int_0^\infty q(\nu) d\nu$ sia finito.

Inoltre al variare di ν , ferma rimanendo la temperatura, il massimo della funzione f si avrà palealmente per quel valore ν' tale

che $\left(\frac{df}{d\nu}\right)_{\nu'} = 0$ donde ricavasi che la frequenza ν_m per cui si ha

il massimo di f è legata alla temperatura assoluta dalla relazione $\nu_m = \alpha' T$. A parole: la frequenza per cui la funzione f è massima cresce proporzionalmente con la temperatura. Questa è la ben nota legge dello spostamento di W. Wien, già prevista almeno qualitativamente da Ampère, Melloni e ancor meglio da Kirchhoff⁽³⁴⁾. Le leggi di Kirchhoff, Maxwell-Bartoli, Stefan-Boltzmann, e Wien hanno avuto completa conferma sperimentale entro ampio intervallo di variabilità della frequenza e della temperatura⁽³⁵⁾.

§ 6. Torniamo ora alla funzione f di Kirchhoff già, come abbiamo visto, particolarizzata da Wien. Ben presto si comprese che la determinazione teorica di essa esige qualche ipotesi⁽³⁶⁾ sul meccanismo dell'emissione cioè sul modo come le radiazioni vengono emesse. Non è il caso di ricordare tutte le ipotesi con le quali alcuni scienziati tentarono prima del Planck, di risolvere il problema. Convien piuttosto dapprima fermare l'attenzione sopra una questione del tutto generale. Qualunque possa essere propriamente il meccanismo dell'emissione, esisteranno nel corpo emittente (cioè in tutti i corpi) enti elementari che generano le radiazioni emesse. A ciascuna di queste è unita una certa quantità di energia; e naturalmente i radiatori elementari (questa locuzione non vuol fissare, ben inteso, la loro costituzione) attingono, giusto la limitazione di Kirchhoff⁽³⁷⁾, l'energia che emettono dal calore del corpo. Si impone subito la domanda: fra tutti gli innumerevoli radiatori elementari che si trovano sul corpo emittente, l'energia tolta al corpo e radiata come si ripartisce? Il problema si presenta difficile, ma ad ogni modo una cosa si comprende subito: che nello stato stazionario la ripartizione media deve essere costante. E quindi la questione può esser posta così: ad un radiatore che emette radiazioni di frequenza ν , quanta è in media la energia che occorre per ogni radiazione emessa? E quindi anche: quanta è l'energia che spetta in media ad ogni radiazione?

Nello studio dei fenomeni naturali una questione in certo senso simile a quella ora accennata era stata già risolta. E' noto che un gas viene concepito come un insieme di innumerevoli particelle mobili che urtano fra loro e sulle pareti del recipiente con urti perfettamente elastici, cioè tali da soddisfare la condizione della conservazione della quantità di moto e della energia. Alla quantità di moto apportato nell'unità di tempo sull'unità di superficie dalle particelle è dovuta la pressione; alla loro energia totale di traslazione è proporzionale la temperatura assoluta del gas. Si può domandare: quanta è l'energia cinetica media di traslazione che spetta ad ogni particella? E più in generale, ammesso che la particella possa avere più di tre gradi di libertà, quanta è l'energia cinetica che le spetta in media per ogni grado di libertà?

Maxwell e Boltzmann avevano risposto che ad ogni grado di libertà di una particella, giusto i principi della meccanica classica, spetta una energia cinetica media proporzionale alla

temperatura assoluta, coefficiente di proporzionalità essendo una costante universale non dipendente cioè dalla qualità e quantità del gas considerato. Ne consegue che l'energia totale cinetica interna del gas si ripartisce fra le molecole ugualmente, in media, per ogni grado di libertà; il che, come è noto, costituisce il principio dell'equipartizione dell'energia⁽³⁸⁾.

Tornando al caso del corpo nero si può allora ammettere, e per particolari ipotesi sul meccanismo dell'emissione si può anche giustificare almeno per quanto è vera la meccanica classica, che il principio dell'equipartizione valga tra i radiatori elementari e che quindi a ciascuno di loro spetti in media, indipendentemente dalla frequenza della radiazione emessa, una quantità di energia proporzionale alla temperatura assoluta del corpo.

Si può ancor meglio precisare la cosa nella seguente maniera: consideriamo una cavità entro la quale, giusto la legge di Kirchhoff, sono stabilite le radiazioni del corpo nero e supponiamo che sia raggiunto l'equilibrio termico. Per ciò palealmente occorre che tanta energia ogni oscillatore irradia, tanta gliene venga fornita attraverso ad un processo che non occorre precisare, dalle radiazioni incidenti. Ora la perdita di energia di un radiatore dipenderà dalla costituzione di questo, e l'energia assorbita dipenderà dall'insieme di tutti gli altri radiatori, cioè, in definitiva, dipenderà dal potere emissivo del corpo nero. Si comprende quindi come, sottoposta la cosa al calcolo, si possa trovare, con lo scrivere che l'energia radiata deve essere uguale a quella ricevuta, una relazione intercedente fra il potere emissivo e l'energia media posseduta dal radiatore.

Nell'ipotesi ad esempio che i radiatori siano assimilabili a risonatori di Hertz si dimostra, sviluppando il calcolo sulla li-

nea qui tracciata, che $f = \frac{\nu^2}{c^2} U$, dove U è il valore medio della energia del singolo risonatore. E poichè d'altra parte si dimostra anche che per un sistema di risonatori hertziani vale, almeno per quanto la dinamica ed elettrodinamica sono vere, il principio dell'equipartizione dell'energia, si trova in definitiva $U = kT$, con k costante universale (la medesima che compare nell'equazione di stato dei gas scritta nella forma $p = k\delta T$ [p pressione, δ numero delle molecole per unità di volume]) e quindi in definitiva:

$$f = \frac{\nu^2}{c^2} \cdot k T \quad (1)$$

relazione questa che si suole chiamare equazione spettroscopica di Rayleigh-Jeans⁽³⁹⁾.

Al medesimo risultato si giunge anche col prospettare la questione diversamente che nell'ipotesi dei radiatori hertziani. Osservato che le radiazioni luminose sono di natura elettrodinamica e che, d'altra parte, nella materia esistono certamente delle cariche elettriche elementari (i cosiddetti elettroni), i quali necessariamente risentono delle azioni elettrodinamiche delle onde incidenti, si domanda: quali sono le condizioni per l'equilibrio permanente fra elettroni ed irraggiamento, nel senso che l'irraggiamento, assorbito dagli elettroni, sia compensato dall'irraggiamento emesso? Si può supporre o che questi elettroni siano del tutto liberi e risentano solo delle forze provenienti dall'irraggiamento⁽⁴⁰⁾, o che essi siano legati alla materia e subiscano accelerazioni da parte degli atomi e quindi emettano radiazioni a ciascun urto con questi⁽⁴¹⁾. In ambo i casi l'analisi mostra che per le dette condizioni d'equilibrio è necessario e sufficiente che la densità di energia delle radiazioni di frequenza ν ⁽⁴²⁾ sia:

$$u_\nu = \frac{8\pi \nu^2}{c^3} \cdot k T \quad (2)$$

dalla quale ricordando che $u_\nu = \frac{8\pi}{c} f$ ritrovasi la (1).

La (2), alla quale la (1) può ridursi attraverso la relazione fra u_ν e f , si presta ad una notevole interpretazione fisica. Poichè il numero delle oscillazioni libere di frequenza ν che possono stabilirsi in uno spazio vuoto di volume unitario⁽⁴³⁾ è $\frac{8\pi \nu^2}{c^3}$ ne

consegue che l'energia di ciascuna radiazione è kT , e che quindi vale per esse il principio dell'equipartizione dell'energia.

Insomma per quanti tentativi siano stati fatti, sembra inevitabile, finchè si applichino rigorosamente l'elettrodinamica e la meccanica classica, giungere alla equazione di Rayleigh-Jeans; cioè al principio dell'equipartizione dell'energia fra le singole radiazioni. Ma l'esperienza mostra che la (1) o l'equivalente (2) non è verificata in tutto il campo di variabilità di ν

e di T benchè si approssimi tanto meglio ai valori sperimentali quanto più è alta la temperatura e bassa la frequenza. La contraddizione tra la teoria e l'esperienza risulta poi ancor più viva se si osserva che la (1) non soddisfa alla legge *sperimentale e termodinamica* di Stefan-Boltzmann: infatti:

$$\int_0^\infty f d\nu = \frac{kT}{c^2} \int_0^\infty \nu^3 d\nu = \infty.$$

§ 7. L'applicazione dunque dei principi della meccanica e dell'elettrodinamica classica, porta necessariamente ad una grave contraddizione con l'esperienza. Benchè in generale il fatto che sia impossibile render ragione di un dato fenomeno applicando un gruppo di leggi che pure prestano buon giuoco in una infinità di questioni, non sia ragione sufficiente perchè senz'altro e alla prima quelle stesse leggi debbano essere infirmate ed abbandonate, pure nel nostro caso la contraddizione fra esperienza e teoria è di tale entità che si rimane profondamente dubbiosi e scossi nella fiducia nutrita sulla universalità di applicazione delle leggi della meccanica e della elettrodinamica classica.

Il primo che, in certo qual modo, si presenta come eterodosso rispetto alle leggi classiche è W. Wien, che riprendendo alcuni concetti già espressi molti anni prima dal Michelson ⁽¹⁾, giunse nel 1896 a stabilire l'equazione ⁽²⁾ che porta il suo nome:

$$f = a \frac{\nu^3}{c^2} \cdot e^{-\frac{b\nu}{T}} \quad (3)$$

dove a, b sono costanti ed e è la base dei logaritmi neperiani ⁽⁴⁾.

Anche questa relazione però non è verificata dall'esperienza per tutti i valori di ν, T ; benchè, inversamente alla (1) si approssimi tanto meglio ai dati sperimentali quanto più bassa è la temperatura e alta la frequenza considerata. Essa quindi può considerarsi come caso limite della vera funzione f di Kirchhoff quando la temperatura tende a zero, e la frequenza ad infinito, mentre la (1) può essere invece considerata come caso limite inverso, cioè quando la temperatura tende ad infinito e la frequenza a zero.

Ma occorre dir subito che come contributo alla conoscenza delle leggi che regolano l'irraggiamento, l'equazione di Wien ha un'importanza molto minore di quella del Rayleigh-Jeans: quest'ultima infatti investe le leggi fondamentali della meccanica e dell'elettrodinamica classica, e pone quindi la questione di un'eventuale revisione di esse, mentre quella di Wien, col non essere soddisfatta dall'esperienza, significa solo che le nuove ipotesi introdotte non sono accettabili nè per la questione particolare dell'emissione del corpo nero, nè quindi per altre analoghe. La ragione per la quale è stata qui ricordata la legge di Wien, è che essa e quella di Rayleigh-Jeans possono essere vantaggiosamente usate come forme semplificate della vera legge di Kirchhoff; applicabili, ben inteso, per quei valori di ν e di T per i quali rispettivamente esse si avvicinano meglio ai risultati sperimentali.

§ 8. Senza ricordare qualche altro infruttuoso tentativo, veniamo all'ipotesi quantistica. Riprendiamo il concetto che l'irraggiamento sia dovuto a risonatori elementari assimilabili a risonatori hertziani; e supponiamo che una certa quantità di energia $\mathcal{E}$ venga ripartita fra un numero grandissimo n di oscillatori (aventi tutti frequenza caratteristica uguale a ν) in modo tale che a ciascuno di essi tocchi una quantità d'energia multipla di un'aliquota fissata ϵ , che supporremo estremamente piccola, ma sulla quale del resto non facciamo, almeno per ora, ipotesi alcuna. Si comprende come si possa porre il problema di determinare quale è fra tutte le possibili distribuzioni delle aliquote ϵ d'energia tra i risonatori, quella per la quale l'entropia del sistema risulta massima ⁽⁵⁾, fermi rimanendo il valore dell'energia totale e quello dell'aliquota. Sottoposta la cosa al calcolo, con procedimento analogo ad altro trattato nella teoria cinetica dei gas ⁽⁶⁾ trovasi che in media la probabilità che un oscillatore abbia l'energia ϵ_1 sta alla probabilità che un altro oscillatore abbia l'energia ϵ_2 nel rapporto $e^{-\epsilon_1/kT} / e^{-\epsilon_2/kT}$ dove e è la base dei logaritmi neperiani e k la solita costante universale.

Ne consegue che indicando con n_0 il numero degli oscillatori ai quali spetta energia nulla (cioè che nella ripartizione delle aliquote non ne hanno avuta nessuna) fra gli n oscillatori vi saranno $n_0, n_0 e^{-\epsilon_1/kT}, n_0 e^{-\epsilon_2/kT}, n_0 e^{-\epsilon_3/kT}, \dots$ che avranno

rispettivamente le energie $0, \epsilon, 2\epsilon, 3\epsilon, \dots$ e quindi:

$$n = n_0 (1 + e^{-\epsilon/kT} + e^{-2\epsilon/kT} + e^{-3\epsilon/kT} + \dots) = n_0 / (1 - e^{-\epsilon/kT})$$

e l'energia totale sarà:

$$\mathcal{E} = n_0 \epsilon e^{-\epsilon/kT} (1 + 2e^{-\epsilon/kT} + 3e^{-2\epsilon/kT} + \dots) = \frac{n_0 \epsilon e^{-\epsilon/kT}}{(1 - e^{-\epsilon/kT})^2}$$

la quale tenendo conto della precedente può scriversi:

$$\mathcal{E} = n \epsilon / (e^{\epsilon/kT} - 1)$$

Quest'ultima dimostra palesamente che, nelle condizioni di massimo dell'entropia che sono quelle spontaneamente raggiunte, ad ogni oscillatore spetta in media l'energia $\bar{U} = \frac{\epsilon}{e^{\epsilon/kT} - 1}$. Se

passiamo al limite per $\epsilon \rightarrow 0$ noi torniamo al caso che l'energia sia infinitamente suddivisibile e troviamo $\bar{U} = kT$; cioè troviamo la legge dell'equipartizione dell'energia e conseguentemente la formula di Rayleigh-Jeans, la quale, come s'è detto, non è soddisfatta dall'esperienza.

Se supponiamo invece che l'energia di ogni oscillatore non possa variare che in maniera discontinua e per valori multipli di una certa quantità indivisibile ϵ_0 , la quale allora assume il significato di ELEMENTO o QUANTUM di ENERGIA ⁽⁷⁾, e supponiamo inoltre che per gli oscillatori di frequenza ν sia $\epsilon_0 = h\nu$, essendo h una costante universale (di dimensioni in unità assolute erg $\times$ sec), troviamo $\bar{U} = \frac{\epsilon_0}{e^{\epsilon_0/kT} - 1}$ e quindi:

$$f = \frac{\nu^3}{c^2} \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1} = \frac{\nu^3}{c^2} kT \cdot \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1} \quad (4)$$

che è la celebre equazione di Planck ⁽⁸⁾, la quale è verificata rigorosamente dall'esperienza per tutti i valori di ν, T . Essa si riduce per $h\nu/kT \rightarrow 0$ oppure $\rightarrow \infty$ rispettivamente a quella di Rayleigh-Jeans e a quella di Wien.

Ammesso dunque che l'energia varii discontinuamente, per salti, l'energia media spettante a un radiatore non è kT ma

$$\epsilon\nu / (e^{\epsilon\nu/kT} - 1) = h\nu / (e^{h\nu/kT} - 1)$$

la quale dipendendo da ν mostra che il principio dell'equipartizione dell'energia non è più valevole.

Infine i valori di h, k possono ricavarsi, come ben si comprende dalla conoscenza sperimentale delle costanti a', α' delle leggi di Stefan e di Wien introducendo la (4) nelle espressioni analitiche di queste stesse leggi. Si trova così:

$$h = 6,5 \times 10^{-27} \text{ erg} \times \text{sec} \quad , \quad k = 1,3 \times 10^{-16} \text{ erg} \text{ grado}.$$

(valore quest'ultimo che coincide con quello calcolato dalla equazione di stato dei gas).

§ 9. La concezione quantistica si presenta a serie obiezioni ⁽⁹⁾ spontaneamente suggerite, soprattutto, dal modo classico di concepire i fenomeni. Essa è stata anche profondamente rielaborata e presentata in modi diversi da vari Autori. Ma in ogni caso vien sempre posto il principio di una variazione discontinua e per salti della energia raggiante. Ad esempio l'ipotesi di Planck può riassumersi: l'energia dei risonatori non può essere che multipla di quanta interi; quella di Jeans ⁽¹⁰⁾: l'energia delle radiazioni non può essere che multipla di quanta interi; quella infine di Einstein ⁽¹¹⁾: gli scambi di energia fra materia e irraggiamento si compiono sempre per quanta interi d'energia raggiante.

Queste locuzioni non sono identiche fra loro; anzi involgono conseguenze profondamente diverse nei particolari, ma concordano tutte come si è detto, nel concetto fondamentale della discontinuità della energia, sia che si tratti dell'energia del risonatore o di quella della radiazione o di quella scambiata fra irraggiamento e materia.

§ 10. L'ipotesi di Planck è stata fecondissima di applicazioni in tutti i fenomeni di irraggiamento anche in quelli non di origine puramente termica ed insieme con altre particolari ipotesi, anche in moltissime altre questioni profondamente diverse. Tra le tante applicazioni ricordiamo quelle importantissime e a dire il vero sorprendenti, fatte allo studio della regolarità degli spettri degli elementi, allo studio dell'effetto fotoelettrico, dei calori specifici dei corpi solidi, ecc. ⁽¹²⁾. Questa vastità e varietà di applicazioni, e l'accordo mirevole, talora an-

che nei più minuti particolari, tra risultati teorici ed esperienze hanno fatto pensare che effettivamente l'ipotesi di Planck possa avere valore di legge naturale ed ad ogni modo hanno portato a istituire tutta una disciplina, la QUANTISTICA, basata fondamentalmente sulla ipotesi di Planck della quale e di altre complementari si fa strumento efficacissimo nella indagine teorica dei fenomeni.

E come dagli studi sulla teoria cinetica della materia, di cui il modello di maggior completezza e semplicità è quello dei gas, si è determinata la costante N di Avogadro attraverso le applicazioni di essa a fenomeni svariati (colore azzurro del cielo, movimenti browniani, deviazione dalla legge di Boyle, fenomeni di radioattività, tensione superficiale dei liquidi, ecc.)⁽⁵⁵⁾; così dagli studi sulla quantistica per vie diversissime (misure di irraggiamento del corpo nero, misure di potenziali di risonanza e di ionizzazione, di frequenza limite dello spettro continuo d'alta frequenza, d'effetto fotoelettrico, ecc.) si è determinato il valore della costante h di Planck⁽⁵⁶⁾. E come ancora dalla coincidenza dei numeri trovati per N si inferisce la validità della ipotesi della discontinuità della materia, così dalla coincidenza di quelli trovati per h si trae conforto al concetto della variazione discontinua della energia. Certo, comunque s'ia la realtà, questi due numeri N e h , hanno parte importantissima anzi, dico meglio, essenziale in moltissimi fenomeni della fisica.

Ma v'ha di più poichè la concezione quantistica nonostante i dubbi e le difficoltà che solleva, sembra inevitabilmente necessaria. A questo proposito ricordiamo il problema, risolto da Poincaré⁽⁵⁷⁾, che è per così dire inverso di quello che abbiamo visto risolto da Kirchhoff risolto da Planck: dato che la funzione f di Kirchhoff abbia la forma assegnata da Planck, (cioè che è confermato dall'esperienza) quali possono essere le leggi della meccanica e dell'elettrodinamica perchè il corpo nero effettivamente segua la legge di Planck? Il risultato è semplice e decisivo: è necessaria l'ipotesi quantistica. E Poincaré anzi scriverà noi più in generale⁽⁵⁸⁾: « un sistema fisico non è suscettibile che di un numero finito di stati distinti: esso salta dall'uno all'altro di questi stati senza passare per una serie continua di stati intermedi ».

§ 11. — Tutto ciò può sembrare che determini, costituisca anzi, il crollo dei fondamenti della fisica classica. Certò il dissidio tra le leggi classiche e quelle della quantistica è acutissimo: e proviene in conclusione e per riverbero dal dissidio intercedente tra quelle della meccanica ed elettrodinamica classica da una parte e quelle della termodinamica dall'altra. Le prime — come abbiamo visto — portano al fatto che l'irraggiamento totale del corpo nero dovrebbe essere infinito, queste altre che lo stesso irraggiamento è finito (legge di Stefan); e ciò è in accordo con l'esperienza.

Non è qui fuori di luogo, credo, far rilevare che non è la prima volta veramente che meccanica e termodinamica sono tra loro in conflitto, poichè il secondo principio della termodinamica, così com'è sorto, è in contraddizione con quelli della meccanica. Infatti il tempo, secondo la pura meccanica, non ha un senso necessario di svolgimento, sicchè nulla vieterebbe che un sistema potesse percorrere spontaneamente una successione di stati o l'inversa. Però nella realtà un sistema segue quella successione *unica* di stati per cui la sua entropia mai diminuendo raggiunge il massimo; ed in corrispondenza il tempo, secondo la termodinamica, portando ad una diminuzione di attitudine a compiere lavoro, segna nel sistema la traccia indelebile del senso necessario di svolgimento.

Il secondo principio della termodinamica dunque non trova a prima giunta la sua spiegazione nei principi della meccanica classica, mentre invece il primo principio della termodinamica si identifica in ultima analisi col principio della conservazione dell'energia meccanica. La cosa però prende tutt'altro aspetto e acquista la sua giusta interpretazione di fronte ai principi classici se si seguono i concetti di Boltzmann⁽⁵⁹⁾, con i quali il secondo principio della termodinamica acquista, come è noto, soltanto un significato di alta probabilità non di certezza assoluta: probabilità poi tanto maggiore quanto più il sistema, a cui lo stesso secondo principio viene applicato, è esteso (purchè non infinito) e di grande massa. Tutto ciò abbiamo voluto ricordare per far solo sorprendere meglio l'atteggiamento antitetico che ora si rivela tra meccanica classica e termodinamica a proposito degli scambi tra materia ed irraggiamento.

In questo caso è indubitato che la ipotesi di Planck dà la regola sicura per la trattazione analitica delle questioni inerenti a quegli scambi e a molti altri fenomeni; ma non pare che essa sia suscettibile di veruna spiegazione o conciliazione coi

principi classici. Ad ogni modo si è cercato di attutire questo disagio dicendo che le leggi classiche sono l'espressione di risultati integrali medi di leggi elementari ignorate, che la primitiva osservazione relativa ad enti troppo grandi non aveva potuto rivelare; e in questo senso esse potrebbero non essere più applicabili *universalmente*, ma lo rimarrebbero ancora, come si suole dire, solo al macrocosmo. Sarebbe dunque forse questione di un compromesso fra leggi vecchie e leggi nuove? Se pure quest'ultima resteranno o non piuttosto cederanno il posto a leggi nuovissime.

Comunque sia, sta il fatto che mai come ora i principi tutti della fisica sono stati soggetti a discussione, a critiche, a revisioni. Quale possa essere il risultato di questo immenso lavoro di indagine è impossibile dire; ma dal fatto che vediamo il dubbio attaccare le vecchie leggi e non permettere che le nuove si consolidino, dobbiamo trarre non cattivo ma ottimo auspicio. L'auspicio se non di raggiungere, di avvicinarsi almeno all'ultimo nostro scopo: perchè, per terminare con le parole di Galileo⁽⁶⁰⁾, « è manifesto... che il dubitare... è padre dell'invenzione, facendo strada allo scoprimento del vero ».

Pisa, Istituto di Fisica, marzo 1926.

NOTE

(1) Vedi per la storia: A. Mieli: « Manuale di storia della scienza », pag. 126; Favaro: « Archimede », Cap. VI.

(2) Atanasio Kircher, gesuita (Geysen 1602 - Roma 1680) fu professore di matematica al Collegio Romano; fondò il noto Museo Kircheriano di Roma.

(3) Ad esempio Cartesio scriveva al Padre Mersenne: « Impossible est speculum fabricare, quod ad leucam unam comburat, quidquid de Archimedis traditus sit... » (« Renati Cartesii epistolae » - Epistola CV - Amstelodami apud D. Elsevirum », [1668]).

(4) Confr. « Ars magna lucis et umbrae » dello stesso Kircher. Edizione romana del 1646, pag. 888. Nello stesso libro del Kircher è ricordato un altro esperimento del genere di cui egli ebbe notizia (confr. pag. 883) e si parla anche di una presunta esperienza del Cardani (confr. pag. 879). La comune esperienza degli specchi concavi ustori è di Mariotte [1681].

(5) Vedi per notizie in proposito: G. Polvani: *Nuov. Cim.* [1924], pag. 1, dove troverai larga bibliografia.

(6) Le note leggi del coseno (vedi sopra a § 2); e quella che l'intensità della luce varia in ragione duplicata dell'inversa della distanza dalla sorgente (puntiforme) luminosa sono di Lambert. Vedi rispettivamente « Pyrometria » [1777] art. n. 349; « Photometria » [1760]. Vedi anche Fourier in « Théorie de la chaleur » [1822].

(7) La prima affermazione risale al 1807 ed è di Tommaso Young (in « Lectures on natural philosophy » [1807]), l'autore del noto esperimento sulle interferenze luminose. Vedi anche Ampère: *Ann. de chim. et phys.* [1835], vol. 58, pag. 432.

(8) La riflessione, rifrazione, polarizzazione, interferenza delle radiazioni calorifiche furono rispettivamente trovate da: Scheele (*Chem. Abhand. von Luft und Feuer*); Mariotte (« Traité de Couleurs ») tom. II; Bérard (*Mémoires de la Soc. d'Arcueil*, Tom. III, [1812]); Fizeau e Foucault (*Comp. Rend. de l'Acad. de France*, vol. 25 [1847], pag. 447). Numerosissimi sono poi i lavori su questi argomenti: ricordiamo fra tutti quelli celebri del nostro Melloni, raccolti per massima parte nella sua « Termocrosi » (Napoli [1850]).

(9) A Herschel spetta il merito di aver scoperto nel 1800 l'esistenza delle radiazioni infrarosse (*Philos. Trans. of London* - Parte I, pag. 884 e pag. 437); a Ritter quello della scoperta delle radiazioni ultraviolette (*Gilberts Ann.*, vol. 7 [1801] pag. 227; *ibid.* vol. 12 [1803] pag. 409).

(10) Ciò fu enunciato chiaramente la prima volta dal Prévost (« Recherche phys. mécan. sur la chaleur » Genf [1790]) per rendere ragione di un esperimento fatto dal Pictet (« Essai de physique », Genf [1790]) consistente in una « concentrazione di freddo » ottenuta sostituendo nella nota esperienza degli specchi ustori alla sorgente calda una sorgente fredda.

(11) Sulle relazioni tra assorbimento ed emissione, la prima osservazione teorica è di Euler (« Nova theoria lucis et colorum ») ripresa poi dal Ångström (*K. Svensk. Vet. Akad.* [1812]; *Pogg. Ann.*, vol. 94, [1855], pag. 141). Confr. anche Stewart (vedi nota successiva). Fra le esperienze ricordiamo quelle di Ritchie (*Roy. Ins. it. Journ.* [1831], pag. 305 e *Pogg. Ann.*, vol. 28 [1833], pag. 378); di Brewster (*Edinburgh Trans. Soc.* vol. 12 [1834], pag. 538); De la Prevostaye e Desains (*Comp. Rendus*, vol. 36 [1833], pag. 84 et vol. 37, pag. 168); di Foucault (*L'Institut* [1849], pag. 45 e *Ann. Chim. et Phys.*, vol. 58, [1860], pagina 476).

(12) Confr. nelle *Trans. of Edinburgh Soc.*, vol. 22 [1861], pag. 1 e pag. 59, la lettura fatta nel marzo 1858; vedi anche *Proceed. of Edinburgh Soc.* [1857-1858], pag. 95; *ibid.* [1858-1859], pag. 203. Il testo inglese ha: « the radiation of the particles must be equal to their absorption, as regards quality as well quantity »; le parole « radiation » e « absorption » stanno qui palesemente per « attitudine ad emettere » e « attitudine ad assorbire », mentre in italiano la radiazione è ciò che è emesso.

(13) *Confr. Berl. Ber.*, [1859], pag. 216; *Pogg. Ann.*, vol. 109 [1860], pag. 275.

(14) Questa differenza netta tra limitazioni ed ipotesi non è del Kirchhoff; qui è posta per comodità di esposizione, sopra tutto per far risaltare che la legge di Kirchhoff vale solo per radiazioni d'origine puramente termica. Egli pone un gruppo di «Annahmen» il cui contenuto è essenzialmente quello sopra riportato.

(15) Definiscisi potere emissivo (relativo ad un dato elemento di superficie del corpo emittente, a una data frequenza a una data direzione di emissione della radiazione, a un dato stato di polarizzazione), la quantità di energia radiata nell'unità di tempo dal detto elemento, (con radiazioni di detta frequenza nella data direzione, ecc.) divisa per l'estensione dell'elemento. Il potere assorbente (relativo ad un dato elemento di superficie, ad una data frequenza, ad una data direzione di incidenza della luce, ecc.), è il rapporto fra la quantità di energia assorbita e quella ricevuta (relativamente al dato elemento, ecc.). Il potere emissivo dipende dalle unità di misura, quello assorbente è un numero puro ed è sempre minore dell'unità.

(16) Per un'ampia trattazione sulla legge di Kirchhoff e conseguenze v. Kayser: «*Hand. d. Spektr.*» [1902], vol. 2, pag. 13 e segg.; Winkelmann: «*Hand. d. Physik*» [1906], vol. 3 e i trattati generali di fisica: Jamin, Cwolson, Roiti, Olivvier, e i trattati particolari sul calore come quello di Thomson e Poynting, Preston...

(17) La locuzione di corpo nero («Schwarzer Körper») è di Kirchhoff. Si noti che la definizione non presume l'esistenza reale di corpo nero; ma vedremo subito come si possa in pratica ottenere l'emissione del corpo definito come nero.

(18) Cioè l'energia contenuta nell'unità di volume, che è dovuta alle radiazioni luminose; essa coincide, nella concezione maxwelliana della luce, con l'energia elettromagnetica contenuta nell'unità di volume.

(19) Puoi trovare a pag. 41 del Tom. II dei «*Rapports du Congrès Intern. de Physique de 1900*», una larga rassegna del Lummer circa i principali lavori sperimentali sul corpo nero. Vedi anche nello stesso volume i rapporti di Wien, Pringsheim, Rubens; e inoltre vedi Kayser: *Op. cit.* pag. 39 e segg. del vol. II.

(20) Il che mostra che la nota legge di Draper (*Phil. Mag.* [1847], pag. 345) non può essere — come effettivamente non lo è — a tutto rigore vera.

(21) Vedi Stewart: *Proc. of Roy. Soc. of Lond.*, vol. 10 [1860], pag. 503.

(22) Vedi nota 6.

(23) Riguardo poi ad estensioni della legge di Kirchhoff vedi, ad esempio, Kayser, *op. cit.* pag. 31 del vol. II; Brillouin: *Ann. Ecol. Norm. Sup.* Tom. 37 [1920], pag. 359, Cap. 3-4.

(24) *Pogg. Ann.*, vol. 109 [1860], pag. 292.

(25) Vedi nota 18.

(26) *Proceed. Roy. Soc. of London*, vol. 13, pag. 531.

(27) Vedi il suo opuscolo (Firenze, Lemonnier [1866]): «Sopra i movimenti prodotti dalla luce e dal calore, ecc.». Un estratto della parte più importante dell'opuscolo (che è raro) trovasi nel *Nuovo Cimento*, vol. 16 [1884], pag. 193. Adolfo Bartoli è purtroppo poco ricordato: egli nacque a Firenze il 1851; studiò all'Università di Pisa, maestri il Felici e il Betti; fu allievo della Scuola Normale Superiore di Pisa, professore alle Università di Palermo, Catania, Pavia. A Pavia morì nel 1896. (Vedi per la bibliografia *Nuov. Cim.* [1896], fasc. di ottobre). Sopra la legge di Bartoli, vedi gli scritti critici di Straneo, *Nuov. Cim.* [1924], pag. 345.

(28) *Wied. Ann.*, vol. 22, [1884], pag. 31 e 291. Sulla legge di Bartoli vedi gli scritti critici di Straneo: *Rend. Acc. dei Lincei* [1925] pag. 3.

(29) Vedi opuscolo citato a pag. 22.

(30) La prova sperimentale e decisiva è stata data dal Lebedew [1901]. Vedi a questo proposito la monografia del Lebedew stesso «*Pression de la lumière*» [1925]. Il Bartoli tentò di mettere sperimentalmente in evidenza questa pressione, ma non vi riuscì. La questione è del resto molto vecchia risalendo, se non addirittura a Kepler e a Euler, a Newton. Troverai moltissime notizie sull'opuscolo sopra citato del Bartoli. Per lavori più moderni, vedi per esempio, Olivvier: «*Cours de physique gén.*», vol. II; Nichols e Hull: *Phys. Rev.*, vol. 13 [1901], pag. 307; Poynting: *Journ. de Phys.*, vol. 9 [1910], pag. 657. Il valore della pressione di radiazione dovuta al sole è, giusto le determinazioni più attendibili, di 6×10^{-5} milligrammi/cm². Il Bartoli aveva per via teorica trovato invece $8,4 \times 10^{-5}$ milligrammi/cm².

(31) Vedi *Wien. Akad. Ber.*, vol. 79, [1879], pag. 391.

(32) Vedi *Wied. Ann.*, vol. 22, [1884], pag. 291.

(33) L'effetto Döpler (*Abh. Böhm. Gesell. d. Wiss.*, vol. V, 1841-42, pag. 465) consiste essenzialmente in questo: la frequenza della luce emessa da una sorgente appare cresciuta o diminuita secondo che la sorgente si avvicina o si allontana dall'osservatore. Analoga alterazione avviene per luce riflessa da uno specchio mobile (Majorana: *Compt. Rend.*, vol. 165, pag. 424 [1917]. Trovi la trattazione dell'effetto Döpler nel Kayser: *Op. cit.*, vol. II, pag. 573 e in tutti i buoni trattati generali di fisica.

(34) Vedi Wien: *Wied. Ann.*, vol. 52 [1894], pag. 132 e *Berl. Akad. Ber.* [1893], pag. 55; Ampère, *loc. cit.*; Melloni, *passim* nella sua «*Termocrosi*»; Kirchhoff: *Pogg. Ann.*, vol. 109 [1860], pag. 205.

(35) Per le esperienze fatte sulle leggi di Kirchhoff e Maxwell-Bartoli confronta le note 19 e 30. Riguardo a quelle di Stefan-Boltzmann vedi, ad esempio: Kurlbaum: *Wied. Ann.*, vol. 65 [1898], pag. 746; Puccianti: *Nuov. Cim.*, vol. 4, [1912], pag. 31; Coblenz: *Bull. Bur. of Stand.* [1916], pag. 503. Per la legge di Wien vedi il rapporto sopra

citato (nota 18) del Lummer. Vedi poi per tutta la teoria dell'irraggiamento Kayser, *op. cit.*, vol. II.

(36) Primo nel 1887 W. Michelson (*Journal de Phys.*, vol. VI [1887], pag. 467), poi Kövesligethy, Weber, Wien.... Troverai notizie in proposito nel già citato rapporto di Lummer. Del resto questi tentativi hanno perso ormai ogni importanza ed interesse di fronte alla odierna quantistica.

(37) Vedi sopra a pag.

(38) Vedi per più particolari: Jeans: «*The Dinam. Theor. of Gases*» [19] ; Boltzmann: «*Vorles. über Gastheor.*», 2^a parte, Cap. 3-4.

(39) Rayleigh: *Phil. Mag.*, vol. 49 [1900], pag. 539 e *Nature*, vol. 62, [1905], pag. 54 e pag. 243; Jeans: *Phil. Mag.*, vol. 10 [1905], pag. 91.

La (1) si può subito ricondurre al tipo $v^3 \propto \left(\frac{v}{T}\right)^3$ dividendo e moltiplicando per v il secondo membro.

(40) Vedi Jeans: *Phil. Mag.*, vol. 27, [1914], pag. 14.

(41) Vedi Lorentz: *Proceed. Kon. Akad. Amster.* [1902-03], pag. 666; Jeans: *Phil. Mag.*, vol. 17, [1909], pag. 773 e vol. 18, [1909], pag. 209.

(42) Più propriamente si considerano non le radiazioni di frequenza v , ma quelle comprese tra v e $v+dv$ nel qual caso nell'equazione seguente (la (2)), ambo i membri vanno moltiplicati per dv .

(43) Rayleigh: «*Theory of sound*», vol. II, Cap. 13; Jeans: «*Electricity and magnetism*» (4^a ediz.) § 577; idem: *Phil. Mag.*, vol. 10, [1905], pag. 91. Anche in questo caso vale quanto si è detto nella nota precedente: se si considerino le radiazioni comprese tra v e $v+dv$ si trova che esse sono in numero di $\frac{8\pi}{c^3} v^2 dv$ e quindi il risultato che l'energia media loro è kT non muta. Riguardo al significato della frase «numero delle radiazioni di frequenza v » oppure più correttamente comprese fra v e $v+dv$ (pur rimandando alle memorie citate al principio di questa nota) ricordiamo quanto segue. Si dimostra che in un gas il movimento molecolare, per quanto complesso sia, può essere considerato, per una applicazione del teorema di Fourier, come dovuto ad un insieme di onde (sonore): quelle la cui frequenza è compresa fra v e $v+dv$ sono in numero di $\frac{a}{v} v^2 dv$ indicando con a una costante e con v la velocità di propagazione. Analogamente può trattarsi la questione per le onde luminose, *mutatis mutandis*.

(44) Vedi nota 36.

(45) Vedi *Wied. Ann.*, vol. 58, [1896], pag. 662. Si impone qui una osservazione: come risulta da quest'ultima citazione e da quelle nelle note precedenti la formula di Wien è anteriore a quella di Rayleigh-Jeans. Nell'esposizione sopra seguita, l'ordine cronologico è stato invertito per far risaltare vieppiù il disaccordo fra i principi classici e l'esperienza; disaccordo che ai tempi del Wien forse ancora non era nettamente percepito. Esso è stato soprattutto messo in evidenza dopo i lavori di Planck, Jeans, Poincaré già citati o che citeremo più avanti al momento opportuno.

(46) Per la critica sul modo di dedurre l'equazione del Wien, vedi ad esempio il rapporto già citato del Lummer.

(47) Per le relazioni tra entropia e probabilità di configurazione di stato di un sistema, vedi Boltzmann: «*Vorles. über Gas.*»; Jeans: *Op. cit.*

(48) Alludo al problema di trovare la configurazione che deve assumere un gas (cioè distribuzione delle molecole e ripartizione delle velocità fra queste) quando si imponga la condizione che l'entropia sia massima e l'energia totale rimanga costante. Vedi Jeans, *op. cit.*, Boltzmann, *op. cit.* nella nota precedente.

(49) Giusto la terminologia stessa di Planck.

(50) La celebre memoria di Planck è in *Verh. deutsch. phys. Gesell.* Vol. 2, [1900], pag. 202; e in *Ann. der Phys.*, vol. 4 [1901], pag. 553, vedi anche: «*Die Wärmestrahlung*» dello stesso Planck.

(51) Troverai larga trattazione critica nell'opuscolo del Jeans: «*Report on Radiation and Quantum Theory*» [1925], 2^a edizione.

(52) *Phil. Mag.*, vol. 20, [1901], pag. 953.

(53) *Phys. Zeits.*, vol. 18, [1917], pag. 122.

(54) Vedi: Sommerfeld: «*Atombau und Spectrallinien*»; Juvet: «*Mécanique Analytique et Théorie de Quanta*», 2^a parte; Brillouin: «*La Théorie des Quanta et l'Atom de Bohr*»; March: «*Théorie der Strahlung und der Quanten*»; Jeans: «*The Dinamic. Theor. of Gas*», ultimi capitoli. Tutti libri questi dove la quantistica è largamente sviluppata anche nelle sue principali applicazioni.

(55) Vedi Perrin: «*Les atomes*»; Roth und Scheel: «*Konstanten der Atomphysik*» Tab. 9; Le Comte de Noüy: *Phil. Mag.*, vol. 48, [1924], pag. 664.

(56) Vedi Ladenburg: «*Plancks Elementares Wirkungsquantum*»; e vedi anche la Tabella 15 delle «*Konstanten...*» già citate.

(57) Vedi *Journ. de Phys.*, vol. 11, [1912], pag. 5; Fowler: *Proceed. of Roy. Soc. of London*, vol. 99, [1921], pag. 462; Jeans: *Phil. Mag.*, vol. 20 [1910], pag. 943.

(58) In «*Dernières pensées*» pag. 185.

(59) Vedi Boltzmann: «*Vorlesungen ecc.*»; Jeans: «*Dinamica ecc.*» già citate.

(60) Lettera a B. Castelli del 3 dicembre 1939.

LA FUNZIONE ECONOMICA DELLA PRODUZIONE DELL'ENERGIA

G. REVESSI



Conferenza tenuta presso la Sezione Veneta e a Roma
il 28 maggio e il 30 giugno 1926

Quando, o Signori, uno scienziato poeta, tipico rappresentante del nostro pensiero latino, ebbe a individuare sulla superficie di Marte la realtà o l'apparenza di linee parallele, parve veramente di intravedere, curve al lavoro sugli argini dei supposti canali, delle figure umane.

Dio infatti ha dettato all'evoluzione dei mondi leggi eterne, così da dover ascrivere a miracolo, cioè al diretto intervento della Divinità stessa, le eccezionali deviazioni: ma il sovrapporsi all'infinito degli effetti di queste leggi ha dato all'Universo un aspetto talmente vario e accidentato, che mai più si ritrova in natura un simile parallelismo, nè mai eguali due mondi, nè due piante, nè due creature, forse neppure due atomi. Dio ha allora deposto sulla terra l'uomo, il quale, pure nella infinita varietà delle sue sembianze e delle sue attitudini, assunse il compito di ricondurre nell'evoluzione del nostro mondo quella regolarità geometrica di linee, che è caratteristica appunto del suo lavoro: all'evoluzione governata dalle ferree leggi della natura si sovrappose così gradatamente l'evoluzione governata dal « metodo », insensibilmente dapprima, inconsciamente, cioè senza una chiara visione della finalità, sempre, o almeno fino a giorni molto prossimi a noi.

In una conferenza tenuta recentemente ⁽¹⁾ ho tentato di inserire in questa gigantesca catena di eventi l'azione della tecnica moderna, giungendo alla conclusione che il progresso, che essa ha determinato, rappresenta quella forma più recente e più elevata dell'evoluzione della terra, di cui noi possiamo essere gli umili, ma non dovremmo rimanere i ciechi strumenti; senonchè questo non è che un aspetto del problema, per quanto pieno più di ogni altro di fascino, perchè connesso al mistero che accompagna il destino dell'umanità.

C'è infatti una seconda faccia del problema, praticamente più grave, anche se filosoficamente meno elevata, e che dipende dalla circostanza, che risultato essenziale del progresso è di mettere a disposizione dell'umanità una somma sempre maggiore di servizi e di beni: appunto su questo contenuto economico mi propongo oggi di richiamare la Vostra attenzione, sia perchè col medesimo è strettamente connesso il benessere generale, sia perchè col suo progressivo affermarsi, cioè attraverso l'incremento di ciò che si chiama « ricchezza », viene offerta alla tecnica la possibilità del progresso avvenire.

Come si crea la ricchezza? e non scambiatela per carità col lusso, che ne può essere qualche volta l'indice, più raramente la misura, più spesso, quando non risponda a superiori esigenze di rappresentanza, di propaganda o di manifestazione artistica, una forma antieconomica di degenerazione. La domanda non è vana, perchè senza avervi in precedenza risposto non è possibile affrontare il problema che forma l'oggetto della mia esposizione, « la funzione economica della produzione dell'energia ».

*

Serbo il ricordo, benchè si tratti di molti anni fa, di una romita valletta del nostro Appennino nella quiete misteriosa di una notte di agosto, densa, attraverso un anello di oscure macchie di faggi, in cielo di stelle e sul frumento di lucciole: pareva che bastasse tendere l'orecchio per sorprendere il rantolo dei compagni di Catilina caduti al loro posto di combattimento, — « *nam fere, —* racconta Sallustio, — *quem quisque vivos pugnando locum ceperat, eum, amissa anima, corpore tegebat* », — o che la brezza notturna potesse ancora tradire dal fruscio delle foglie il cauto passaggio per i poggi circostanti dei cavalieri di Francesco Ferruccio in marcia verso il sacrificio.

Troppo angusta è la terra d'Italia per la grandezza della sua storia, e non c'è sasso dove non possa essere inciso un

nome o una data; tutte le lotte, anche le fratricide, vi ebbero necessariamente un substrato economico, e in così dura e continuata palestra gli italiani più di ogni altro dovettero affinare l'intelligenza ed imparare la sobrietà. Perciò a un Americano che osservando dal finestrino, mentre il treno scivolava su Pistoia, stupiva al numero delle abitazioni arrampicate sui monti, e mi chiedeva meravigliato, come potesse, coll'evidenza di così scarse risorse, sussistere una popolazione sì folta, rispondeva che effettivamente il miracolo di mantenere lassù una vita civile non avrebbe potuto essere compiuto che da gente della nostra stirpe.

Oggi « Campo di Zoro » non è più così romito come una volta, le lucciole hanno ormai abbandonato il troppo gramo frumento, le stelle stesse, attraverso il velo di fumo e di pulviscolo, che diffondono il chiarore delle lampade elettriche, sembrano essersi diradate: un grande stabilimento industriale vi lavora, agli scopi più diversi di pace e di guerra, la lamiera metallica, lo lambisce una minuscola ferrovia elettrica, vi si affollano intorno le attività sussidiarie della vita.

Certo l'antico fascino del luogo è perduto; i legionari di Roma e i cavalieri di Firenze stenterebbero ad orientarsi; ma attraverso eventi di questo genere il progresso crea la ricchezza, e la ha aumentata in modo, che occorrerebbe oggi discendere molto nella scala sociale per ritrovare il tenor di vita, cui si adattava un Creso dell'antichità, e che non basterebbe neppure salire in terza classe per avere un'idea dei disagi, cui doveva assoggettarsi un principe o un cardinale del fastoso cinquecento per trasferirsi da Roma a Milano.

*

Conviene ormai abbandonare la visione, che ci ha permesso di entrare nel vivo dell'argomento, ma che avrebbe adesso il danno di tenere avvinta la mente a un caso specifico.

Schematicamente quindi, e senza più riferimento a casi particolari, il processo si inizia col gesto dello « *speculatore* », che per scienza o per intuito ha intraveduto l'affare, e si decide a lanciarlo: siete pregati di togliere alla parola *speculatore* ogni significato dispregiativo; ciò avvenuto, essa rimane la parola più adatta, perchè esprime il « *rischio* », che accompagna l'impresa, e giustifica quindi, ove segua il successo, l'entità del profitto.

Lanciare l'affare significa innanzi tutto assicurarsi la disponibilità dei capitali occorrenti e procedere alla scelta dei principali collaboratori, che abbiano le attitudini, gli inglesi dicono « *le abilità* », più adatte allo scopo; entrambi compiti ardui, specialmente il secondo, perchè, se il capitale può esser pigro o diffidente, pressioni sciocche o interessate di terzi e pronte adulazioni di procacciatori possono compromettere una scelta opportuna, traendo in inganno anche la più felice intelligenza di valori umani; significa poi, sulla base di un concreto progetto tecnico e finanziario, l'acquisto dei terreni, la sistemazione degli edifici e delle macchine, il reclutamento del personale, gli accordi per le materie prime e semilavorate, per i trasporti, per l'energia, la preparazione infine del mercato col sussidio eventuale di una pubblicità seria o sfrontata a seconda del genere di commercio e della mentalità dei consumatori. Tutto un complesso di difficoltà, che rende la strada così aspra e maliscura, e seminata di chiodi e di curve pericolose, da richiedere per essere percorsa senza troppi guai, e senza cadere in contravvenzione, una felice dosatura di cognizioni e di prudente ardire, che mal si acquista sui libri e nella scuola, ma ancor oggi piuttosto colla personale esperienza di precedenti ammacature.

Ma non è questo che più ci interessa, quanto la constatazione, che la creazione della ricchezza presuppone dunque un certo numero di operazioni tecnico finanziarie, che possono essere raggruppate sotto le seguenti categorie:

- a) acquisto dei capitali;
- b) acquisto della terra e provvista dei materiali greggi e dei mezzi di lavorazione;
- c) provvista dei mezzi di trasporto;
- d) provvista dell'energia;
- e) reclutamento dei collaboratori e del personale.

Queste categorie, seppure nelle proporzioni più diverse a seconda della natura del servizio offerto al consumatore, compaiono si può dire sempre, tutte insieme, sia che si tratti di un prodotto alimentare, o d'un albergo, o d'una stoffa, o di francobolli vecchi, e si riferiscono ad addendi, piuttosto che a fattori della ricchezza, perchè anche singolarmente son concepibili come ricchezze, e come tali ciascuna il risultato di altre

⁽¹⁾ « La funzione storica della produzione dell'energia » - *L'Elettrotecnica*, 1926, pag. 253.

imprese e di altre fatiche, di imprese bancarie e commerciali, di industrie agricole ed estrattive, di imprese di trasporto, di esercizi elettrici, di scuole; alcune di origine così remota ed oscura da acquistare il carattere di privilegio nelle mani degli attuali aventi diritto, altre di fonte più recente e giustificata; alcune per natura o per consuetudine considerate come campo esclusivo dell'attività privata, altre di quella dei poteri pubblici, altre infine in posizione intermedia o non ancora definitivamente assodata.

La quantità di ricchezza preesistente consumata a produrre la nuova, cioè in sostanza il costo del bene o del servizio ottenuto, può essere in conseguenza sinteticamente prospettato sotto la forma:

$$S = aA + bB + cC + dD + eE \quad (1)$$

dove rispettivamente le lettere minuscole $a, b, c, \dots$ indicano i prezzi unitari, e le maiuscole $A, B, C, \dots$ le quantità di beni consumati allo scopo; ben'inteso l'espressione non ha alcun intento contabile, non solo perchè ciascuno degli addendi può essere a sua volta somma di altri riferiti a beni diversi o per natura o per prezzi, ma anche perchè, specialmente per quanto riguarda le prestazioni di ordine più elevato, sarebbe qualche volta difficile stabilire un'unità di misura.

Per arrivare al traguardo, cioè al mercato, occorre tenere ulteriormente conto, che l'impresa deve sostenere altri due oneri, uno P relativo a quella pubblicità, di cui si è già avuto occasione di accennare, e che mira a preparare il consumatore, che ha pure bisogno di un premio per accorrere, e l'altro T relativo al complesso di imposte e tasse percepite dallo Stato a titolo di compenso dei servizi, che esso rende all'impresa col garantirle la tranquillità pubblica, la giustizia, la protezione dei suoi diritti all'estero, ecc.

Detto M il « prezzo di scambio o di mercato », è il senso e l'entità della differenza

$$\Delta R = M - (S + P + T), \quad (2)$$

profitto, se positiva, dello speculatore, che stabilisce, se la ciambella è riuscita col buco.

E se è negativa? se è negativa, ne va normalmente di mezzo il capitale, buon diavolaccio, assai migliore della sua fama, più incline al perdono che al « pollice verso ».

Ma ΔR non è tutto aumento di ricchezza, e d'altra parte non è neppure il solo; non è tutto, perchè una parte deve pur sopprimere alle esigenze di vita dello speculatore, lasciandogli realmente disponibile come incremento di ricchezza soltanto un « sopraprofitto » $\Delta R'$; non è il solo, perchè altre possibilità di accumulazione si accompagnano all'impresa in corrispondenza agli addendi estremi del costo S prospettato dalla (1), relativi al capitale e alla prestazione d'opera; altre possibilità ci sono anzi anche in relazione agli addendi intermedi, ma che meglio possono essere considerate a parte come a loro volta il risultato delle imprese, di cui vi si riflettono i prodotti o i servizi.

Il costo unitario a del capitale A , oltre che comprendere una quota destinata a ricostituirla attraverso il meccanismo dell'ammortamento, comprende infatti un interesse, che permette al possessore del capitale, dopo provveduto alle necessità dell'esistenza, di ricevere un sopraprofitto $\Delta R''$ capace di ingagliardire all'intervento, malgrado il « rischio » dell'impresa e il « sacrificio », almeno temporaneo, della sua capacità di acquisto. Analogamente il compenso unitario e alla prestazione d'opera E , oltre che provvedere a ciò che si potrebbe chiamare il rimborso spese, di necessità assai diverso a seconda delle attitudini e della conseguente posizione sociale del collaboratore, deve pur provvedere alla possibilità a suo beneficio di un sopraprofitto $\Delta R'''$, senza del quale è lecito pensare, che l'impresa non avrebbe potuto valersi della sua opera.

L'incremento totale di ricchezza, che ha accompagnato l'impresa risulta allora:

$$R = \Delta R' + \Delta R'' + \Delta R''', \quad (3)$$

ripartito tra lo speculatore, il capitalista e il prestatore d'opera.

Si potrebbe ulteriormente distinguere questi sopraprofiti, che nel nome ormai tradiscono la loro piena disponibilità, in produttivi ed improduttivi, a seconda che impiegati razionalmente nella medesima o in altre imprese, o dispersi all'osteria o presso la grande sarta a Parigi; ma questo esame non è essenziale alla nostra ricerca; conviene piuttosto ricordare, che intorno a questa distribuzione arde la lotta da tempo immemorabile, da assai prima cioè che l'economia politica, scienza appena di ieri, giungesse a schematizzarla razionalmente.

Questa lotta mira con mezzi prevalentemente politici a sottrarre la distribuzione dei sopraprofiti al giogo della legge della domanda e dell'offerta, che, come rincara o avvilisce il valore di qualunque prodotto, che in confronto alla richiesta scarseggi o sovrabbondi, così agisce analogamente non meno sul capitale, che sulla prestazione d'opera, che sulla stessa speculazione: veramente la funzione dello speculatore, per quanto essenziale, è di carattere transitorio, nel senso che, riuscita la ciambella col buco e assodata l'impresa, esso tende a partecipare della normale prestazione d'opera, anche se il suo reddito partecipa invece sempre più di quello riservato al capitale; sono in sostanza « i nuovi ricchi », specialmente numerosi in tempi di transizione e di convulsioni economiche; ma anche per lo speculatore, maggiore è il numero di coloro che si gettano sulla medesima categoria e volume di affari, e più larga quota di sopraprofitto sono costretti a lasciare al capitale e alla prestazione d'opera, di cui devono assicurarsi il concorso.

Analogamente il capitale è costretto a contentarsi di un premio tanto più limitato, quanto più abbonda; è storia vecchia, che l'usura fiorisce, quando c'è la fame; da ciò la tendenza del capitale ad accorrere, quando almeno abbia la fiducia di esservi lasciato tranquillo, e quindi ad esempio in Germania e non in Russia, dai paesi ricchi ai paesi poveri in cerca di un premio maggiore, che concorre, livellando, a ridurre; da ciò il vecchio insulto, che la finanza non ha patria, investe quella che economicamente è la sua virtù.

Altrettanto finalmente avviene, il fenomeno socialmente più grave, per la prestazione d'opera, dove l'esuberanza della disponibilità può, non solo privare di ogni sopraprofitto, ma ridurre a un compenso di fame non meno il bracciante che lo spostato intellettuale delle classi medie.

*

Conviene adesso prendere in considerazione i tre addendi intermedi del costo S prospettato dalla (1), che, per riflettere le materie prime coi relativi mezzi di lavoro, i trasporti e l'energia, ben altrimenti, risentono, per il loro più intimo contatto colla tecnica moderna, le conseguenze di un deciso e ininterrotto progresso. Inoltre, se l'uomo è l'artefice della ricchezza, e il capitale l'utensile primo ed indispensabile, le fonti della ricchezza, senza le quali non ne è concepibile la creazione, sono innanzi tutto la terra e i prodotti delle industrie agricole ed estrattive coi relativi mezzi tecnici per la successiva elaborazione, e successivamente, almeno nelle condizioni della vita moderna, i trasporti e l'energia.

Come è noto, la terra e le materie prime in generale sono caratterizzate da una disponibilità limitata, che, se è fondamentalmente insita nella natura, può però essere artificialmente aggravata, sia per riservare ai possessori il vantaggio di un « sopraprezzo di monopolio », sia per l'intervento di fattori di altra natura. Finchè il guaio sorge per l'egoismo di privati, il danno economico non può essere grave, e soprattutto durevole, perchè è sempre stato un giuoco pericoloso tirar troppo la corda; si provoca la reazione, finisce per intervenire lo Stato.

Senza confronto più grave è quando la deficienza è determinata da sfavorevole distribuzione geografica, per cui materie prime fra le più importanti sono prevalentemente in mano a singoli gruppi etnici, talora neppure in condizione di sfruttarle convenientemente: scelgo con intenzione un esempio, che poco ancora ci interessa direttamente in confronto a un altro popolo a forte sviluppo demografico, nella pretesa degli attuali dominatori dell'Australia di tenere un continente intero a loro esclusiva disposizione: essa può essere determinata dalla paura di restare altrimenti sommersi al contatto di razze più sobrie e più vitali, alimentata dall'interesse delle classi lavoratrici di mantenere scarsa l'offerta della mano d'opera, scusata col pretesto di una asserita inferiorità di razza da una scienza servizievole, ma è certamente destinata a dar vita presto o tardi a una di quelle vertenze internazionali, che non si risolvono che sull'arunta della spada.

Un altro esempio ci potrebbe esser dato dai combustibili fossili, di cui noi non possiamo quasi toccare le nostre magre riserve per non averle ridotte al nulla il giorno, che, anche solo transitoriamente, fossimo costretti a ricorrere a questa estrema risorsa.

Perfino la provvista di talune macchine operatrici può talora andar soggetta al pericolo del monopolio: molti ricordano l'agile giuoco, che la Germania, col sussidio di una perfetta organizzazione, esercitava ante guerra a questo scopo sui brevetti.

Restano i trasporti e l'energia: sono, dopo la finanza, a proposito della quale è universale il proverbio, che « *Money makes the world go round* », che cioè il denaro fa girare il mondo, le due industrie « *connettive* » per eccellenza, in quanto tendono a penetrare sempre più in ogni forma dell'attività umana, che sia creatrice di ricchezza, così che il grado del loro sviluppo e la perfezione della loro organizzazione hanno un'influenza sempre più decisiva sulla prosperità economica di un paese, e il loro arresto può diventare un crimine di fronte alla Nazione.

Veramente « *connettivi* » gli economisti hanno chiamato finora finanze e trasporti, conservando al lavoro piuttosto l'antico significato di lavoro manuale, colla conseguenza di tenere nella dottrina distinte le due forme dell'attività umana, quella intellettuale, le « *abilità* », e quella del braccio, il « *lavoro* », e con l'inconveniente di stabilire una troppo rigida distinzione fra le classi dirigenti e le classi operaie e di rassodare con ciò nella folla la persuasione, che soltanto chi lavora col braccio sia realmente un « *lavoratore* ».

Grande merito del nuovo sindacalismo italiano è di aver tentato di reagire a questa inopportuna concezione trattando in modo analogo le due forme della fatica umana, che, almeno presso un popolo vecchio ed equilibrato come il nostro, dovrebbero esser nate per collaborare e non per dispregiarsi a vicenda, e tra le quali inoltre non sempre è facile una netta distinzione.

Non solo, ma se si considera modernamente il problema, si arriva al risultato, per molti probabilmente inatteso, che la prestazione giornaliera anche di un buon manovale giunge appena, come lavoro meccanico, a un terzo di kWh: ciò voleva ancora rappresentare qualche cosa, finché l'uomo, per non disporre della produzione meccanica dell'energia, non poteva altrimenti far ricorso che agli animali da lavoro, duplicando all'incirca questa prestazione, ma con una spesa assai ingente, e colla necessità di aggiungere ad uno o al più a due capi un uomo di scorta; l'odierna situazione di fatto, in cui l'uomo può dominare colle macchine anche forze capaci di un lavoro anche dieci o cento volte maggiore, è ben differente, e, se malgrado questo, anche il semplice manovale non ha perduto il suo valore economico, ciò dipende dalla circostanza, che, oltre alla sua capacità di lavoro, dispone di attitudini mentali, modeste quanto si voglia, ma senza delle quali molte prestazioni necessarie, anche se umili, non sarebbero possibili. Si aggiunga la tendenza sempre più decisa, perchè promossa da impellenti ragioni di economia, di accompagnare anche queste prestazioni con qualche ordigno, possibilmente animato da energia meccanica, che, alleviando la fatica materiale, aumenti il volume del lavoro utile.

Da ciò la convenienza crescente di abbandonare l'antica concezione del lavoro, considerando invece ogni prestazione umana nella categoria delle « *abilità* » e dall'altra la sola energia meccanica; ciò risponde anche alla sana tendenza moderna di favorire, per quanto è possibile, il passaggio delle classi operaie dal semplice lavoro manuale al lavoro qualificato, dove le attitudini e l'istruzione assumono necessariamente un'importanza sempre maggiore.

Occorre finalmente chiarire un'ultima circostanza: quando si parla in economia di « *trasporti* » come di un'industria connettiva, non si allude naturalmente ai privati trasporti, che occorrono per esempio, e molte volte in misura notevolissima, per organizzare razionalmente le lavorazioni nell'interno di uno stabilimento, e che vengono quindi a far parte piuttosto dei mezzi d'opera dell'impresa, ma soltanto dei trasporti intesi come servizio pubblico, e che servono ai bisogni generali dei cittadini e del commercio generalmente a cura o sotto il diretto controllo dei poteri pubblici. Una distinzione analoga si deve fare anche per l'« *energia* »: finché essa è provveduta in maniera autonoma per le particolari necessità di una determinata impresa, seppure nelle proporzioni gigantesche, che può richiedere ad esempio la propulsione di un transatlantico, essa fa parte piuttosto dell'equipaggiamento dell'impresa stessa, e in tale categoria rientrano ad esempio anche gli animali da lavoro adibiti all'agricoltura; la « *energia* » diventa invece un'attività economica connettiva quando col sussidio dell'elettricità, è prodotta da apposite imprese in separate centrali, e quindi distribuita ad imprese distinte, che se ne valgono per sviluppare una propria attività economica.

Ciò premesso, non occorre, credo, spendere molto parole per dimostrare il carattere connettivo dell'energia stessa anche in confronto ai trasporti, rispetto a cui tale qualità è da tempo riconosciuta; si può anzi osservare, che, mentre la deficienza o l'arresto dei trasporti non trascina con sé, almeno di regola, l'arresto o la deficienza dell'energia, l'irregolarità o la cessazione dell'erogazione di quest'ultima, magari a causa di una banale

fulminazione, può determinare la paralisi anche di sezioni importanti e vitali dei trasporti.

Non solo, ma la ripercussione su questi e sulla massima parte delle attività umane è senza confronto più immediata: per i trasporti qualche riserva sotto mano, che permetta di tirare avanti senza il loro sussidio per qualche ora o per qualche giorno c'è sempre, e qualche cosa da sostituirvi, anche se di meno efficace, si può sempre scovare dimenticato in rimessa. Per l'energia la cosa è diversa, anche una semplice irregolarità di erogazione può produrre in qualche caso notevoli danni economici, e tutti conoscono per esperienza propria il piacere di esser lasciati improvvisamente al buio in cerca di candele e fiammiferi: una riserva in mano all'utente è per ragioni pratiche ed economiche ormai un'eccezione.

Ma l'importanza dell'energia ai fini del progresso è fondamentale anche sotto un altro aspetto: è essa infatti che, migliorando senza confronto le condizioni del lavoro, rendendo possibile di attenuare le conseguenze dannose dell'urbanesimo, trasformando in meglio e a vantaggio di tutti la vita, ha più contribuito al benessere dell'umanità di molte delle più celebrate riforme sociali e politiche.

Il fatto poi che la più parte dei perfezionamenti introdotti nelle lavorazioni più discarate negli ultimi trent'anni è strettamente connessa coll'impiego dell'energia elettrica, da quest'ultima un'influenza decisiva sul passaggio di vaste categorie di operai dal lavoro « *senza cervello* », come dicono gli inglesi, al lavoro più o meno qualificato, mentre il volume del prodotto per prestazione d'opera unitaria diventa di regola maggiore; il corrispondente maggior valore di mercato, conseguito malgrado la diminuzione del prezzo unitario derivante dalla più larga offerta, consente in generale, anche dopo provveduto alle maggiori spese di capitale, un più largo margine di profitto, che, almeno in parte, è costretto a riversarsi a beneficio della prestazione d'opera, non solo per la minor distonibilità della richiesta d'attitudine, ma anche per il maggiore interesse, che viene all'ora ad acquistare l'impresa, di avvicinare il compenso al « *salario di miglior rendimento* », senza di cui non potrebbe sfruttare a sufficienza la più costosa apparecchiatura.

Così l'energia elettrica, oltre che favorire efficacemente la produzione della ricchezza, tende a determinare automaticamente una più equa distribuzione dei « *sovrapprofitti* », ed estende a schiere sempre più numerose di consumatori il godimento di beni in passato di necessità riservati a piccole minoranze.

Particolarmente benefica è infine l'azione connettiva dell'energia sulla ripresa, in quanto possibile, dell'artigianato, fattore economico di grande importanza, almeno presso un popolo di antica tradizione artistica come il nostro.

*

Ma sul meccanismo della produzione della ricchezza non può non agire, anche quando dominava la teorica del « *laissez faire* », lo Stato, tante sono le interferenze, alcune evidenti, altre solo indirette, fra l'azione dello Stato e l'attività delle imprese economiche.

L'intenzione dello Stato è certo sempre quella di favorire l'incremento della ricchezza, perfino quando, come nell'esperimento russo, le apparenze potrebbero far credere il contrario: non sempre invece i risultati corrispondono alle intenzioni, anche se fortunatamente di rado si arriva al caso della Russia, che per un pregiudizio dottrinario avverso al capitale è ridotta a pagare le macchine di cui ha bisogno il riassetto della sua economia interna, ad esempio, con delle partite di caviale, ponendo invero il fornitore in grave imbarazzo per le maggiori difficoltà del più lungo credito, di cui ha bisogno, ma compensandolo alla fine ad usura coll'abbandonargli il non lieve profitto inerente alla successiva trasformazione del caviale in denaro sonante.

Ciò vuol dire, che questo intervento dello Stato è un argomento ben degno di essere obiettivamente esaminato, se si vuol veramente cercare, com'è qui l'assunto, di stabilire il significato e la posizione dell'energia nella maggior cornice dell'economia generale di un paese.

Lo Stato può prefiggersi di favorire, e non per sole ragioni economiche, ma anche politiche, ad esempio di preparazione militare, determinate categorie di imprese, come pure può anche prefiggersi, e naturalmente le due eventualità si possono accoppiare senza elidersi l'una coll'altra, di promuovere in generale il complesso di tutte le attività, che hanno per scopo la produzione della ricchezza; a questo fine può fino a un certo punto disporre delle attività connettive, la finanza, i trasporti e

l'energia, e sarà indotto a valersi piuttosto della prima nel primo caso, delle altre due nel secondo.

Ben'inteso questa regola è suscettibile di eccezioni: una riduzione generale di un tributo di larga applicazione, resa possibile dall'introduzione di adeguate economie nell'amministrazione pubblica, può promuovere l'attività generale del paese; viceversa, comunicazioni ferroviarie o marittime in particolari direzioni possono, favorendo l'esportazione, aprire nuovi mercati a speciali prodotti, per esempio dell'agricoltura; ma l'asserzione resta egualmente fondata.

C'è veramente un'altra leva molto importante, sebbene di maneggio molto delicato, sulla quale può agire lo Stato onde promuovere la ricchezza; esso può agire cioè sulla preparazione delle « *abilità* » mediante il saggio impiego dell'insegnamento tecnico, professionale e superiore, esteso, s'intende, oltre che alla tecnica propriamente detta, e alle scienze che ne sono il fondamento, anche a quelle discipline artistiche, economiche, commerciali, giuridiche, e, perchè no? umanistiche, che pure concorrono in varia misura all'attività economica di un paese. E' un argomento questo, sul quale non si insisterà mai abbastanza, anche se in questa sede devo appena toccarlo per non abusare troppo della Vostra pazienza, e sul quale ad esempio la Germania deve in parte non piccola la sua prosperità di anteguerra, non solo per le sue insite difficoltà e per le spese sempre maggiori, di cui ha bisogno per riuscire efficace, ma anche per il pericolo, che vi è connesso, di creare, con un assortimento non rispondente alle richieste, l'inconveniente economico e sociale degli « *spostati* ».

Tornando alle direttive di massima prima accennate, la considerazione del costo *S* del servizio espresso dalla (1) e quella del profitto lordo dello speculatore *AR* espresso dalla (2), mostrano quali possano essere gli espedienti finanziari, che lo Stato può avere a disposizione per favorire una determinata categoria di attività economiche: questi espedienti mirano tutti, sia che si tratti di un alleggerimento dei tributi *T* o della concessione di sussidi, o di partecipazioni, o di mutui di favore, o della garanzia di un minimo di interesse al denaro impiegato, a favorire direttamente o indirettamente all'industria l'acquisto del capitale; anche l'aumento artificiale del prezzo di mercato, ottenuto col contrastare o coll'eliminare la concorrenza estera mediante l'applicazione di dazi protettivi, raggiunge per altra via lo stesso scopo.

Sono tutti mezzi, a seconda delle circostanze, più o meno efficaci, ma che, per la loro stessa indole, non possono essere applicati che a particolari categorie di imprese, che preme allo Stato, di promuovere, perchè inevitabilmente sottraggono altrettanto capitale alle imprese non favorite; in particolare di delicato maneggio sono i dazi di protezione, perchè, oltre che diminuire la capacità di acquisto del consumatore, e quindi l'ampiezza del mercato e la possibilità di accantonare dei sopraprofiti per il loro successivo impiego in scopi produttivi, possono determinare provvedimenti di rappresaglia capaci di non meno gravi ripercussioni economiche: la saggezza dello Stato si appalesa nel saper commisurare il vantaggio al danno in modo che il primo riesca possibilmente maggiore del secondo.

Possono in taluni casi concorrere al medesimo scopo anche provvedimenti finanziari, che mirino a facilitare l'afflusso dall'estero dei capitali, come pure l'introduzione o la ricerca di particolari materie prime, o eccezionalmente anche di particolari categorie di macchine.

Ma quando lo Stato, anzichè favorire questa o quella categoria d'imprese, o più esattamente in aggiunta a questa azione particolare, si prefigge anche lo scopo, come diventa sempre più largamente compito dello Stato moderno, di promuovere in generale la produzione della ricchezza, allora, a parte l'arma dell'istruzione, di cui si è già accennato, non gli resta sostanzialmente che una via, quella di agire sui trasporti e sull'energia.

Per i primi la pratica è vecchia, tanto da essere ormai consuetudine, e la lunga esperienza ha ormai ampiamente dimostrato quanto per questa via sia possibile di ottenere.

Si può dire che fino dalla antichità uno dei compiti economici principali degli Stati civili sia apparso essere quello di aprire le strade e di garantire i porti, anche se nella età di mezzo il pedaggio e le « *droit d'épave* » ebbero a divenire, e non precisamente per la preoccupazione di favorire l'incremento della ricchezza del paese, uno dei proventi principali dei signorotti locali.

Il principio di provvedere a spese della comunità alle strade ed ai porti, sia pure contro il pagamento di speciali diritti più che altro intesi a coprire almeno in parte l'onere della manutenzione, non solo si mantenne, quando i mezzi principali di co-

municazione divennero le ferrovie e la navigazione a vapore, ma si andò estendendo, anche se non si giunse a realizzare l'estrema proposta di rendere per le ferrovie il servizio addirittura gratuito, in modo che lo Stato assai spesso si addossò il compito di colmare quella parte delle spese di esercizio, cui la scarsità dei consumatori non poteva provvedere, e che per finalità di concorrenza, e qualche volta addirittura di « *dumping* », si applicarono sui trasporti terrestri e marittimi tariffe in perdita; è ben noto quanta parte della prosperità della Germania di anteguerra fosse dovuta ad un'ardita politica dei trasporti e delle relative tariffe.

La storia dell'energia, intesa come in precedenza si è accennato, cioè come produzione e distribuzione dell'energia elettrica, è troppo recente per poter presentare ardimenti siffatti; ma le vicende del progresso insegnano, che in tutti i campi dell'attività economica pionieri sono naturalmente i privati cittadini, mentre l'azione dello Stato non si appalesa che in un secondo tempo, se ed in quanto lo sviluppo dell'impresa e l'influenza economica, che viene in conseguenza ad assumere, « *sveglia* » lo Stato; l'importante per l'economia generale è che esso non si svegli troppo presto, tarpando le ali a quella iniziativa privata, che è la più atta ad iniziare una nuova impresa economica.

A sviluppo inoltrato, quando questo pericolo è cessato, e si presenta invece la convenienza di un coordinamento razionale, l'intervento dello Stato ad imporlo eventualmente d'autorità, può diventare, come mostra il caso dei trasporti, opportuno e anche necessario, fino a poter talora giustificare anche una stazionamento.

Anche in economia il feticismo per un determinato indirizzo, senza alcun riguardo alle circostanze, che lo possono giustificare o meno, non è troppo adatto a rintracciare la soluzione più opportuna.

Così lo Stato, data la rapidità dello sviluppo dell'industria dell'energia, e gli imbarazzi, in cui anch'essa si è venuta a trovare nel dopoguerra, è stato, pressochè da per tutto, costretto ad intervenire, tanto più che esso acquistava sempre più netta la sensazione del suo carattere connettivo, e della possibilità, col favorirne lo sviluppo, di dar nuova vita a quasi tutte le altre attività economiche, comprese quelle singolarmente così modeste, anche se importanti nel loro complesso, da poter più facilmente essere allacciate dall'esercente che messe in luce dall'economista.

In un paese poi povero come il nostro di combustibili fossili un altro incentivo si aggiungeva per questo intervento, la speranza di provvedere a una maggiore attività economica senza di conserva aumentare, almeno per quel che riguarda la quantità, il già gravoso tributo che per i combustibili fossili dobbiamo pagare all'estero, mettendo invece in valore le fonti nazionali dell'energia, le idrauliche, aventi, sui combustibili, l'ulteriore vantaggio economico di riprodursi senza fine, e di dar luogo quindi, per la loro messa in valore, ad opere stabili e rappresentanti uno stabile aumento di ricchezza.

Le modalità di questo intervento possono perciò, o limitarsi alle solite di carattere finanziario già considerate ed applicate per promuovere qualunque altra singola categoria di imprese, alleggerimento di imposte, sussidi, facilitazioni varie per la provvista dei capitali, o estendersi a provvedimenti di carattere integratore e coordinatore analoghi a quelli in uso per la concessione e per l'esercizio delle ferrovie.

Un complesso di provvedimenti, che si può ben qualificare di un estremo ardimento, ma che prova anche l'estrema importanza, che ormai si annette in uno degli Stati economicamente più progrediti, anche se attualmente turbato da un'acuta crisi, alla produzione dell'energia, è quello che si prepara ad applicare l'Inghilterra col nuovo « *Electricity Supply Bill* », che il Ministero Baldwin ha recentemente presentato: si tratta in sostanza, unificata la frequenza, di ricoprire l'intero territorio con una rete ad alta tensione, in cui verranno incorporate, acquistandole dagli aventi diritto, anche quella parte delle linee attuali, che potrà rientrare nel piano organico, che sarà allo scopo predisposto, rete connessa da una parte con alcune dozzine di grandi centrali, parte già esistenti e parte da costruire, e dall'altra colle reti di distribuzione opportunamente ampliate e completate: le centrali e le distribuzioni continueranno ad essere di regola esercitate dall'industria privata; la rete nazionale sarà invece direttamente amministrata da un « *Central Board* » o Ufficio Centrale autonomo, ma soggetto alla tutela del Ministero delle Comunicazioni, Ufficio che avrà inoltre il diretto controllo dell'intera produzione delle centrali dallo stesso acquistata in blocco.

Non è il caso di entrare in maggiori dettagli, basterà aggiungere, che la legge proposta autorizza l'Ufficio Centrale ad emettere colla garanzia dello Stato obbligazioni fino alla concorrenza di 33 milioni e mezzo di sterline (850 milioni di lire oro, e, al cambio di 120, *quattro miliardi di lire*), e che la Relazione della Commissione governativa di studio presieduta da Lord Weir, che ha servito di base alla redazione del progetto di legge, assume che il consumo annuale per abitante debba salire in quindici anni da 200 a 500 kWh e prevede per questo gigantesco riordinamento un investimento totale di capitali, centrali e distribuzioni comprese, di 250 milioni di sterline (6250 milioni di lire oro, e, al cambio di 120, *trenta miliardi di lire*).

La proposta è naturalmente osteggiata dal laburismo, che vorrebbe la « nazionalizzazione », nonché da qualche gruppo del polo opposto, che trova che « *del provvedimento non si sente il bisogno* », ma la definitiva approvazione sembra sicura.

Comunque si voglia giudicare questo tentativo, esso conferma l'importanza assunta dall'« *energia* » per la produzione della ricchezza, e in particolare il suo carattere connettivo.

✱

Noi Italiani ci prepariamo a solennizzare l'anno venturo il Centenario di Volta, recentemente fu celebrato in Francia quello di Ampère; ciò vuol dire in sostanza, che l'elettricità ha, come scienza, circa un secolo di vita; la più gran parte di questo secolo è stata necessariamente impiegata a elaborare le grandi scoperte, e a vincere le innumerevoli difficoltà di dettaglio, che si opponevano al loro pratico e proficuo impiego, così che la tecnica delle correnti intense, che ha permesso l'utilizzazione dell'« *energia* » nel senso qui considerato, ha poco più che trent'anni di esistenza; in trent'anni questa energia è diventata la principale attività connettiva dell'economia moderna, cosicché la capacità produttiva di un paese può essere sostanzialmente misurata dalla sua disponibilità di kilowatt e di kilowattore.

Da ciò l'importanza grandissima di mettere in rilievo, come ho tentato di fare, la interdipendenza che esiste fra questa attività fondamentale, il complesso di tutte le altre attività, che contribuiscono alla formazione della ricchezza, e la politica economica dello Stato.

Anche nel campo economico politico, che abbiamo oggi sorvolato, quello che più stupisce è la rapidità con cui il progresso schianta idoli e pregiudizi.

L'altro giorno ero tentato di non credere ai miei occhi a leggere quello che ha scritto il nobile Lord nella sua relazione, e più ancora quello che è contenuto nel progetto di legge del Ministero conservatore inglese: sono considerazioni e proposte, che, a parte le differenze dovute alla diversità della fonte dell'energia considerata come la principale, e a parte un minor riguardo, per le esigenze dello Stato, dell'autonomia privata, sono ispirate ai medesimi concetti, che mi ero permesso di prospettare tre anni addietro ⁽²⁾, non solo provocando qualche ragionevole obiezione giustificata dalla mancanza di ogni esperienza in proposito e persino di una trattazione metodica del problema tecnico centrale, la rete ad alta tensione, ma anche meno misurate proteste e l'accusa estrema, in dispregio al saggio consiglio di Talleyrand, di bolscevismo.

Catilina, che combattendo strenuamente cadde, se la leggenda racconta il vero, nella romita valletta di « Campo di Zoro », vittima dell'odio di Cicerone, ha dovuto aspettare venti secoli per trovare chi lo riabilitasse, io non ho avuto che da tacere per tre anni per trovare la riabilitazione nella più pura tradizione conservatrice.

Nè vi sembri il paragone sproporzionato, chè, se in verità i protagonisti moderni ci farebbero, drappeggiati nella toga degli antichi, una magra e imbarazzata figura, il progresso ha provveduto, coll'enorme aumento della ricchezza intervenuto da quei tempi a noi, che la massa delle attività economiche in giuoco oggi in questo singolo problema regga il confronto con l'intera ricchezza del mondo antico: perciò il senso estetico dell'equilibrio e della misura non è, neanche questa volta, turbato.

Era fatale, che il riconoscimento del carattere connettivo dell'energia dovesse presto o tardi sboccare in quanto, in una forma per la prima volta così integrale, sta maturando in Inghilterra; e non meno fatalmente questa politica uscirà dai confini dell'Inghilterra per penetrare non solo, dove già ce ne

sono i sintomi premonitori, come in Scandinavia, in Germania e negli Stati Uniti, ma dovunque sieno Stati civili in fermento di progresso.

Ma lo scopo di questa mia lunga e forse un po' noiosa esposizione non è quello di sostenere questa politica: l'ho sostenuta, quando il giuoco lo meritava, cioè quando, in una forma almeno così integrale, era nuova, e il sostenerla effettivamente un arduo compito.

Permettetemi invece che Vi faccia una confidenza: qualcuno mi ha domandato, se la lettera, che ha servito di spunto alla mia precedente conferenza, e per correlazione anche a questa, mi sia veramente venuta per posta da un ignoto corrispondente: Vi confesso, che la verità è un'altra; la lettera non è apocrifia... ma l'ho scritta io.

La confessione non mi libera soltanto dal rimorso del piccolo inganno, ma anche dalla molestia, che altri possa in avvenire dichiararsene autore. Impossibile? Vorrò vedere il giorno in cui il movimento da me previsto in passato, e ora maturato in Inghilterra, varcherà i nostri confini, almeno sotto la forma di un coordinamento e di un controllo più rigido dell'« *energia* » da parte dello Stato, quanti non assumeranno di esserne stati sempre i più convinti assertori.

E al contenuto di quella lettera ci tengo, in quanto fedelmente risponde a un mio convincimento personale: credete forse, che a un ingegnere sia più necessaria la precisa cognizione dei fenomeni fisici o l'ampia visione dei fatti storici ed economici? una deficienza nelle sue cognizioni tecniche può smarrirlo in qualche dettaglio, generalmente anche ad opera compiuta di facile riparo; ma un difetto di apprezzamento dell'evoluzione economica può fargli errare l'impostazione della sua opera, e questa non si corregge più. Ne volete degli esempi? sarei tentato di credere sufficiente, che ciascuno interroghi la propria memoria.

Padova, 28 maggio 1926.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

L. A. DOGETT - J. W. HEIM - M. W. WHITE — **Un nuovo dispositivo per la misura del fattore di forma dell'onda.** (J. A. I. E. E., febbraio 1926, pagina 131).

Gli AA. mettono in rilievo le difficoltà pratiche che si incontrano nel desumere il fattore di forma dell'onda, da oscillogrammi. A tale proposito furono recentemente compiute delle esperienze pratiche invitando dieci Compagnie elettriche a determinare il fattore di forma d'onda di un medesimo oscillogramma. I risultati ottenuti dai diversi calcolatori differirono notevolissimamente fra loro, variando da 1 a 4,2. Le difficoltà sorgono in pratica all'atto di misurare esattamente le ordinate dell'oscillogramma, nel valutare le aree, ecc.

Gli AA. propongono un metodo sperimentale che permette di valutare direttamente il fattore di forma.

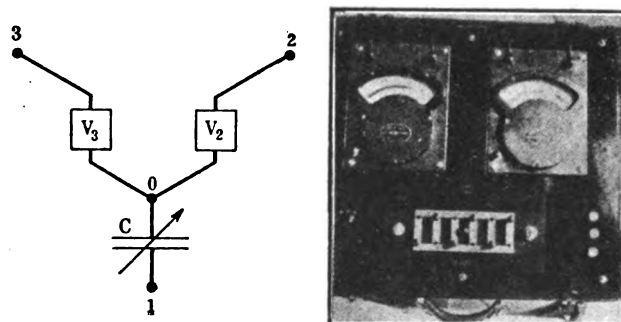


Fig. 1.

Il dispositivo consiste in due voltmetri di egual resistenza e di un condensatore variabile connessi a stella, come è indicato in fig. 1 con la sorgente trifase di cui si cerca il fattore di forma. Il valore della capacità del condensatore variabile C si fa variare fino ad ottenere che il rapporto fra le indicazioni dei due voltmetri tocchi il valore massimo possibile.

⁽²⁾ « L'evoluzione tecnica ed economica degli impianti elettrici: difficoltà, pericoli e rimedi » - L'Elettrotecnica 1923, pag. 252.

Si può dimostrare che il valore di tale rapporto massimo è eguale a $(2 + \sqrt{3})$ quando l'onda è una sinusoide pura; quanto più l'onda si scosta dalla sinusoide, tanto più il rapporto diventa piccolo. Questa dipendenza del valore massimo del rapporto delle letture dei due voltmetri, dalla forma d'onda, può essere utilizzato per determinare il fattore di forma di un'onda.

Praticamente si incontra qualche difficoltà nel trovare gli strumenti adatti occorrendo disporre di due voltmetri di egual resistenza, uno dei quali deve avere una scala circa tripla dell'altra. Gli AA. hanno fatto uso opportunamente di due voltmetri dinamometrici Weston rispettivamente da 40 V e 120 V e di 1000,7 e 1000 ohm; sullo stesso sostegno (fig. 1) è montato un condensatore a mica variabile per ventesimi di μF da 0 a 1 μF e due condensatori a carta da 1 μF .

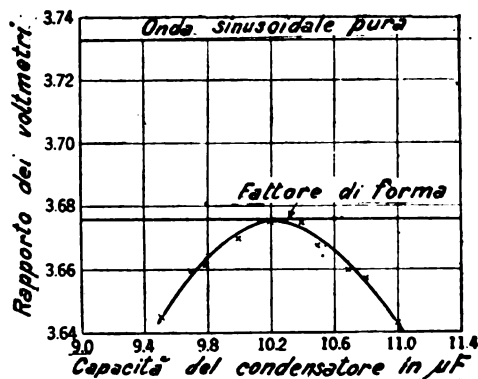


Fig. 2.

La fig. 2 dà l'idea di una delle misurazioni di fattore d'onda eseguita dagli AA.

La fig. 3 dà invece l'idea di come varia il fattore di forma d'onda col variare della percentuale della quinta armonica entro l'onda in esame.

La curva B fu tracciata connettendo i massimi delle diverse curve tratteggiate le quali a loro volta erano ottenute sperimentalmente applicando il dispositivo descritto a un'onda di composizione nota e

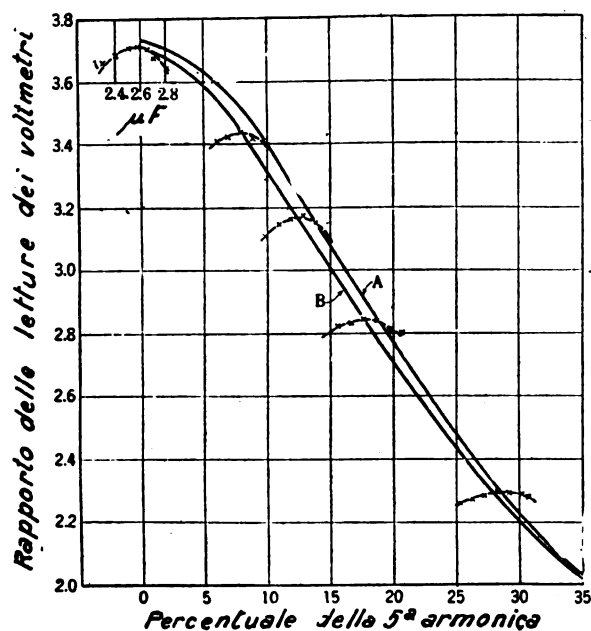


Fig. 3.

facendo variare il condensatore da 2 a 3 μF per decimi di μF . La curva A in figura 3 è invece ottenuta mediante una formula alquanto complessa proposta dagli AA.

Secondo gli AA. i valori che in pratica si possono riscontrare per il rapporto fra le letture dei due voltmetri col metodo suddetto sono compresi all'incirca fra 2,7 e 3,7.

Come si è detto, un valore di tale rapporto eguale a $2 + \sqrt{3}$ ossia a 3,732 indica un'onda sinusoidale pura.

Per onde industriali si può in generale ritenere che manchino la terza armonica e le sue multiple, come pure, in generale, la seconda e la quarta armonica. Le più accentuate sono in generale la quinta e la settima armonica; la figura 4 dà i valori del rapporto delle letture dei voltmetri in funzione della presenza di queste armoniche.

Come si vede dalla figura 4 un dato rapporto delle letture indica una percentuale di armonica nell'onda che è massima per la settima armonica e minore per tutte le altre. Ne segue che dall'osservazione del rapporto dei voltmetri può senz'altro dedursi la massima percentuale possibile di qualsiasi armonica entro l'onda in esame. Ad

esempio un rapporto di 3,5 corrisponde alla presenza dell'11 % della settima armonica: si può quindi affermare che in quell'onda, nessuna armonica può entrare per più dell'11% dell'onda fondamentale.

Il metodo quindi può dare con una sola osservazione del rapporto dei voltmetri, la massima percentuale di qualsiasi armonica presente nell'onda.

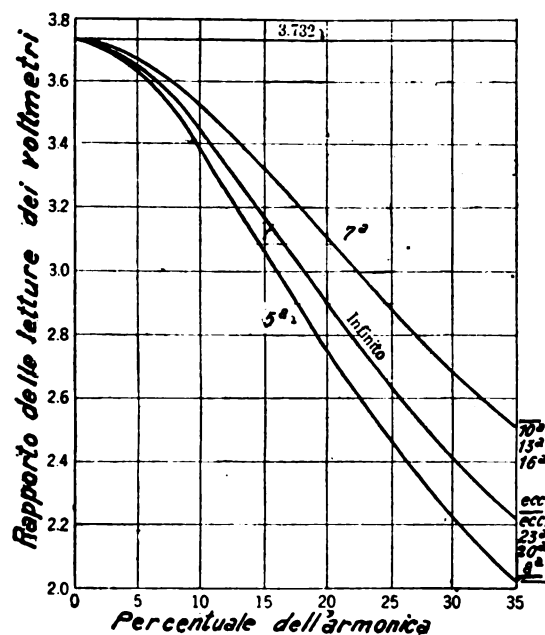


Fig. 4.

Il metodo ha un grado di approssimazione assai elevato. Esso è indipendente dalla tensione e dalla frequenza, purché questa si mantenga costante. La precisione del metodo dipende essenzialmente da quello dei voltmetri usati e dalla accuratezza delle letture. Gli AA. ritengono che l'errore complessivo non superi in generale il 0,2%.

R. S. N.

ELETTROTECNICA GENERALE.

L. CASPER, K. HUBMANN e J. ZENNECK — **Oscillazioni forzate in circuiti accordati ed accoppiati mediante bobine a nucleo di ferro.** (Zeitschr. f. Hochfreq.-Technik, 1924, Vol. 24, N. 4, pag. 79).

Lo schema usato dagli AA. è quello della fig. 1. C_1 e C_2 sono condensatori industriali collaudati a 2000 V di corrente continua. L_1 e L_2 sono induttanze senza ferro. R_2 è una resistenza variabile antiinduttiva. S_1 e S_2 bobine d'accoppiamento di 60 spire ciascuna con una resistenza a corrente continua di 0,15 ohm e un'induttanza, a debole induzione nel ferro, di circa 0,021 H. A_1 e A_2 amperometri, V voltmetro a filo caldo. F frequenzimetro a vibrazione. K è un nucleo di ferro formato da un pacco di lamierini sottilissimi per alta frequenza di 220 mm di diam. esterno, 160 mm di diam. interno; il pacco ha un'altezza di 50 mm. L'alternatore G è da circa 5 kW e di frequenza 500 periodi.

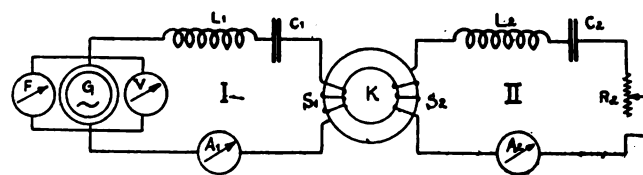


Fig. 1.

Le proprietà di questo sistema furono analizzate mediante le curve di risonanza riportate per differenti tensioni nella fig. 2. Le parti tratteggiate delle curve non si sono potute ottenere per via sperimentale perchè nel ramo discendente il consumo di potenza nei due circuiti diminuisce troppo rapidamente ed il gruppo generatore non riesce a stabilizzarsi prima che sia raggiunto un certo eccesso di velocità. Nel tratto ascendente della curva di risonanza il sistema dovrebbe regolarsi automaticamente, ma anche qui il regime appare instabile, perchè si determinano oscillazioni pendolari. Queste parti delle curve sono state perciò ottenute moltiplicando per un fattore proporzionato alla tensione il tratto di curva corrispondente a 25 V, per il quale questi fenomeni non si manifestano ancora. I tratti verticali delle curve rappresentano discontinuità non reversibili.

Primario e secondario uguali:

$$(C_1 \text{ e } C_2 = 7 \mu F, L_1 \text{ e } L_2 = 0,017 H).$$

Notoriamente in circuiti accoppiati e privi di ferro si sviluppano due differenti frequenze, la posizione dei due massimi dipende unicamente dall'accoppiamento dei due circuiti. L'altezza, all'incirca uguale per ambedue i massimi è proporzionale alla tensione applicata. Le curve

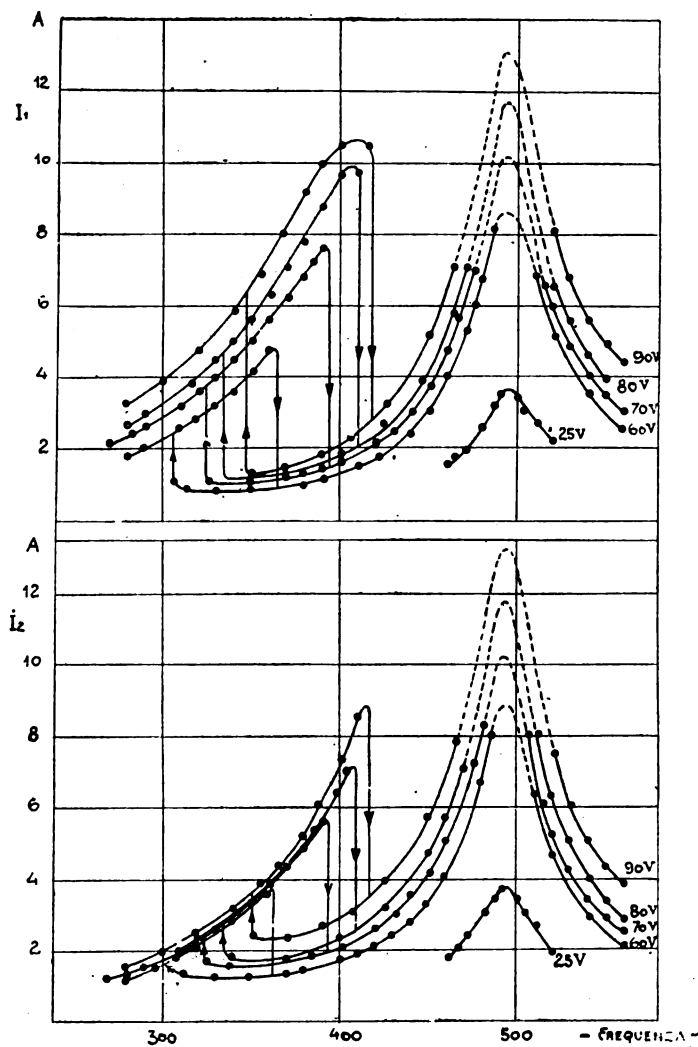


Fig. 2.

di risonanza della fig. 2 hanno un carattere del tutto differente: nell'intorno della frequenza d'accoppiamento superiore l'andamento delle curve è analogo a quello per circuiti senza ferro; ma nell'intorno della frequenza d'accoppiamento inferiore l'andamento è analogo a quello di un circuito oscillatorio semplice a ferro fortemente saturo, caratterizzato dalla forma della curva e dalla posizione del massimo, variabile con la tensione.

La causa di ciò è la seguente. E' noto che le correnti, in circuiti accoppiati con o senza ferro, sono all'incirca in fase per la frequenza inferiore d'accoppiamento ed all'incirca in opposizione di fase per la frequenza superiore. Per la frequenza inferiore perciò, i campi magnetici provocati nel ferro dalle due correnti si sommano causando una forte saturazione nel ferro anche a intensità relativamente basse. Per la frequenza superiore avviene esattamente il contrario: i campi magnetici si sottraggono smagnetizzando il ferro e i due circuiti si comportano come circuiti senza ferro. Questo viene confermato dalle caratteristiche corrente-tensione rilevate mediante il tubo di Braun.

I fenomeni descritti si complicano quando si varia il rapporto di trasformazione del trasformatore K , o quando si disaccordano i circuiti, ovvero, pur lasciandoli accordati, si muta il rapporto fra L e C . A sua volta ha notevole influenza l'inserzione della resistenza R_2 , la quale attenua di molto, nelle condizioni delle esperienze descritte, il 2° massimo delle curve di risonanza, mentre modifica relativamente poco il primo.

C. Hr.

CONDUTTURE.

E. MARX — Tensione di scarica degli isolatori per differente andamento della tensione applicata.
(E. T. Z., 11 giugno 1925, Vol. 46, N. 24, pag. 886).

L'A. dimostra come la tensione disruptiva sia dipendente dal tipo della tensione applicata. Di solito le prove degli isolatori si fanno con corrente alternata a frequenza industriale (50 per.). Il fatto che la

scarica si verifichi poi effettivamente in queste condizioni, è assai poco probabile, perchè la tensione di scarica per isolatori asciutti è normalmente due o tre volte la tensione di esercizio, la quale invece a regime varia soltanto in limiti molto più ristretti. La scarica avviene per contro in seguito a sopratensioni dovute alla chiusura o apertura dei circuiti, a disturbi atmosferici o ad altre cause esterne. In questi casi le tensioni sono oscillazioni smorzate ad alta frequenza, ovvero tensioni che crescono istantaneamente da un valore basso ad uno altissimo, o tensioni statiche continue. La Società per la costruzione di isolatori Hermsdorf-Schömburg cercò di imitare le sollecitazioni naturali riproducendo nella sua sala di prova i differenti tipi di tensione. Si provarono isolatori alla frequenza industriale, ad alta frequenza (30.000 per.), a «colpi» di tensione (tensione che cresce istantaneamente a valori molto alti) e infine a tensione continua. Il valore istantaneo della tensione venne misurato mediante uno spinterometro a sfere inserito in parallelo sull'isolatore in prova e coll'aiuto delle tabelle del Peek.

La tensione disruptiva è più bassa per l'alta frequenza, che non per la frequenza industriale, più alta invece per la tensione istantanea e per la tensione continua. Ciò dipende dalle cariche di elettricità che si accumulano alla superficie degli isolatori e che causano le così dette scariche preliminari. Ad alta frequenza esse si formano rapidamente e provocano la scarica anche a tensioni relativamente basse. Se le oscillazioni elettriche hanno piccolo decremento la tensione disruptiva diventa particolarmente bassa. Tali oscillazioni si possono ottenere col trasformatore di Tesla ad accoppiamento lento. Il segno della polarità nel caso di tensioni continue o istantanee e la messa a terra di un elettrodo hanno un'influenza non trascurabile sulle misure. Al crescere istantaneo della tensione la ionizzazione della via di scarica alla superficie dell'isolatore non è immediata, le scariche preliminari non sono visibili ed è necessaria una tensione molto forte per provocare l'arco. A tensione continua si formano cariche stazionarie alla superficie che procedono lentamente al crescere della tensione. La tensione disruptiva risulta perciò più alta che per corrente alternata industriale.

Nel caso degli isolatori rigidi, se si eguaglia ad 1 la tensione di scarica a frequenza industriale si ottengono i seguenti valori per gli altri tipi di tensione:

Alta frequenza	0,65
tensione istantanea (+ all'appoggio)	1,28; (— all'appoggio) 1,51;
tensione continua (+ all'appoggio)	1,16; (— all'appoggio) 1,23.

Nel caso degli isolatori a sospensione si hanno risultati del genere di quelli indicati dalla fig. 1, che si riferisce alla prova di isola-

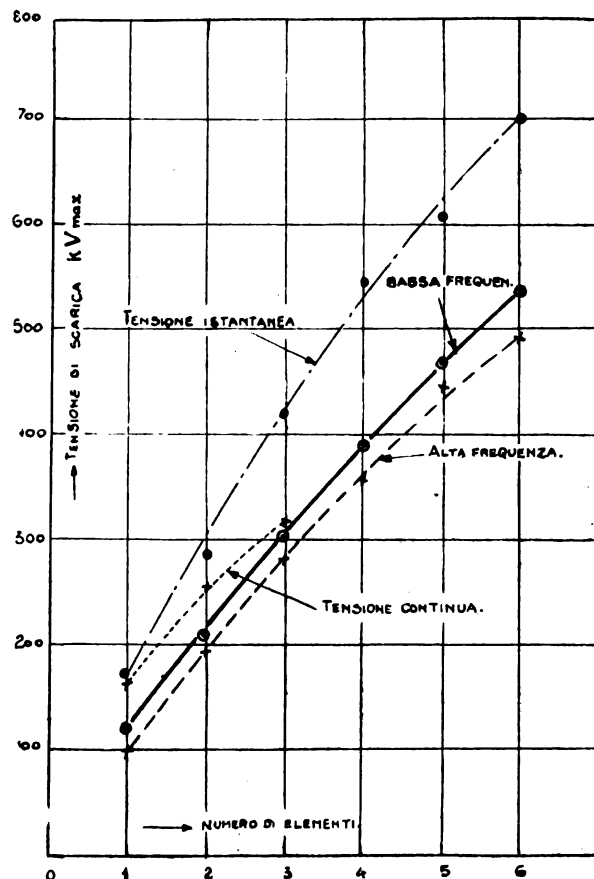


Fig. 1.

tori a cappa metallica tipo Hermsdorf Ha 292. Ad alta frequenza la scarica manifesta la tendenza a tenersi alla superficie dell'isolatore. Si preferisce invece avere la scarica lontana dalla catena, affinché l'arco non la danneggi e si collega perciò col conduttore di linea un doppio corno di scarica che innesci eventualmente l'arco fra la sua punta e la mensola di sostegno.

La tensione di scarica di isolatori lisci è molto bassa e viene aumentata di molto per mezzo di nervature o scanalature. Normalmente la pioggia influisce sfavorevolmente sulle condizioni di isolamento. Gli isolatori bagnati resistono però meglio alle tensioni ad alta frequenza perchè l'acqua distribuisce ed eguaglia le cariche superficiali che provocano la scarica. Nel caso di tensione istantanea la pioggia non ha alcuna influenza; nel caso di tensione continua si ha invece una diminuzione della tensione disruptiva.

C. Hr.

IMPIANTI.

La sottostazione di Puidoux delle Ferrovie Federali Svizzere. (Revue B B C, aprile 1925, N. 4, Vol. XII, pag. 76).

La sottostazione di Puidoux delle Ferrovie Federali Svizzere, è destinata sia all'alimentazione della linea Losanna-Palézieux-Puidoux-Vevey e S. Maurice-Losanna, sia a smistare l'energia ad alta tensione delle altre sottostazioni della Svizzera occidentale, di modo che quando sarà completa avrà quattro linee monofasi in arrivo e quattro in partenza a 66.000 V e a 16 2/3 per/sec e undici uscite a 15.000 V per l'alimentazione dei singoli tronchi della rete, che, come è noto, è elettrificata a 15.000 V monofasi a 16 2/3 per/sec.

La sottostazione è del tipo all'aperto e conterrà quattro trasformatori da 5000 kVA a 16 2/3 per/sec, per un rapporto di 66/15 kV. Per ora essa ne contiene solo due, che come tutto il resto della sottostazione sono stati forniti dalla Brown Boveri. Tali trasformatori sono a raffreddamento per circolazione naturale di olio in radiatori costituiti da fasci di tubi. La loro costruzione sia elettrica sia meccanica li rende particolarmente resistenti ai corti circuiti, sì da escludere l'uso di bobine protettive ai loro capi.

L'olio è mantenuto puro da un particolare conservatore montato sulla cassa che impedisce l'ingresso dell'umidità pur permettendo le variazioni di volume e l'uscita dei gas.

colle travi stesse e da ridurne la lunghezza. Gli isolatori di supporto sono fissati con staffe tali da facilitare il montaggio e lo smontaggio.

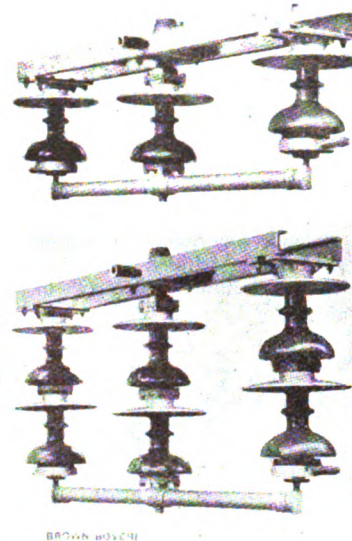


Fig. 2. — Sezionatore con isolatore composto di uno o due elementi per 50 e 90 kV.

La fig. 2 mostra il tipo di sezionatore adottato. In esso è eliminato quasi completamente ogni sforzo di tensione o flessione, giacchè l'apertura si fa prima abbassando l'isolatore centrale che porta la

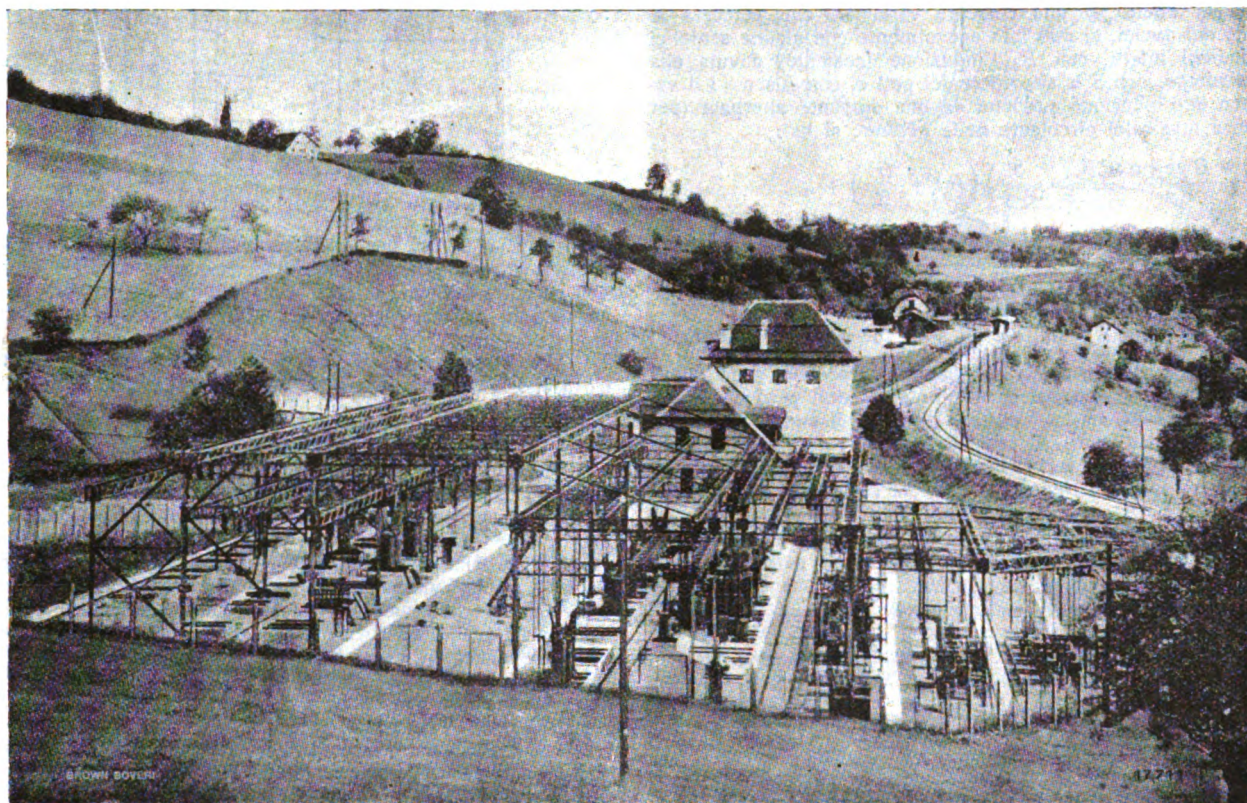


Fig. 1. — Vista d'insieme della sottostazione di Puidoux.

Un impianto di purificazione dell'olio è annesso alla sottostazione: i trasformatori stessi sono stati essiccati in posto, poichè, date le loro notevoli dimensioni (per 50 periodi la loro potenza raggiungerebbe 13.500 kVA), sono stati trasportati senza i tubi radiatori, montati poi a piazzamento ultimato.

La fig. 1 mostra l'insieme della sottostazione, che è stata studiata anche dal punto di vista estetico in modo da essere il più possibile intonata col paesaggio. E' percorsa da binari in senso longitudinale e trasversale. Per passare gli apparecchi dai primi ai secondi, data la formazione a gradini, chiaramente visibili in figura, si è ricorso a trucks sovrapposti: bloccati gli inferiori alle rotaie, è facile imboccare col superiore un binario del soprastante gradino, dove poi il carrello viene orientato con piattaforme girevoli. I conduttori sono fissati al disotto delle travi metalliche, in modo da evitare gli incroci

sbarra mobile, e poi ruotandolo di 90°. Per adattarsi alle diverse tensioni basta variare il numero degli isolatori e la distanza degli estremi che portano i contatti, i quali, per la disposizione sopradetta, permettono facilmente forti pressioni e quindi contatti sicuri. Questi sezionatori sono azionati a distanza per mezzo di comandi a snodo e pignoni d'angolo. Solamente i sezionatori relativi alla prova di contatti verso terra dei feeder partenti sono azionati con comando elettrico. La loro chiusura è automaticamente seguita da quella dei relativi interruttori in olio, e così l'apertura di questi ultimi da quella dei sezionatori. Gli interruttori in olio, del tipo unipolare, sono tutti comandati per mezzo di motore elettrico.

Il posto di manovra è costituito da due quadri in lamiera, più uno adibito ai servizi ausiliari, alla cui alimentazione provvedono due trasformatori da 100 kW 15.000/230 V: il posto stesso si trova in

un punto dal quale è facilmente controllabile l'andamento di tutto l'impianto.

Cominciato nel giugno del 1923, il montaggio terminò nell'ottobre dello stesso anno. Dal dicembre uno dei trasformatori da 5000 kVA è in funzione, e l'impianto entrò in servizio regolarmente nel maggio 1924, insieme con la ferrovia St. Maurice-Losanna. G. Pa.

TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

C. R. HANNA — **Progetto di ricevitori telefonici** (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. 13, N. 4, agosto 1925, pag. 437).

Il tipo più semplice e più noto di ricevitore telefonico è quello schematizzato in fig. 1: essenzialmente costituito da una elettrocalamita polarizzata e da una membrana in ferro incastrata in modo opportuno al suo contorno.

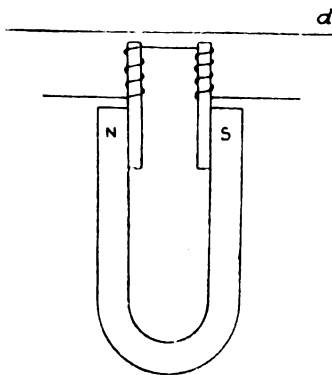


Fig. 1.

La determinazione della forza F di attrazione agente sulla membrana stessa per effetto di una corrente variabile, che percorra le bobine avvolte sui nuclei, si può fare agevolmente con alcune semplici ipotesi. Si indichi infatti, con B_0 l'induzione (costante) dovuta alla calamita permanente, con S la superficie dei poli e, con $B \sin \omega t$ il valore istantaneo dell'induzione prodotta da una corrente alternata (per es. a frequenza musicale) circolante nelle bobine; si ha:

$$F = \frac{(B_0 + B \sin \omega t)^2 S}{8\pi} = \frac{S}{8\pi} \left\{ (B_0^2 + \frac{B^2}{2}) + 2B_0 \cdot B \sin \omega t - \frac{B^2}{2} \cos 2\omega t \right\}$$

da cui si deduce che l'attrazione si compone di tre termini: uno costante e proporzionale a $B_0^2 + \frac{B^2}{2}$ e gli altri due periodici. Mentre il primo deforma in modo permanente la lamina, i secondi sono quelli che determinano la vibrazione di quest'ultima. Si noti però che l'esistenza di un termine in $\cos 2\omega t$ porta a ciò, che il suono reso dalla lamina è più o meno distorto. Il contributo utile per la riproduzione dei suoni è determinato solo dal termine $2B_0 B \sin \omega t$ e si vede quindi l'utilità dell'induzione preesistente B_0 . Essa ha l'effetto di moltiplicare

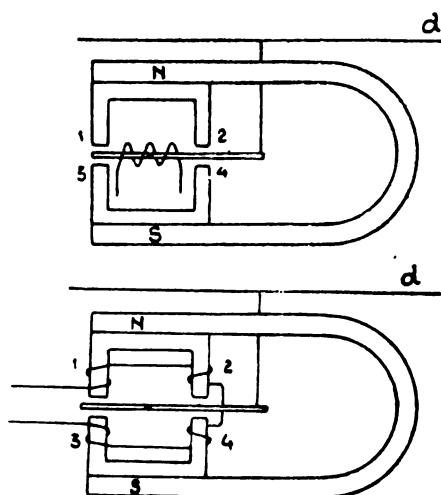


Fig. 2.

l'azione utile dovuta a B . Sembrerebbe quindi logico che vi fosse interesse a scegliere B_0 il più grande possibile, cioè a dire a saturare completamente l'elettrocalamita. Ma è evidente che se si aumenta B_0 , la permeabilità diminuisce e, a parità di corrente nelle bobine, l'induzione B è più piccola. Vi è quindi un valore ottimo da assegnare a B_0 determinabile sperimentalmente e corrispondente ad un certo punto della curva di magnetizzazione inferiore al « ginocchio ».

L'Autore osserva ancora che si potrebbe migliorare il termine $2B_0 B \sin \omega t$, aumentando lo spessore della lamina vibrante, ma anche su questa via si è presto arrestati dalla considerazione della rigidità della stessa. L'aumento della potenza è quindi incompatibile con una pronta e fedele risposta del telefono. Ciò anche perché la caratteristica statica del telefono (grafica che dà gli spostamenti della lamina in funzione della corrente) non è lineare, e neppure simmetrica rispetto agli spostamenti intorno alla posizione di equilibrio.

In breve, secondo l'A., l'impiego del semplice telefono bipolare non può essere utile che in quei casi in cui si richiede una potenza relativamente piccola.

Si può rimediare in gran parte ai precedenti inconvenienti ricorrendo indifferentemente all'uno o l'altro dei tipi di telefoni rappresentati in fig. 2. Una facile considerazione dimostra che in ciascuno di essi, quando la corrente percorre gli avvolgimenti, il flusso prodotto dai poli 1 e 4 resta rinforzato laddove quello dei poli 2 e 3 resta diminuito (o viceversa). Esprimendo analiticamente la forza di attrazione, si trova che qui manca il termine di frequenza doppia: il suono reso dal telefono non risulta quindi distorto. D'altra parte, in virtù dell'a disposizione a quattro poli, le deflessioni dell'armatura di tale tipo di ricevitore sono simmetriche rispetto alla posizione di riposo.

Tuttavia anche tale telefono presenta un deciso punto debole e l'A. ritiene trovarlo nel sistema vibrante invero un po' complicato. Egli ha perciò studiato un nuovo tipo a cui ha dato il nome di « telefono a diaframma bilanciato » e riprodotto in fig. 3. Due paia di poli

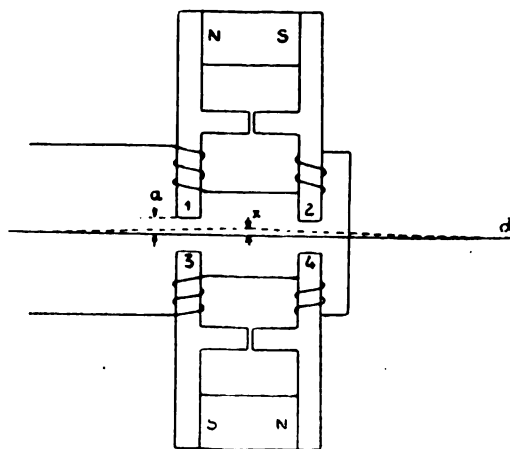


Fig. 3.

sono disposti da lati opposti rispetto al diaframma ed in modo tale che il flusso attraversi bensì l'interferro, ma, nella condizione di equilibrio, non percorra tangenzialmente il diaframma. In sostanza la costruzione consiste in due telefoni bipolari (fig. 1) azionanti una lamina in comune.

L'A. sottoponendo all'analisi il comportamento di questo telefono, trova che la forza agente sul diaframma è del tipo:

$$\frac{A M_0}{4\pi a^2} M + \frac{A M_0^2}{4\pi a^2} x$$

dove M_0 ed M indicano rispettivamente la f. m. m. dovuta al magnete permanente e quella dovuta ad una corrente i circolante negli avvolgimenti; A è l'area di un polo, e gli altri simboli hanno il significato desumibile dalla figura. Mentre il primo termine (diviso per la corrente i), dà una misura della sensibilità del telefono, il secondo può essere interpretato come una misura della riduzione di rigidità del diaframma in quanto si trova in un campo magnetico permanente.

Le conclusioni cui giunge la teoria sono le seguenti:

1) La sensibilità del telefono è funzione solo della sua induttanza la quale, a sua volta, è fissata dalle caratteristiche del circuito cui il telefono è connesso.

2) La potenza complessiva che il diaframma può irradiare senza che si producano dannose distorsioni, è praticamente proporzionale al cubo della sua area.

L'A. svolge un'ampia trattazione analitica del problema e fa seguire i risultati teorici da un opportuno esempio. V. Go.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

La sottostazione a raddrizzatori di Forch. (Revue B B C, novembre 1925, Vol. 12, N. 11, pag. 244).

La tramvia locale Zurigo (Staelhofen)-Esslingen a forti pendenze (una rampa di 211 m al 70 per mille), è alimentata per 3,3 km a 500 volt dalla rete urbana di Zurigo, mentre i rimanenti 13,3 km sono attualmente a 1200 V. I treni del peso massimo di 34 tonnellate sono costituiti da un'automotrice e due rimorchi, ed il traffico è molto variabile, raggiungendosi nei giorni di festa o colla neve consumi, alle sbarre trifasi, di circa 2300 kWh, che scendono a meno di 1000 nei giorni ordinari.

Fino al 24 giugno del 1924 la sottostazione, situata a Forch, comprendeva due gruppi asincrono-dinamo da 100 kW, un gruppo survolatore da 33 kW, una batteria tampone da 200 Ah e tre trasformatori per un rapporto di 8000/500 V; la linea veniva alimentata a 1040 V. Questo macchinario non disimpegnava che malamente il servizio, raggiungendosi anche 360 kW di punta: la batteria era ridotta quasi inutilizzabile e le cadute, sia nella linea, sia ai morsetti delle macchine, erano fortissime.

Fu allora che si installò in sostituzione dei gruppi, ora di riserva, un raddrizzatore Brown-Boveri da 250 kW, 1200 V e 208 A, capace di sovraccarichi del 40 per cento per tre minuti, connesso ad un trasformatore da 334 kVA.

Le cadute lungo la linea sono così diminuite, quelle nel raddrizzatore si mantengono, come è noto, presso che costanti ed uguali al $4 \div 5\%$ ed i convogli possono tenere velocità più elevate anche su forti rampe. Le punte di corrente sono conseguentemente aumentate di intensità, ma sono facilmente sopportate dal raddrizzatore, che per di più mantiene quasi costante il suo rendimento a qualsiasi carico; benché le punte stesse si ripercuotano direttamente sulla rete ad alta, non le apportano disturbi, data la vastità di essa.

Il rendimento medio dell'impianto è passato da un valore che coi gruppi oscillava fra il 68 e 82% a circa il 93,5 ÷ 95%.

Per mantenere il vuoto necessario nel tubo, basta far funzionare le pompe relative una mezz'ora ogni mattina. La refrigerazione è assicurata da una circolazione d'acqua, mantenuta da apposita pompa rotativa.

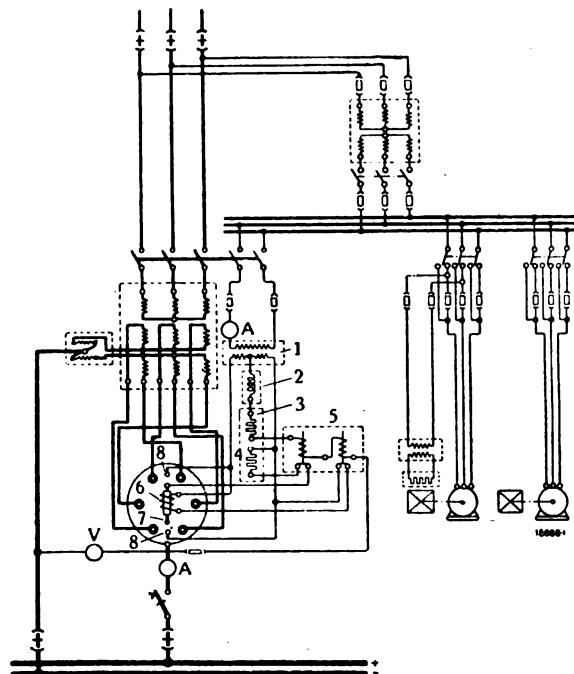


Fig. 1. — Schema delle connessioni di un gruppo raddrizzatore.

1. Trasformatore d'eccitazione - 2. Bobina di autoinduzione
3-4 Resistenze - 5. Relais d'accensione per corrente alternata
6. Solenoide d'accensione - 7. Anodo d'accensione - 8. Anodi d'eccitazione.

Lo schema elettrico dell'impianto è dato dalla fig. 1, in cui si vedono anche i circuiti ausiliari di accensione ed eccitazione, alimentati quest'ultimi dal trasformatore 1 il cui interruttore è bloccato meccanicamente con quello principale. Come è noto ⁽¹⁾ per mantenere eccitato il raddrizzatore anche quando il carico va a zero, occorrono anodi particolari (indicati con 8 in figura), che erogano in modo continuo una piccola potenza su resistenze.

Quando ancora questo circuito non è entrato in funzione, per l'innescamento si fa scoccare un arco, dovuto ad extracorrente d'apertura, fra un altro anodo (7 in figura) ed il catodo di mercurio. Se in quest'arco l'elettrodo negativo è il mercurio, l'arco stesso si mantiene un tempo abbastanza lungo per innescare il circuito ausiliario d'eccitazione e quindi tutto il raddrizzatore.

La prima questa accensione era fatta con corrente continua; nell'assottigliamento di Forch fu per la prima volta applicato il sistema ora usato dalla Brown Boveri di utilizzare lo stesso trasformatore alimentante gli anodi d'eccitazione. Appena il trasformatore è sotto tensione, una corrente percorre la bobina 6, che succhiando l'anodo 7 lo porta a toccare il mercurio, dal quale subito si distacca per effetto del relais 5 di destra, del quale lo stesso anodo 7 aveva chiuso il circuito. Questo alternarsi di interruzioni fatte dall'anodo e dal relais si mantiene fino a che il mercurio non sia negativo rispetto all'anodo 7. Allora il trasformatore eroga corrente attraverso gli anodi 8, e i due relais 5, percorsi da questa corrente d'eccitazione, distaccano definitivamente il dispositivo d'accensione.

G. Pa.

⁽¹⁾ C. COHEN: Considerazioni sul funzionamento dei raddrizzatori a vapori di mercurio per grandi potenze. — L'Elettrotecnica, 25 sett. 1925, vol. XII, n. 27, pag. 679.

CRONACA

APPLICAZIONI TERMICHE.

Forni elettrici (Revue B. B. C., gennaio 1926, n. 1, vol. XIII, pag. 16). — Sono interessanti alcuni perfezionamenti apportati in questi ultimi anni ai forni elettrici. Nel tipo a crogiolo per l'acciaio e la ghisa sintetica, nonché per il rame, il nichel, l'argento e le loro leghe, il metallo antifrizione, ecc., è notevole la regolazione a servomotore idraulico degli elettrodi. La fig. 1 rappresenta uno di tali forni, in cui

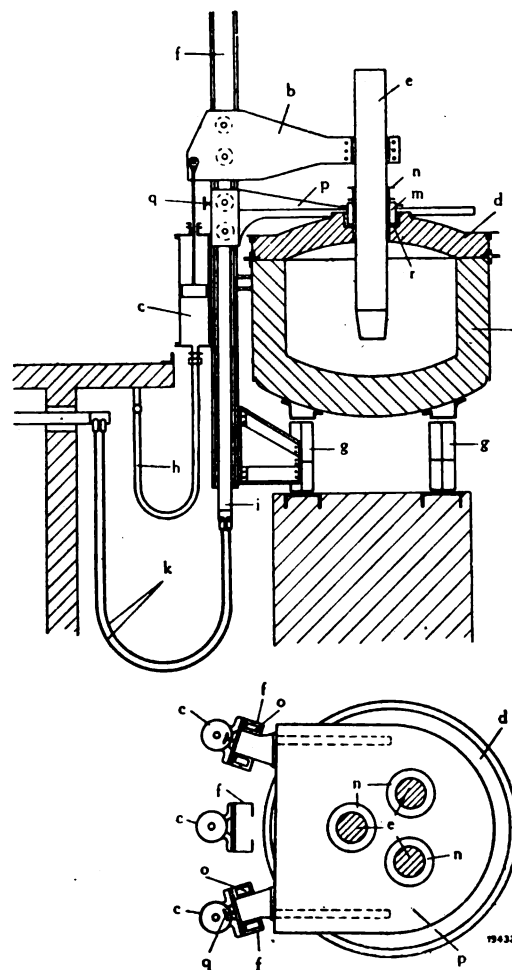


Fig. 1. — Schema della disposizione d'insieme d'un forno elettrico con regolazione idroelettrica degli elettrodi.

gli elettrodi scorrono dentro al manicotto refrigerante *m* ed ai dispositivi di tenuta, fissati alla piattaforma *p*, a mensola, necessaria per la sorveglianza nella condotta del forno e per la revisione dei collari di tenuta, del coperchio, delle condotte, ecc. Questa a sua volta è fissata per mezzo di viti di pressione *q* al supporto *f*, nel quale può scorrere nel caso di smontaggi, ed al suo sollevamento provvede allora lo stesso servomotore, che in servizio ordinario comanda la regolazione dei carboni attraverso il braccio *b*.

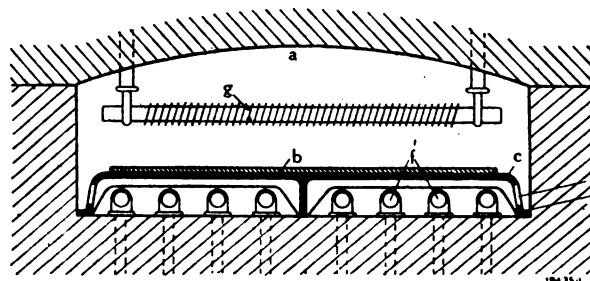


Fig. 2. — Forno per la ricottura delle lamiere.

Con questo sistema si risparmia una passerella pesante e costosa, difficile a togliere ad ogni ricambio del coperchio, e poiché il crogiolo è solidale al supporto *f*, si può inclinarlo senza estrarre gli elettrodi, evitando così una dispersione di calore, un consumo dei carboni nell'aria ed una perdita di tempo.

Per i tipi più recenti la Brown Boveri ha adottato un sistema, in cui il cilindro del servomotore sostituisce il pezzo di guida ottenendo così un ingombro ed un costo minimo degli organi di comando. Anche per il caricamento meccanico dei forni sono stati studiati appositi dispositivi.

Un altro campo, in cui i forni elettrici si impongono sempre più, è quello delle applicazioni, che richiedono una distribuzione uniforme del calore, quali la ricottura dei metalli, (lastre, sbarre, ecc.), la smaltatura, ecc. La fig. 2 rappresenta uno di questi forni per la ricottura di piccole lamiere: esso porta le resistenze non solo nel fondo, ma anche sul coperchio, e queste possono quindi facilmente ricambiarsi anche durante il funzionamento. I bulloni passanti servono all'esterno da morsetti per i conduttori, e all'interno da supporto al tubo di quarzo *g* che porta la resistenza in cromo-nichel: con questa disposizione i bulloni non soffrono nessun riscaldamento eccessivo. Il pezzo da ricuocere è sostenuto dalla piastra *b* di lega resistente al calore e inossidabile, munita di fessure *e* per la circolazione dell'aria. Tipi analoghi si costruiscono per le sbarre e nel caso di pezzi di maggiori dimensioni si usano dispositivi meccanici per il caricamento.

G. Pa.

IMPIANTI.

Un interessante gruppo di *impianti idroelettrici automatici* è quello sul fiume Peshtigo (Wisc. S. U.). Vi sono tre centrali per complessivi 17.200 kVA installati funzionanti in modo completamente automatico. L'avviamento dei gruppi è ottenuto utilizzando la caduta di frequenza. Le tre centrali possono però anche essere comandate a distanza da altre centrali. Il sistema si è dimostrato molto conveniente dal punto di vista economico e anche da quello della regolarità del servizio. Una descrizione di tali impianti è contenuta nell'Electrical World, 7 febbraio 1926.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

L'utilizzazione dei vecchi gruppi turbo generatori (Revue B. B. C., marzo 1926, vol. XIII, n. 3, pag. 84). — Per i tipi già comandati da turbine veloci, sui 3000 giri/min., può convenire rifare tutta la corona di palette, dando a queste un profilo più razionale del primitivo e si può così ottenere spesso un rendimento superiore a quello che aveva la turbina quand'era nuova. Se si tratta di gruppi lenti a 1500 giri/min. non sorpassanti 6000 kW, la turbina può essere rimpiazzata senz'altro con una più veloce (3600 giri/min.) accoppiata all'alternatore mediante ingranaggi: lo spazio occupato da quest'ultimi è largamente compensato dalle dimensioni ridotte della nuova turbina, le fondazioni richiedono piccole modifiche ed il condensatore di vapore e l'alternatore rimangono inalterati. Si può così arrivare a consumi di vapore dal 10 al 20% inferiori a quelli che si avevano colle turbine in esercizio da più di 12 anni circa, e vantaggi ancora maggiori si possono raggiungere aumentando la temperatura e la pressione d'alimentazione.

Un caso molto interessante sarebbe quello in cui la produzione di energia elettrica si integrasse con una distribuzione di calore in quartieri di una certa estensione. In America si è già costruito qualche esempio di una simile rete, adottando vapore alla pressione di circa 15 kg/cm². Se a tal fine si utilizza il vapore di scappamento di una turbina, questa dovrebbe essere alimentata con forti pressioni fra 50 e 100 kg/cm². Perciò può convenire in generale utilizzare senz'altro l'acqua calda per la distribuzione di calore a domicilio, perchè il vapore a bassa tensione dà luogo nel trasporto a forti perdite di calore. L'acqua verrebbe condotta in tubazioni simili a quelle degli usuali impianti idraulici con opportuni giunti di dilatazione. Gli apparecchi di misura presso l'utente di calore saranno costituiti da un contatore d'acqua e da un termometro all'entrata e all'uscita, eventualmente riuniti in uno stesso apparecchio. Tali impianti non possono non risultare costosi, ma se si tien conto che la richiesta di calore coincide con quella di una maggiore quantità di energia elettrica, si capisce come si possa specialmente in quartieri popolosi, giungere ad un prezzo totale del kWh anche inferiore a quello ottenuto con normali impianti idraulici o termici. Si noti inoltre che tale produzione centrale del calore porta naturalmente ad una molto migliore utilizzazione del combustibile ed all'eliminazione del fumo dei caminetti, carico di residui nocivi e che per alcune città, come Londra, costituisce un inconveniente molesto ed ant igienico.

Quando le centrali termoelettriche si trovano, in un punto centrale o all'estremo d'arrivo di una rete di distribuzione, i vecchi alternatori possono essere utilizzati come motori sincroni rifasatori. Una volta staccati dalla turbina si possono avviare o con motore di avviamento o come asincroni su tensione ridotta. Allo stesso scopo si può anche utilizzare il collegamento con una macchina di una centrale idraulica, attraverso una linea momentaneamente libera. Quando la centrale termica abbia sempre le caldaie sotto pressione può essere utilizzata la stessa turbina come motore d'avviamento. In questo caso si può fare a meno di azionare le pompe del condensatore, sostituendolo con un eiettore che condensando il vapore provoca il vuoto nella turbina stessa. Dovrà invece essere in moto la pompa per la lubrificazione della macchina elettrica, con dispositivi di allarme per il caso che la circolazione dell'olio si arrestasse.

G. Pa.

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani. (*)

- N. 204183 — ZEHNDER W.: Plateau de fixation pour dispositif de fixation électro-magnétique. — 10-10-21.
- N. 206720 — BARBIERI A.: Sistema di contatti elettrici per la trasmissione del movimento della tastiera di uno strumento musicale ad uno o più strumenti affini. — 27-1-1922.
- N. 230048 — NICCOLAI A.: Igrometro termo-elettrico. — 12-4-1924.
- N. 230124 — VALDE U.: Bilancia automatica elettrica. — 24-4-1924.
- N. 230174 — ZAEHLERWERKE I. A. G.: Armatura di supporto per conduttori elettrici ad induzione. — 28-4-1924.
- N. 207386 — ACETYLENE DISSOUS ET APPLICATIONS DE L'ACETYLENE (Soc.): Appareil pour distribution intermittente de gaz. — 27-1-1922.
- N. 206706 — AUSONIO V.: Portalampe con dispositivo di sicurezza contro i furti di lampadine elettriche. — 27-1-1922.
- N. 207777 — ANTONIOLA F. e P.: Scatola per cerini. — 27-2-1922.
- N. 206592 — BELTRAMI A.: Procedimento per la rigenerazione di tubi (a vuoto, a filamenti incandescenti) inservibili. — 14-1-1922.
- N. 230194 — BENVENUTI L.: Perfezionamenti nella costruzione dei portalampe elettrici. — 30-4-1924.
- N. 208163 — BRANDT C. E. J.: Perfectionnements dans les installations de projecteurs cinématographiques réclamant un réglage prévu de la vitesse. — 27-3-1922.
- N. 207867 — CARLETTI E.: Apparecchio elettrico accendi-gas. — 10-2-1922.
- N. 207512 — CHIARIZZI G.: Lampadina elettrica non rimovibile che allo stato di inservibilità. — 16-2-1922.
- N. 229802 — COMPAGNIE FRANCAISE AUXILIAIRE DES MINES: Apparecchio portatile d'illuminazione adottabile come lampada di sicurezza per le miniere. — 23-4-1924.
- N. 230190 — CROCI A. & FARINELLI: Perfezionamenti nei portalampe a triplice presa di corrente. — 29-4-1924.
- N. 201826 — DEUTSCHE GLIMMLAMPEN, GESELLSCHAFT m. b. H. (Soc.): Système d'électrodes pour tubes à vide. — 11-8-1921.
- N. 207436 — FRANCIS H.: Dispositivo per fissare lampade elettriche incandescenti nei loro supporti. — 4-2-1922.
- N. 207288 — FRISTER R. A. G.: Portalampe per lampade elettriche ad incandescenza. — 14-2-1922.
- N. 206982 — FUCCINI B.: Accenditore elettrico con speciale dispositivo per la chiusura del circuito. — 2-1-1922.
- N. 204033 — GALLO G., ROMANO A., MOSCIONI R.: Capsula antivibratoria per portalampe elettriche. — 25-10-1921.
- N. 207569 — HEINE F. F.: Lampadina ad incandescenza infilabile. — 22-2-1921.
- N. 229888 — JONDORF E.: Becco a gaz. — 18-4-1924.
- N. 229867 — ISTITUTO ITALIANO PROIEZIONI LUMINOSE: Innovazione nei proiettori luminosi. — 17-4-1924.
- N. 204729 — LA FERROTAIE SOC. IT. p. MATERIALI SIDERURGICI E FERROVIARI, OFFICINE DI TORINO: Sistema di comando della pompa d'olio ad ingranaggi per motori a scoppio. — 19-11-1921.
- N. 229982 — LOPEZ N. R.: Nuovo tipo di lampada ad incandescenza per proiezione. — 18-4-1924.
- N. 230071 — Lo stesso: Apparecchio per proiezione di pellicole. — 26-4-1924.
- N. 207562 — MALATESTA L.: Perfezionamenti nella miscela per formare candele per illuminazione e processo di preparazione della stessa. — 22-2-1922.
- N. 207305 — MANZONI G.: Macchina per fabbricare a stampo e timbrare contemporaneamente candele in genere esattamente cilindriche. — 17-2-1922.
- N. 207726 — MARIETTI S.: Disposizione per formare a zig-zag il filamento metallico delle lampadine elettriche. — 20-2-1922.
- N. 207122 — MATA CENA G.: Accenditore elettrico per fiammelle a gas. — 30-1-1922.
- N. 207123 — Lo stesso: Accenditore elettrico ad arco. — 30-1-1922.
- N. 230101 — MAZZIOTTI F.: Lampadina elettrica a doppio filamento. — 23-4-1924.
- N. 206434 — NAAMLOOZE VENNOOTSCHAP PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN (Soc.): Mode d'application par estampage des marques d'origine et autres sur des objets métalliques de forme creuse. — 16-1-1922.
- N. 208153 — NEGRI F.: Asciugatoio a ricupero di calore. — 25-3-1922.
- N. 189154 — OPTISCHE ANSTALT C. P. GOERZ A. G.: Portecharbon pour projecteur à électrodes rotatives. — 5-7-1920.
- N. 206452 — OTTONELLO S.: Lampadina elettrica ad incandescenza a multiplo candelaggio. — 20-1-1922.
- N. 229380 — PAGANI E.: Apparecchio d'illuminazione elettrica a due circuiti dei quali uno a tensione ridotta. — 18-4-1924.
- N. 230236 — PASTORINI G.: Dispositivo a gas di petrolio o simili per riscaldamento e contemporanea illuminazione. — 1-4-1924.
- N. 229742 — PATENT TREUHAND GESELLSCHAFT FUER ELEKTRISCHE GLUHLAMPEN m. b. H.: Processo e dispositivo per fare l'attacco di lampade ad incandescenza, tubi semplificatori e simili apparecchi a vuoto. — 15-4-1924.

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20% di sconto sulle tariffe normali sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. — Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali).

- N. 207633 — PHILIPS N. V. GLOELAMPENFABRIEKEN: Lampes électriques à effet lumineux etc. — 6-2-1922.
- N. 205162 — LA QUARZLAMPEN GESELLSCHAFT m. b. H.: Tubo illuminante per lampade a quarzo funzionanti a corrente alternata. — 19-11-1921.
- N. 192760 — SCHAEFFER E.: Tube lumineux. — 15-11-1920.
- N. 229876 — SECONDI A.: Miccia per la fabbricazione delle candele, torce, in cera paraffina e simili. — 17-4-1924.
- N. 207671 — UMETON G.: Scintola automatica per fiammiferi. — 11-2-1922.
- N. 204729 — VAYRA G.: Lampada elettrica da tavolo con lampadina sussidiaria di segnalazione comandabile da adattatore interruttore, particolarmente conveniente per ristoranti, caffè e simili. — 22-11-1921.
- N. 216704 — VITALE G.: Adattamento del lumino da notte dentro un bicchiere senza cuciture o incollature ricavato mediante azione meccanica, da sostanza colludenti, plastiche trasparenti, coloranti o non, insolubili o non. — 28-12-1922.
- N. 206459 — BRUCOLINI R.: Scaldatore elettrico ad immersione. — 21-1-1922.
- N. 230058 — CAROLI F.: Scaldacqua elettrico. — 25-4-1924.
- N. 206597 — CERRI V. & C.: Forno elettrico a resistenza intercambiabile. — 14-1-1922.
- N. 207278 — COMBONI G.: Calorifero elettrico convettivo. — 14-2-1922.
- N. 192223 — FILBAR ELECTRIC HEATER Ltd.: Perfectionnements apportés aux appareils électriques à chauffer l'eau. — 20-10-1920.
- N. 229997 — FIORAVANTI R.: Elettrovalvola dissimulata a effetto orizzontale. — 23-4-1924.
- N. 206988 — FIRPO G.: Apparechio elettrico per riscaldamento d'acqua per bagno caffè in tazzi ed altri usi sistema Firpo. — 24-1-1922.
- N. 207371 — GATTI V.: Riscaldatore elettrico per liquidi. — 25-2-1922.
- N. 225764 — HENNEIN KASEL F. KERHOVEN P.: Interruttore per riscaldatori elettrici d'acqua. — 5-11-1923.
- N. 200631 — LANZO G.: Elettrosigillatore. — 16-7-1921.
- N. 206775 — LOUBIERE G. E.: Riscaldatore elettrico. — 5-1-1922.
- N. 206899 — MALAGO' U.: Riscaldatore e vaporizzatore elettrico per acqua ed altri liquidi con elettrodi di metallo o di carbone estensamente variabili. — 24-1-1922.
- N. 207669 — MARANI L.: Riscaldatore elettrico a riverbero. — 11-2-1922.
- N. 207292 — MASCARINI G.: Forno elettrico. — 15-2-1922.
- N. 200626 — MASTROJANNI G.: Nuovastufetta termo-elettrica. — 14-7-1921.
- N. 208704 — OLMO P. P., MELLANO A.: Riscaldatore a resistenze elettriche. — 21-3-1922.
- N. 230040 — SBARRA C.: Apparechio elettrico accumulatore di calore per il riscaldamento di acqua in circolazione. — 2-5-1924.
- N. 204716 — TILLI E.: Ventilatore elettrotermico. — 19-11-1921.
- N. 174716 — VACCARO F. M.: Termoforo elettrico. — 13-6-1919.
- N. 230063 — «ZEROWATT» (Soc. An.): Resistenza metallica per apparecchi elettrotermici. — 25-4-1924.
- N. 207128 — FAUSER G.: Elettrolizzatore sistema Fauser per la produzione di ossigeno e idrogeno. — 13-1-1922.
- N. 207129 — Lo stesso: Apparechio per la produzione di ammoniaca sintetica. — 13-1-1922.
- N. 230449 — AKTIEBOLAGET A.: Indicatore d'allungamento con dispositivo di sicurezza per caldaie a vapore di generatori di vapore con strato di acqua rotante. — 16-5-1924.
- N. 230558 — La stessa: Regolatore di sicurezza per generatori di vapore con strato di acqua rotante. — 17-5-1924.
- N. 228488 — AKTIEBOLAGET LJUNGSTROM ANGTURBIN: Perfezionamenti negli aggruppamenti di turbine. — 8-3-1924.
- N. 208113 — ALMEN J. O.: Perfectionnements dans les soupapes pour moteurs à combustion interne. — 22-3-1922.
- N. 209519 — ASPDEN R. L.: Perfezionamenti nelle macchine dinamometriche a volante per motori a combustione interna e ad essi relativi. — 24-4-1922.
- N. 201243 — BARNES RUTHERFORD: Appareil et procédé de fonctionnement pour moteurs à combustion interne. — 20-7-1921.
- N. 208393 — BEECHLY LLOYD: Cylindres pour moteurs à combustion interne. — 14-3-1922.
- N. 209096 — BERNARDI A.: Filtro per carburatore. — 3-4-1922.
- N. 208890 — BERNARDINI M.: Eliche a superficie ridotte (motori a vento Bernardini) con fasciatura metallica delle costole in legno. — 24-3-1922.
- N. 210054 — BIANCHI G. e FERRAUDO Gio. B.: Carburatore economizzatore per motori a scoppio. — 20-5-1922.
- N. 207806 — BILLON M. e DUFAY F.: Perfectionnements apportés aux pistons en métaux légers ou alliages de métaux légers. — 5-11-1921.
- N. 230577 — BORGI L.: Riscaldatore per la formazione di una miscela esplosiva per motori a scoppio utilizzando combustibili liquidi. — 12-5-24.
- N. 206812 — BOSCH R. A. G.: Dispositif d'allumage électrique pour la mise en marche des moteurs à huile. — 9-1-1922.
- N. 208428 — CARNISE B. S.: Appareil pour raboter les sièges des flâques dans les chaudières aqua-tubulaires. — 17-3-1922.
- N. 209328 — CARPI G.: Motore a scoppio mono-cilindrico a due tempi senza valvole applicabile a qualunque bicicletta. — 27-4-1922.
- N. 230474 — CAVALIERI G.: Nuovo dispositivo iniettere polverizzatore del combustibile per motori a combustione interna. — 9-5-1924.
- N. 208289 — CHALLIS P.: Perfectionnements aux bougies d'allumage pour moteurs à combustion interne. — 3-3-1922.
- N. 230565 — «COMMERCIALE GARAGE» di U. RULLI & G. ARDEUNE: Flangia tipo speciale con tubo ad aria calda da applicarsi sui motori a scoppio per sei ad otto cilindri per ridurre i carburatori da due ad uno solo. — 20-5-1924.
- N. 228460 — COMPAGNIA GENERALE DI ELETTRICITÀ: Rotori per turbine a vapore e metodi per evitare i fenomeni delle orde. — 27-2-24.
- N. 206959 — COSTANTINESCO G.: Perfezionamenti apportati ai carburatori. — 30-1-1922.
- N. 206403 — CORSI L.: Disposizione per il riscaldamento del combustibile liquido destinato all'alimentazione dei motori a combustione interna. — 11-1-1922.
- N. 229337 — COVA G. ORIZIO A.: Marmitta rombante con silenziatore. — 1-4-1924.
- N. 205036 — COWELL A. S.: Perfezionamenti ai carburatori. — 5-11-1921.
- N. 197198 — CRENDSON M. & GILBERT GILKES e COMP. L'd.: Innovazioni nelle turbine idrauliche. — 29-3-1921.
- N. 208387 — CROZET F. & C. (Soc.): Procédé et dispositif d'auto-regulation des turbines. — 13-3-1922.
- N. 209527 — CRUYT L.: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne. — 25-4-1922.
- N. 209381 — DAIMLER MOTOREN GESELLSCHAFT: Disposizione di distribuzione ad eccentrico. — 4-4-1922.
- N. 230303 — DAL CORNO M. & SILVANI S.: Candela d'accensione a distanza esplosiva regolabile. — 6-5-1924.
- N. 208664 — DE COSMO J.: Moteur à deux temps sans soupapes avec piston distributeur et piston balayeur. — 14-3-1922.
- N. 209033 — DEDONE F.: Perfezionamenti nei radiatori per motori a scoppio. — 27-3-1922.
- N. 208391 — ECLIPSE MACHINE Co: Démarreurs pour moteurs. — 14-3-22.
- N. 177726 — EGERSDOERFER F.: Pompa di alimentazione per motori a scoppio. — 9-9-1919.
- N. 181065 — ENGLESON J. E.: Perfezionamenti negli apparecchi per aprire e chiudere automaticamente od a distanza i dispositivi di avviamento delle turbine idrauliche e simili. — 20-12-1919.
- N. 230327 — ERSTE BRÜNNER MASCHINEN-FABRIKS GESELLSCHAFT: Palottatura per turbine a vapore o a gas. — 10-5-1924.
- N. 209012 — ETABLISSEMENTS FRANCOIS (Soc. An.): Carburateur. — 23-3-1922.
- N. 230354 — FAGIOLI A.: Dispositivo segnalatore del surriscaldamento dei motori a scoppio. — 3-5-1924.
- N. 208234 — FAUTH e MEHLBERGER (Ditta): Bougies d'allumage. — 30-3-1922.
- N. 209194 — FERRAUDO Gio. B.: Economizzatore di benzina per carburatori. — 12-4-1922.
- N. 209565 — FISCHER H.: Dispositif pour l'utilisation de la chaleur dégagée, lors de l'allumage du mélange, d'air et de combustible dans les moteurs à combustion interne ou à explosion. — 29-4-1922.
- N. 227475 — THE FRIEND BENTLEY ELEMENT Co Ltd.: Innovazioni relative ai motori a combustione interna. — 19-1-1924.
- N. 205054 — GARUFFO E. & G. E.: Motore a due tempi polivalente leggero a speciale disposizione del medesimo per marciare con qualsiasi combustibile liquido. — 9-11-1921.
- N. 208004 — GENDREAU E. G.: Moteur compound à explosion et détente prolongée. — 14-3-1922.
- N. 180266 — GROUKWIST O. R.: Valvola d'iniezione a membrana. — 24 dicembre 1919.
- N. 208738 — HERPRECK F.: Carburateur pour moteur à explosion. — 21-3-1922.
- N. 230265 — HESSELMAN K. J. E.: Dispositivo per introdurre combustibile liquido ed aria di combustione nei motori a combustione. — 9-5-1924.
- N. 230364 — Lo stesso: Motore a combustione. — 13-5-1924.
- N. 204375 — HUNT T. W.: Perfectionnements aux séparateurs d'eau de condensation. — 3-10-1921.
- N. 209609 — HUNTER S.: Sistema di fabbricazione di tubi surriscaldatori ed analoghi. — 8-4-1922.
- N. 209469 — JUNKERS H.: Tuyère d'injection pour des machines motrices à combustion. — 14-4-1922.
- N. 209470 — Lo stesso: Procédé et dispositif de mise en marche à air comprimé pour machines motrices à combustion. — 14-4-1922.
- N. 209472 — Lo stesso: Procédé et dispositif pour l'injection sans air de combustible dans des moteurs à huile à allumage par chaleur de compression. — 14-4-1922.
- N. 209344 — KASHIWABARA T.: Perfectionnements apportés aux moteurs à combustion interne. — 29-4-1922.
- N. 209359 — KINUGASA S.: Perfezionamenti in vaporizzatori per motori a combustione interna. — 1-4-1922.
- N. 207383 — KRUPP F. A. G.: Chambre à refroidissement par l'eau pour les cylindres de moteurs à combustion. — 25-2-1922.
- N. 208744 — LAFITTE T.: Commande cinématique de distribution. — 25-3-22.
- N. 207267 — LEMASSON R.: Système d'obturateur pour tiroirs rotatifs cu distributeurs de fluides liquides sous pression. — 11-2-1922.
- N. 208544 — LENTZ H.: Distributore a valvola per macchina a vapore con valvole comandate mediante camme oscillanti. — 29-3-1922.
- N. 187311 — LEROY J.: Moteur à explosions à deux temps double effet avec mise en marche automatique marche réversible et freinage pneumatique sur les pistons. — 17-6-1920.
- N. 186095 — LOEFFLER S.: Gazificatore per motori a scoppio. — 30-6-20.
- N. 230291 — LOWE E. L.: Motori a combustione interna. — 3-5-1924.
- N. 186370 — LUMB H. C.: Perfectionnements dans les appareils à nettoyer les tubes de chaudières. — 10-6-1920.
- N. 209026 — LUMA WERKE (Soc. An.): Distribuzione di sicurezza per motori di avviamento. — 25-3-1922.
- N. 209027 — La stessa: Accoppiamento per i motori di avviamento dei mezzi di trasporto a motore. — 25-3-1922.
- N. 209031 — La stessa: Magnete ad anello con espansioni polari lamellari. — 25-3-1922.
- N. 209196 — MARCON E. R.: Turbo-moteur atmosphérique. — 12-4-1922.
- N. 230256 — MATIEVICH C.: Dispositivo permettente l'impiego di nafta quale combustibile negli ordinari motori in sostituzione del petrolio e della benzina. — 3-5-1924.
- N. 208905 — MELI L.: Accumulatore di forza motrice. — 20-3-1922.
- N. 206712 — METROPOLITAN VICKERS EL. Co Ltd.: Perfezionamenti relativi ai mezzi per montare palette delle turbine a vapore. — 27-1-22.
- N. 209611 — MONIER L.: Carburateur pour moteurs à explosion. — 4-8-22.
- N. 209612 — Lo stesso: Carburateur à pulvérisation dans le vide. — 8-4-22.
- N. 206851 — MONSIEY R. e J.: Régulateur automatique de carburation formant économiseur. — 16-1-1922.
- N. 208776 — MOSSO A.: Pistone per motori a combustione interna che produce l'espulsione dei gas combustibili dalla camera di compressione o di combustione. — 28-3-1922.
- N. 208862 — MOZZALI O.: Riscaldatori elettrici Mozzali per la caldaia della macchina da comporre Monotype. — 31-3-1922.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Le onoranze tributate a Guglielmo Marconi dalla città di Bologna e dalla Sezione dell'A. E. I.

Nella ricorrenza del trentesimo anniversario dei primi fortunati esperimenti sulla telegrafia senza fili, Bologna ha voluto tributare al suo Illustre Figlio, Guglielmo Marconi, solenni onoranze, promosse dal Comune insieme con la R. Università e la R. Scuola d'Ingegneria.

La cerimonia ufficiale fu fissata per le ore 10,30 di domenica 13 giugno, nella stessa Aula Magna dell'Archiginnasio, l'Antico e glorioso Palazzo dello Studio bolognese. Fin dalle ore 10, l'Aula, già gremita d'Autorità, personalità ed invitati, si mostrava solenne nel suo austero apparato di circostanza.

Alle ore 10,30 precise il Sen. Marconi, accompagnato dal Sindaco, giunse in automobile davanti all'Archiginnasio, dove fu accolto con una entusiastica e affettuosa dimostrazione dalla folla che lo attendeva. Alla sua entrata nel Palazzo, la Banda municipale intonò la Marcia reale, mentre ai piedi dello scalone, S. E. Belluzzo, venuto espressamente a rappresentare il Governo Nazionale, il Corpo Accademico in toga, la Giunta comunale e il Presidente Generale dell'A. E. I. si apprestavano a ricevere l'Illustre Scienziato.

L'entrata di Guglielmo Marconi nell'Aula viene segnalata da una lunga, entusiastica acclamazione. Il Festeggiato, visibilmente commosso, si porta al tavolo d'onore, ove prendono posto il Sindaco Puppini, S. E. il Ministro Belluzzo, e attorno ad essi gli altri oratori ufficiali della cerimonia: il Rettore Magnifico della R. Università, Prof. Sfameni, il Direttore della R. Scuola d'Ingegneria, Prof. Muggia, il Presidente Generale dell'A. E. I., Prof. Sartori, il Commissario Governativo della Camera di Commercio, Comm. Frank de Morsier, il Presidente del gruppo emiliano dei Cavalieri al merito del Lavoro, Comm. Borgnino.

La cerimonia viene aperta dal Sindaco con lettura del seguente applauditissimo telegramma di S. M. il Re: «Desidero farle giungere la mia cordiale adesione alle onoranze che Bologna s'appresta a rendere al Suo Illustre Figlio». Segue la lettura del telegramma inviato dal Presidente del Senato:

«Mentre codesta nobile Città si appresta a tributare solenni onori al suo insigne Figlio Guglielmo Marconi per la celebrazione del trentesimo anniversario della scoperta della telegrafia senza fili, il Senato del Regno, che si onora di avere a sua amato collega l'Illustre Scienziato che tutto il mondo invidia all'Italia, prega per mio mezzo la S. V. Ill.ma di volersi rendere interprete dei sentimenti di esultanza e di plauso dell'Assemblea. — *Tittoni*, Presidente del Senato.»

Poiché pronuncia un vibrato discorso inneggiando all'opera di Guglielmo Marconi cui alla fine offre una splendida grande medaglia d'oro, opera dello scultore bolognese Prof. Cav. Borghesani, recante nel recto l'effigie in rilievo di Guglielmo Marconi, sopra uno sfondo sul quale si intravede lo stemma di Bologna e sul verso in caratteri a rilievo una dedica dettata dal Prof. Costa.

Alle parole del Sindaco fa seguito un discorso del Prof. Sfameni, Rettore dell'Università, il quale, dopo aver rievocato le figure più salienti della Bologna antica, si sofferma particolarmente a parlare di Augusto Righi e dice: «L'amplesso col quale Voi ed il Righi riaffermate ventiquattro anni or sono nel cospetto di Bologna e del mondo «i reciproci sentimenti di ammirazione, simboleggiava mirabilmente «il connubio ideale che intercede fra i ricercatori delle leggi astratte «della natura e gli animosi intelletti che ne tentano l'applicazione a «beneficio del progresso umano».

Seguono il Prof. Muggia, Direttore della R. Scuola d'Ingegneria, il quale porge in nome dell'Istituto da lui rappresentato, un reverente saluto al collega Marconi che fu nel 1904 nominato ingegnere *honoris causa*, il Comm. Frank De Morsier che, a nome della Camera di Commercio, annuncia che, questa, per onorare degnamente il grande

Cittadino, ha istituito un premio annuo perpetuo intitolato al nome di Guglielmo Marconi, e consistente in una ricca medaglia d'oro da destinarsi a quel laureato in scienze fisiche presso la R. Università od a quello presso la R. Scuola d'Ingegneria che se ne sarà mostrato più meritevole. Poi il Comm. Borgnino, Presidente del gruppo emiliano dei Cavalieri al merito del Lavoro, presenta al Sen. Marconi una ricca pergamena con la quale lo si nomina Presidente onorario del Gruppo stesso. La presentazione della pergamena è accompagnata da un discorso nel quale si annunzia che il Gruppo ha deliberato la istituzione di una medaglia d'oro con identica destinazione di quella della Camera di Commercio.

S'alza poi a parlare il Prof. Sartori, Presidente generale dell'A. E. I., il quale pronuncia il seguente discorso:

«L'Associazione Elettrotecnica Italiana, che ripete le sue origini da Galileo Ferraris, stella di prima grandezza nel cielo della Scienza Universale, si gloria di annoverare fra i suoi soci vitalizi Guglielmo Marconi che, non meno splendente, vi porta amplissimo lustro e decoro.

«La notizia dei primi esperimenti sulla Telegrafia senza fili che le dolci colline bolognesi tenevano a battesimo trent'anni fa e la notizia dei primi promettenti successi accolse l'Associazione con ammirazione profonda e trepidante attesa, quasi presaga dell'imminente miracolo. Ond'è che sette anni appresso, dopo le prime fortunate trasmissioni radio attraverso l'Atlantico — Guglielmo Marconi assunto ormai alla gloria — in una storica seduta da essa tenuta il 7 maggio 1903 nell'Aula Massima del Campidoglio, presenti le Loro Maestà il Re e la Regina, Principi, Ministri e quanto di più eminente era in Roma, il Presidente d'allora, Prof. Moisé Ascoli, a perenne ricordo del miracolo compiuto, offrì a Guglielmo Marconi una grande targa d'oro acclamandolo benefattore dell'umanità.

«Presente a quella memoranda seduta, in cui Marconi espose mirabilmente i principii e i primi sviluppi della sua grande invenzione, mai avrei potuto pensare che 23 anni più tardi sarebbe toccato a me l'altissimo onore di rinnovare a lui nella mia qualità di Presidente Generale dell'Associazione ed in rappresentanza delle sue quindici Sezioni, i Presidenti delle quali sono alcuni personalmente, gli altri tutti spiritualmente presenti, il sentimento di ammirazione altissima in questo faustissimo giorno in cui la sua Città natale, quasi a coronamento dell'opera sua mirabile, gli offre un segno tangibile di gratitudine profonda.

«Che se supremi furono gli onori toccati da Guglielmo Marconi, penso che nessuno tornargli può più gradito di quello che la sua Bologna sta tributandogli in questo storico ambiente, vibrante di gloriose memorie, per ricordargli i giorni dell'ansiosa ricerca, quasi volesse, in un tuffo di rinnovata giovinezza, richiamare sempre nuove aulenti primavere su questa benedetta terra d'Italia.

«Come Faraday e Fourier furono gli eroi della giovinezza entusiasta di William Thomson, così io penso Guglielmo Marconi trent'anni fa ebbro di un'idea, germinata dagli studi di Maxwell, di Hertz, del grandissimo Righi, precursore ed attore principale della recente evoluzione della Fisica; ebbro di un'idea al cui confronto ogni altro meraviglioso impallidisce o scolora.

«Fra le vite grandemente operose poche sono belle come la sua e poche volte il consenso unanime degli uomini accresce gloria e splendore attorno a un nome come per Guglielmo Marconi, sì che a lui devono esserne derivate soddisfazioni ineffabili. Ma la commozione interna, lo spasimo per la riuscita nell'arduo cimento, quello — che parve sogno e fu realtà — di far aderire sempre gli spiriti attraverso lo spazio — non più curanti i corpi le sempre maggiori distanze — e la sconfinata gioia del primo successo che gl'inchiodò nel petto la fede nell'idea portentosa, devono ancora, al solo pensarvi, martellargli il cuore; nè quegli attimi si sono — forse — più rinnovati.

«Per questo si farà oggi più vivido in lui il ricordo, qui, nella sua Bologna, dopo i recenti trionfi; quando la sua invenzione, mirabilissima e per fecondità inesauribile, s'aderge ormai insuperata e forse insuperabile a costituire per la stirpe italica perenne titolo di grandezza e di gloria».

Un lungo applauso corona la fine del vibrante discorso del Prof. Sartori, che ha destato la più viva commozione nei presenti e nello stesso Festeggiato, ed infine S. E. Belluzzo porge a Guglielmo Marconi il saluto ed il compiacimento del Governo Nazionale e di S. E. Mussolini che gli ha dato l'incarico di rappresentarlo.

Si alza quindi il Sen. Marconi ed il pubblico scatta in piedi per rinnovare l'entusiastica e prolungata ovazione con la quale lo ha accolto al suo apparire nella Sala. Poi, fra il religioso silenzio degli astanti,



lo Scienziato inizia il suo dire esprimendo anzitutto la sua commossa gratitudine per le manifestazioni tributategli in questa mirabile seduta da tutte le Autorità che hanno partecipato alle onoranze e prosegue poscia così:

«Dal febbraio 1896, data della mia partenza da Bologna dopo le mie prime esperienze di telegrafia senza fili eseguite alla Villa di Pontecchio, la mia vita è trascorsa lontana da questa mia cara Città natale. La mia lontananza è stata causata dalla forza degli eventi, superiore a quella della mia volontà.

«La radiotelegrafia, che a me parve destinata a collegare il pensiero di tutti i popoli, aveva bisogno per il suo sviluppo di uno spazio molto grande ed io scelsi per il mio primo laboratorio l'Oceano Atlantico.

«Sin da quando era giovinetto, direi quasi fanciullo, la scoperta sperimentale delle onde elettriche fatta da Hertz, a conferma della ipotesi matematica di Maxwell sulla Teoria Elettromagnetica della luce, ed il brillante proseguimento di tali ricerche fatto dal nostro grande fisico bolognese Augusto Righi (alla cui memoria m'inchino sempre con devota ammirazione) avevano affascinato la mia mente, ed io ebbi ben presto l'idea, direi quasi l'intuizione, che queste onde avrebbero potuto in un avvenire non lontano fornire all'umanità un nuovo e potente mezzo di comunicazione utilizzabile non solo attraverso i Continenti ed i mari, ma anche sulle navi con immensa diminuzione dei pericoli della navigazione e con abolizione dell'isolamento di chi attraversa gli Oceani.

«I felici risultati ottenuti attraverso notevoli distanze coll'impiego delle Onde Elettriche furono, a mio parere, dovuti in gran parte alla scoperta da me fatta nel 1895 dell'effetto delle così-dette «antenne» od aerei elevati e collegati tanto agli apparecchi trasmettitori quanto a quelli ricevitori. Tale dispositivo fu naturalmente la conseguenza di una felice ispirazione, e la nostra mente non dimentica mai malgrado una lunga assenza il luogo dove una prima felice ispirazione è nata.

«Ma durante la forzata mia lontananza da Bologna, la nostalgia della mia città natale ha spesso invaso l'animo mio: assai spesso durante le mie ottantasei traversate dell'Atlantico, durante i lunghi periodi di tempo trascorsi nelle solitudini del Canada e dell'Irlanda, il mio pensiero, che a molti sembrava fisso nello studio dell'apparecchio che avevo di fronte, volava invece lontano, volava alla mia cara Bologna, alla quale mi legano gli affetti più sacri ed i ricordi più cari.

«Ma da quando partii da Bologna nel febbraio 1896, e da quando ottenni il mio primo brevetto d'invenzione il 2 giugno di quell'anno, quante immense difficoltà si sono dovute sorpassare per raggiungere lo scopo che mi ero proposto e nel quale la mia fede non fu mai scossa, anche quando molte illustrazioni della scienza ebbero ad esprimere i più scoraggianti pareri!

«Era stato obiettato che la curvatura della terra avrebbe inesorabilmente impedito le comunicazioni a distanze superiori a poche decine di chilometri, ma a ciò io non credevo e potei presto provare con esperienze condotte fra il Capo Lizard e l'Isola di Wight in Inghilterra che attraverso una distanza di 300 chilometri, in cui la curvatura terrestre interviene assai sensibilmente, questa non costituiva alcun ostacolo alle trasmissioni radiotelegrafiche.

«Fu allora affermato che le trasmissioni ad ancora più grandi distanze rappresentavano il sogno di un visionario, ma dopo le esperienze da me eseguite nel dicembre 1901 fra l'Inghilterra e la Terranova nel Nord America, durante le quali riuscii a comunicare per la prima volta attraverso l'Oceano Atlantico, tutti cominciarono a convincersi che molto probabilmente non vi sarebbe più stata distanza al mondo che avesse potuto fermare la propagazione delle onde elettriche.

«Il felice risultato ottenuto in quelle mie prime esperienze fra l'Europa e l'America mi incoraggiarono nel proseguimento dei miei studi per affrontare la soluzione di un difficile problema: il collegamento radiotelegrafico commerciale dell'Europa con l'America, e con tanti altri lontani paesi ove lo scopo pratico da raggiungere giustificasse il rischio di una grande spesa per l'esecuzione di esperienze che in Italia erano state qualificate molto spesso come di esito assai dubbio.

«Nelle esperienze da me condotte nell'Atlantico durante l'inverno del 1902 mi trovai ostacolato da una impreveduta difficoltà causata dall'effetto della luce solare sulle trasmissioni radiotelegrafiche, fenomeno da me scoperto durante una traversata fatta a bordo della nave «Philadelphia»; per causa di tale effetto della luce, alla distanza di oltre 700 miglia, ogni ricezione diveniva impossibile al sorgere del sole. Ma con l'aumento della lunghezza d'onda trovai che anche tale difficoltà poteva essere superata.

«Allora tutti i cultori della Radiotelegrafia si dedicarono all'impiego di onde sempre più lunghe, e così da quelle di 1000 e 2000 metri si è pervenuti gradualmente all'impiego di onde che hanno raggiunto perfino la lunghezza di 30 chilometri.

«Altre difficoltà si presentarono per effetto delle interferenze fra Stazioni vicine, difficoltà che secondo quanto sembrava avrebbero causato una grandissima limitazione delle applicazioni pratiche della Ra-

diotelegrafia. Ma con nuovi circuiti sintonici brevettati da me nel 1898 e nel 1900 e sperimentati sulle coste meridionali dell'Inghilterra, anche tali difficoltà in gran parte scomparvero. Fu provato allora per la prima volta che molte stazioni vicine fra loro, sintonizzate su onde differenti, potevano comunicare simultaneamente senza interferirsi a vicenda.

«In seguito alle mie prime esperienze a grandi distanze sul mare, fu affermato che le comunicazioni attraverso continenti montuosi sarebbero state impossibili. Ma con la campana radiotelegrafica della R. Nave «Carlo Alberto», che nell'anno 1902, per volontà di Sua Maestà il Re d'Italia, fu messa a mia disposizione, venne da me dimostrato che le Alpi ed i Pirenei venivano sorpassati facilmente dalle onde elettriche da me impiegate.

«Rimanevano però sempre degli inesplicabili periodi di interruzione: rimanevano pure sempre delle grandi difficoltà create dalla scarsa sensibilità dei ricevitori allora usati: rimanevano pur sempre gli enormi ostacoli prodotti dalle scariche elettriche atmosferiche.

«Fu allora detto che a questo punto lo sviluppo della Radiotelegrafia era finito; che il suo impiego avrebbe potuto essere utile sul mare per la sicurezza della vita umana durante le navigazioni, ma che il suo impiego sarebbe stato assai limitato ed assai difficile fra continenti lontani.

«Fu affermato che mai la radiotelegrafia sarebbe stata atta a competere con altro mezzo di comunicazione rapida a grande distanza, come quello assicurato dai cavi.

«Ma anche di fronte a queste osservazioni, fatte spesso ufficialmente nei Parlamenti delle grandi Nazioni, io non mi scoraggiai mai. Noi bolognesi sorridiamo spesso di fronte alle situazioni più difficili. Infatti, mediante l'impiego delle valvole termoioniche — brillante concezione del Fleming perfezionata dal De Forest, dal Langmuir e dal Armstrong in America, dal Meissner in Germania e dal Round e dal Franklin in Inghilterra, e mediante l'impiego di circuiti sintonici bilanciati, di filtri elettrici, di amplificatori di potenza ed infine di radiatori dirigibili, riuscii a conseguire risultati tali da assicurare un regolare servizio radiotelegrafico di giorno e di notte fra l'Europa e l'America, così pure nel 1918 potei comunicare dall'Inghilterra all'Australia, cioè fino a quasi agli antipodi, attraverso una distanza di circa 20.000 chilometri.

«Ma per conseguire tali risultati occorrevano impianti enormi, costosissimi, basati sull'impiego di molte centinaia di kilowatt di energia irradiata quasi circolarmente: per modo che lo scopo prefissosi di trovare un mezzo di comunicazione rapida e più economica di quella offerta dall'ordinaria telegrafia senza filo o cavo, sembrava in gran parte frustrata.

«Ripensai allora alle mie prime esperienze di Pontecchio, ritrovai nella mia mente il ricordo di quanto mi proponevo allora di conseguire mediante la radiazione di onde elettriche concentrate a fascio per mezzo di opportuni riflettori.

«Così nel 1916 a Genova, ove mi ero dedicato a particolari studi per scopi militari, feci numerose esperienze a distanza con i primi apparecchi «a fascio», impiegando onde cortissime, cioè di due o tre metri di lunghezza.

«Sì! Sistema a fascio — esclama a questo punto l'illustre scienziato. — Io non uso oggi questa parola perchè sono fascista e perchè il Fascismo, per le fortune d'Italia, è trionfante.

«Io rivendico a me stesso l'onore di essere stato in Radiotelegrafista il primo fascista, il primo a riconoscere l'utilità di riunire in fascio i raggi elettrici, come l'on. Mussolini ha riconosciuto per primo nel campo politico la necessità di riunire in fascio le energie sane del Paese per la maggiore grandezza d'Italia.

«Ma per l'impiego del mio sistema a fascio, sistema che, invece di irradiare le onde in tutte le direzioni, le concentra nella direzione voluta quasi come un fascio di luce proiettato da un riflettore, sistema che il Governo inglese ha deciso di impiegare su grandissima scala per le comunicazioni dirette fra i più importanti domini e la Madre Patria, le onde lunghe non erano più adatte.

«Eppure io ero responsabile di avere causato la spesa di centinaia di milioni in stazioni ad onde lunghe.

«Occorreva quindi un gesto di coraggio per dire: «Torniamo indietro».

«Ma i bolognesi, dopo aver costruito a Bologna una delle Torri più alte, non si peritarono di costruirla accanto una assai più bassa.

«Così io, per fortuna, non ebbi incertezze. Vicino a stazioni ad onde lunghissime ho fatto costruire per primo delle stazioni a fascio ad onde cortissime.

«Nello studio pratico fatto in Atlantico durante vari mesi col Yacht «Elettra» nel 1923 sulla portata di trasmissione di tali onde, ho potuto scoprirne alcune proprietà preziosissime che prima di allora erano scientificamente ignorate.

«Così rilevai che, impiegando onde corte in impianti di piccolissima potenza a riflettore era possibile assicurare il più regolare, il più rapido ed il più economico servizio di giorno e di notte fra le Antipodi del Globo, cioè fra l'Inghilterra e l'Australia.

«Con tali impianti ad onde corte ho potuto nel maggio 1925 per la prima volta far sì che la voce umana trasmessa dall'Inghilterra fosse intesa e compresa nella lontana Australia.

«Oggi esistono migliaia di navi munite di Radiotelegrafia per la sicurezza della vita umana in mare e per mantenere viva l'attività quotidiana delle innumerevoli persone che attraversano gli Oceani: oggi la corrispondenza senza fili fra l'Europa e l'America, l'Estremo Oriente ed il Sud America svolge un traffico enorme a vantaggio delle crescenti esigenze della civiltà: oggi milioni di ricevitori radio-telefonici sparsi nelle più disperse contrade assicurano il continuo collegamento con i maggiori centri irradianti le notizie di tutto quanto interessa l'umanità: oggi a mezzo della diffusione radiotelefonica «ricolare» (così detta «Broadcasting») può essere mantenuta calma l'opinione pubblica durante qualsiasi turbamento popolare che ostacoli l'opera pacificatrice della Stampa, come provato in occasione del recente sciopero generale in Inghilterra: oggi molte centinaia di migliaia di persone trovano occupazione, studio e lavoro nella nuova industria creata dalla Radiotelegrafia; oggi la navigazione aerea è possibile e sicura sino ai più lontani confini a mezzo delle radio-comunicazioni, come è stato recentemente dimostrato dal grande trionfo dell'ardimento e della tecnica italiana conseguito nella gloriosa spedizione del «Norge».

«Il campo delle radiotrasmissioni va sempre più estendendosi, così la Radiotrasmissione di fotografie a distanza è già un fatto compiuto ed ora si prevede possibile in un prossimo avvenire la pratica soluzione del grande problema della Televisione.

«Prima di concludere voglio inviare un deferente saluto alla numerosa schiera di valenti scienziati, di ricercatori del vero, e dei modesti lavoratori sparsi in tutto il Globo il cui lavoro ha contribuito a rendere realizzabili i progressi conseguiti.

«Voglio di nuovo ricordare con ammirazione profonda e con reverente affetto la grande figura di Augusto Righi che, con la sua indefessa opera tanto fece per lo studio delle onde elettriche e per carpire i segreti della Natura.

«Il geniale e classico lavoro sull'Ottica delle Oscillazioni Elettriche compiuto qui a Bologna da Augusto Righi portò a risultati che, dalle mura del suo laboratorio, passarono all'ammirazione dei cultori delle scienze fisiche in tutto il Mondo.

«Bologna, culla di arte, di scienza, che ha dato i natali a Galvani ed a Righi, è la Patria ambita di chi abbia il culto dello studio e del progresso. Se l'opera da me svolta durante i trenta anni da me trascorsi lontano da Bologna può avermi reso in qualche modo degno figlio di questa città, premio più caro non potrebbe essere conferito a chi sente l'orgoglio di essere nato fra voi, nella nostra diletta Bologna».

Il discorso del Sen. Marconi, frequentemente interrotto da applausi, è coronato alla fine da una ovazione infrenabile.

*

Alle ore 12,30, nella grandiosa Sala d'Ercole del Palazzo d'Accursio, gentilmente concessa dal Comune, ebbe luogo un sontuoso banchetto, promosso dalla Sezione bolognese dell'A. E. I. Al banchetto, di duecento coperti, parteciparono, oltre le Autorità ed i soci della Sezione, anche numerosi eminenti professionisti della Città.

Il Senatore Marconi sedeva fra S. E. Belluzzo e l'Ing. Dott. Cesare Rimini, Presidente della Sezione; ad essi facevano corona tutte le Autorità Civili e Militari, cui seguivano, nel tavolo d'onore, le più spiccate personalità della nostra Associazione. Primo fra tutti il Presidente Generale, Prof. Sartori, che per assistere alla manifestazione odierna aveva rinunciato ad accompagnare i Colleghi in Francia, delegando all'uopo il Vice Presidente Generale, Prof. Soleri. Accanto al Presidente Generale sedeva il Vice Presidente Generale, Ing. Del Buono, anche in rappresentanza della Sezione di Roma, che ha l'onore di annoverare Guglielmo Marconi fra i suoi Soci, poi gli Ingg. Banchiero e Neri in rappresentanza dei Presidenti delle Sezioni di Milano e Livorno, e i membri del Consiglio Direttivo della Sezione di Bologna.

Numerosissime (circa cento) furono le adesioni pervenute da parte di tutti gli organi dell'A. E. I., nonché da illustri personalità e da ammiratori di ogni parte d'Italia.

Allo spumante il Presidente della Sezione, Ing. Rimini, diede lettura di alcune di esse iniziando con quella del Prof. Soleri, che trovandosi a Parigi coi colleghi aveva telegrafato in questi termini: «Colleghi Associazione Elettrotecnica Italiana riuniti fraternamente banchetto insieme Société Française Electriciens inviano mezzo tuo deferente omaggio illustre Senatore Marconi: fieri onore essergli compatrioti augurando Italia, umanità, nuove continue meravigliose scoperte. - Soleri». La lettura di questo telegramma recante anche il saluto della S. F. E. suscitò una viva e prolungata ovazione. Poi l'Ing. Rimini diede comunicazione testuale di alcuni altri telegrammi, accennò ed elencò tutti gli altri e le numerose adesioni, indi proseguì dicendo:

«Non potete credere quanto io sia lieto e fiero per essere a me toccata la fortuna di presentarVi così l'omaggio unanime dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, che ha l'onore di annoverarVi fra i suoi Soci, omaggio al quale, come vedete, si associa tutta la cittadinanza qui rappresentata da tante autorevoli ed elette persone.

«L'omaggio ch'io qui Vi presento non è quello che nella cerimonia di stamane Vi è stato tributato in forma ufficiale: io qui piuttosto vorrei raccogliere ed interpretare i sentimenti di carattere più intimo ed affettuoso, che la privilegiata fortuna della Vostra presenza qui suggerisce a noi tutti, ed esprimerVi così, naturalmente e semplicemente, come naturalmente e semplicemente essi sgorgano dal nostro cuore.

«Voglio dirVi di quanto orgoglio ci riempia il pensiero che ora è qui fra noi l'Uomo il quale, col genio della Sua opera immortale seppe segnare una tappa così avanzata nel cammino dell'Umanità affermando sempre più oltre, attraverso l'epica lotta millenaria, il suo dominio sulla bruta natura; che quest'Uomo glorioso sia un figlio della nostra terra, che fra le mura di questa nostra Città Egli abbia avuto i natali, che nel silenzio di queste campagne siano apparsi e si siano schiusi i germi della sua invenzione meravigliosa.

«Quest'Uomo infatti seppe, con mirabile intuito, discernere, nell'intricato e difficile complesso dei risultati teorici e sperimentali inerenti alle oscillazioni elettriche, la giusta via che doveva condurre alla realizzazione pratica di un meraviglioso mezzo di comunicazione a distanza senza interposizione di alcun collegamento materiale conduttivo.

«Ebbene, compiono oggi trent'anni da quel giorno!!

«Vi sono nella Storia della Scienza delle date fatidiche che sembrano segnare altrettante tappe del faticoso lavoro compiuto dagli scienziati nel silenzio dei loro laboratori. L'anno 1896 potrebbe a buon diritto chiamarsi l'anno d'oro delle Scienze fisiche. Non era infatti ancora spenta l'eco della enorme impressione suscitata dalla scoperta dei Raggi X fatta da Röntgen, che il Dott. Zeeman, annunciando di avere ottenuto la decomposizione delle righe spettrali in un campo magnetico, veniva a fornire una brillante ed insperata base sperimentale al mirabile edificio costruito dal Lorentz. E' ancora del 1896 la prima constatazione, dovuta al Becquerel, delle proprietà radioattive della materia. E, come se tanta dovizia di risultati non fosse ancora sufficiente a saziare lo spirito inquieto del ricercatore, il 2 giugno dello stesso fatidico anno, Guglielmo Marconi chiedeva il primo brevetto per un suo «sistema di trasmissione di segnali a distanza mediante le onde elettriche». Così si iniziava la nuova era delle radiocomunicazioni, che tanti e tanti servigi dovevano poi rendere all'Umanità, che, permettendo ai navigli pericolanti di lanciare disperati appelli, hanno potuto salvare tante vite umane, che dando al pensiero la possibilità di varcare Oceani e Continenti hanno determinato un nuovo ed insperato impulso al ritmo della vita moderna, che, dirigendo le navi dell'aria con prodigiosa esattezza, hanno fornito il più importante contributo alla sicurezza dell'arditissimo mezzo di locomozione.

«Io voglio dirVi la gratitudine e la devota ammirazione dell'Associazione Elettrotecnica Italiana e della cittadinanza tutta per Voi, cui spetta il vanto di avere conquistato alla Scienza ed alla vita tanto potenti strumenti di civiltà.

«E non è certo senza significato che Colui il quale ha saputo apprestare tali strumenti sia un Figlio di Bologna, della dotta Bologna, che seppe così gelosamente custodire e nutrire le patrie tradizioni di coltura e di dottrina, e mantenere sempre luminosa la fiaccola del sapere, in ogni tempo, pur quando nella avversa fortuna della Italia nostra, tale virtù non poteva bastare a difenderla dalla imperversante barbarie.

«E a me pare che nelle vicende stesse della Scienza, un tempo chiusa in una cerchia ristretta e quasi misconosciuta, ed oggi invece signora e dominatrice in ogni campo dell'umana attività, sia raffigurata la sorte della Patria nostra: la cui civiltà, custodita nell'amore del vero e delle nobili creazioni dello spirito, oggi non può più essere, come un tempo, oggetto di irrisione da parte di barbari trionfatori, ma si impone alla ammirazione del mondo con imprese sempre più ardite e gloriose e fortunate.

«Ecco perchè io credo che la felice occasione di avere Voi qui presenti, Voi, che degli artefici di tali imprese siete certamente fra i primi, ci presenti la migliore opportunità per beneaugurare alle fortune della Patria rinnovata, che sotto la sicura guida di Duce impareggiabile, va affermando con sempre crescente energia di fronte al mondo i diritti della Sua civiltà immortale.

«Levo il calice ad onore e gloria di Guglielmo Marconi!».

Appena cessato l'applauso che coronò la fine del discorso del Presidente della Sezione, fra il religioso silenzio di tutti i presenti, l'Illustre Prof. Donati diresse a Guglielmo Marconi le seguenti parole:

«Io sono oramai giunto a quella età, nella quale si vive principalmente di ricordi.

«Fra i ricordi per me più cari è quello di avere avuto nel 1904, nella mia qualità di insegnante di Fisica nella R. Scuola d'Ingegneria,

l'onore di formulare l'ordine del giorno approvato poi all'unanimità dal Consiglio Accademico, pel conferimento della laurea di Ingegnere *honoris causa* a Guglielmo Marconi; e di avere avuto poi più tardi, in occasione della venuta a Bologna di Lui, il piacere di porgergli il saluto augurale della Sezione dell'A. E. I. cui presiedevo.

«Fui allora io facile profeta parlando del capitale contributo che l'opera del giovane inventore aveva dato per il progresso dell'Umanità, ma nessuno avrebbe mai potuto prevedere in quale prodigiosa misura questo si è verificato.

«Pensate, o Signori, quale sgomento, quale paralisi si verificherebbe nella vita moderna se le onde elettriche facessero sciopero! Per fortuna le forze della natura non fanno sciopero: esse hanno però certi loro arsenali riposti in cui la nostra mente non arriva a penetrare, e solo agli Uomini di genio è dato di intuire qualche aspetto particolare di quelle forze stesse e trarne gli elementi per assoggettarle e disciplinarle. La recente relazione di Lord Amundsen sul volo transpolare, nella sua nuda ed arida forma, ha in sé tutti i valori di un grande poema: nessuna delle più famose odi di Pindaro è paragonabile ad essa quanto al contenuto epico e poetico!

«V'è un altro ricordo che si impone in questo momento alla mia mente: esso riguarda un altro grande Bolognese troppo presto rapito alle conquiste della Scienza: Augusto Righi!

«A Lui fui legato per tutta la vita da vincoli di stretta amicizia, di Lui ho seguito con ammirazione e con intenso studio l'opera meravigliosa. E fu soprattutto per questo che la Facoltà di Scienze del nostro Ateneo e l'Accademia dell'Istituto di Bologna vollero assegnare a me l'onore di essere designato oratore ufficiale nella solenne commemorazione che del Grande Estinto fu fatta nella stessa storica Aula dell'Archiginnasio.

«E' per questo che io mi sento autorizzato a rappresentare qui il pensiero di quel Grande e parlare in Suo nome. Io posso asserire che, se Egli fosse ancora in vita, qui ora suonerebbe la Sua voce che, più autorevolmente di tutte le altre, inneggerebbe a Guglielmo Marconi; e la certezza di interpretare il Suo sentimento mi spinge, col consenso della Famiglia, a porgergli, a nome del Grande Estinto, un amolesto fraterno.

«Ecco perchè io mi sento e noi tutti ci sentiamo tratti ad associare in questa memorabile giornata le figure dei due Grandi Uomini ad esaltazione di Polonia e dell'Italia».

La solenne rievocazione della figura del grande Righi fece scorrere un brivido di intensa commozione nell'animo di tutti i presenti, poi, uno scrosciante applauso salutò la fine del messaggio che il Venerando Maestro ha diretto al Sen. Marconi.

Indi s'alza il Prof. Majorana, Preside della Facoltà di Scienze e Direttore dell'Istituto di Fisica «Augusto Righi» e pronuncia le seguenti parole:

«Ascrivo a mio dovere, e non al desiderio di far sentire la mia voce, fra le tante che oggi si levano ad onorare Voi, qui nella Vostra e dotta Bologna, parlare in questa circostanza.

«A mio dovere; che deriva dall'aver io avuto la ventura di seguire passo a passo, come tanti studiosi, l'opera Vostra, o Guglielmo Marconi; opera meravigliosa ed indefessa che dura da trent'anni e che durerà ancora a lungo. Allora, là, in quella sala del Ministero della Marina, Voi veniste a mostrare in funzione i Vostri primi apparecchi, ed uno stuolo di ammiratori, di curiosi, di increduli, poté constatare come l'uomo fosse realmente venuto in possesso di un nuovo e strabiliante mezzo di telecomunicazione.

«Da allora, e dico ciò senza voler dare alcuna importanza alla mia modesta opera di studioso, rimasto affascinato dal meraviglioso trovato, ho seguito l'opera Vostra, notando come essa con passo sicuro ha potuto brillantemente progredire e raggiungere un grado di perfezione tale, come difficilmente, nel campo delle applicazioni pratiche, è mai avvenuto, in tempo relativamente così breve.

«Questa è la ragione per cui io voglio e debbo aggiungermi agli altri nel manifestare il compiacimento e l'orgoglio nostro di avervi fra noi, in questa Bologna che è anche la Vostra patria.

«Ma un altro motivo mi spinge a portare a Voi il mio deferente saluto: esso deriva dall'occupare io immeritatamente il posto di successore di Augusto Righi; di Quegli cioè alla cui opera Vi ispiraste nel concepire e nel compiere l'opera Vostra; di Quegli che mancato da qualche anno ai vivi, vide già con supremo compiacimento lo svolgersi di un'applicazione feconda e meravigliosa di quelle teorie ed esperienze da lui sviluppate od eseguite.

«Io, che dovrei essere custode delle tradizioni Righiane, che dovrei tener alto il nome di quell'Istituto che a Lui oggi si intitola, e che in ogni caso, se compito tanto alto per mia incapacità completamente non so assolvere, ad esso dedico tutte le mie forze; io, dico, debbo in nome di tali tradizioni portarVi l'augurio più sincero di nuovi e sempre maggiori trionfi.

«Meraviglioso successo ha avuto la Vostra trentennale nobile impresa! Coronata sin dal suo inizio da risultati brillanti, essa apparisce con caratteristiche di originalità spiccatissime. Io ho sempre compreso

quanto grande sia stato il Vostro merito nel beneficiare l'umanità della Vostra invenzione; tanto più grande in quanto son sicuro che chiunque (competente o no, scienziato o dilettante) prima dell'annuncio da Voi dato dei primi risultati, già per loro stessi interessantissimi, avrebbe reputato impossibile o ascritto ad utopia o peggio, il voler radiotelegrafare anche solo a qualche chilometro di distanza.

«Questo dimostra come ciò che Voi stesso con somma modestia chiamate *invenzione*, sia piuttosto una vera e propria scoperta. L'uomo, realmente grazie alla Vostra iniziativa, è venuto in possesso di un nuovo mezzo di segnalazione che non poteva essere previsto dalla cosiddetta Scienza ufficiale. E non è retorica quanto io dico: i competenti sanno infatti come questa ancor oggi riesca difficilmente a spiegare taluni aspetti o questioni concernenti la tecnica radiotelegrafica.

«Ma dove la esatta spiegazione o la esatta previsione teorica è mancata, i fatti hanno parlato. I successi della Radiotelegrafia son divenuti man mano più clamorosi; partendo da portate di pochi chilometri, siete arrivato a estensioni pari al mondo intero; e dalle onde lunghissime iniziali, siete arrivato alle onde corte ritornando con suggestiva fatalità a quelle da cui originariamente eravate partito.

«Nel trascorrer dei secoli, nel volger del tempo infinito, finché l'umana civiltà vivrà ed evolverà, la Vostra opera resterà quale pietra miliare nel progresso delle Scienze; il Vostro nome sarà segnato a caratteri d'oro fra mezzo di tanti pionieri della Civiltà stessa di cui numerosi furono nostri connazionali: Galvani, Volta, Pacinotti, Ferraris, Righi.

«Guglielmo Marconi, bevo alla Vostra gloria, che è gloria del mondo e dell'Italia!».

Cessata la ovazione che, alla fine del discorso Majorana, è stata tributata nuovamente al Festeggiato, questi s'alza e, visibilmente commosso per le manifestazioni di cui è stato oggetto, pronunzia sentite parole di ringraziamento agli oratori e a tutti gli intervenuti.

*

Per dimostrare ancora una volta tutta la Sua ammirazione per l'Illustre Righi, il Sen. Marconi chiese di visitare l'Istituto di Fisica che s'intitola a quel Grande. Fecero gli onori di casa il Prof. Majorana accompagnato dai suoi assistenti, Dott. Todesco, Della Noce, Pirotti, Ranzi. Erano presenti l'On. Arpinati, il Sindaco, il Prof. Sartori, l'Ing. Del Buono, gli Ingg. Rimini, Righi, Bauchiero e Neri. Il Sen. Marconi ha visitato le varie aule dell'Istituto, fermandosi in particolare ad esaminare i cimeli di Augusto Righi, cioè i vari modelli di oscillatori a tre scintille usati dal Grande Scienziato per le classiche esperienze sull'ottica delle oscillazioni elettriche, e dal Marconi stesso nelle prime prove di Radiotelegrafia.

*

Rinunziamo a riferire sulle altre onoranze rese all'Illustre Ospite al Sasso, dove Egli si recò alle ore 17, accompagnato dalle Autorità, dal Presidente Generale, Prof. Sartori, e dal Presidente della Sezione, Ing. Rimini, per ricevere l'omaggio del piccolo paese che lo aveva visto giovane e all'inizio della brillante sua carriera.

Il Sen. Marconi si trattenne ancora a Bologna, in forma privata, il successivo giorno 14, e ripartì per Roma alla mezzanotte. Ad ossequiarlo alla Stazione intervennero il Sindaco, il Prefetto, il Prof. Sartori, l'Ing. Rimini e l'Ing. Righi, coi quali ultimi Egli si intrattene affabilmente, ripetendo le più cordiali espressioni di viva gratitudine per le manifestazioni che gli erano state tributate in ogni forma dalle Autorità e dalla A. E. I.

*

Al Presidente Generale Egli ha poi fatto pervenire il seguente telegramma:

«Prof. Sartori, Presidente Assoc. Elettrotecnica - Milano.

«Ringraziola di tutto cuore per sua squisita cortesia e per alto onore accordatomi con la sua personale partecipazione alle indimenticabili onoranze rese mi dalla mia cara città natale».

GUGLIELMO MARCONI.

e all'Ing. Rimini ha telegrafato in questi termini:

«Ing. Rimini, Presidente Assoc. Elettrotecnica Italiana - Bologna.

«Desidero ringraziarla nel modo più sentito e più cordiale per la indimenticabile accoglienza con la quale ella ed i suoi colleghi hanno desiderato ricevermi nella mia cara Bologna».

GUGLIELMO MARCONI.

e allo stesso Ing. Rimini, con delicato pensiero, ha voluto poi dedicare una copia della sua recente fotografia.

L'escursione dell'A. E. I. in Francia

7-20 giugno 1926

L'escursione organizzata dalla Société Française des Electriciens si è iniziata regolarmente secondo il programma prestabilito il giorno 7 giugno a Modane.

Chambery-Aix Les Bains.

Alcuni partecipanti alla gita si erano portati sin dalla sera precedente a pernottare a Bardonecchia e a Modane. Il grosso della comitiva, capitanata dall'Ing. E. Soleri, Vice Presidente Generale dell'A. E. I., giunse a Modane alle ore 9,40.

Erano ad attendere gli Ingegneri Italiani: il Sig. Ing. Gratzmuller, Vice Presidente Generale della S. F. E.; il Sig. Ing. Boutan, Amministratore Delegato della Comp. del Gas di Lione e Presidente del Gruppo Sud Est della Société Française des Electriciens; il Sig. Ing. Blondin, Direttore della Revue Générale de l'Electricité di Parigi ed altri.

Appena sbrigate le pratiche doganali, rese molto semplici, mercé le cortesie dei nostri Colleghi Francesi, si parte in treno speciale di lusso, gentilmente offerto dalla compagnia P. L. M. Nel treno si procede alla presentazione tra il gruppo francese e i partecipanti italiani. Il gruppo Italiano è formato di 191 partecipanti di cui 35 Signore.

Ebbe così inizio il viaggio con una magnifica escursione attraverso la vallata di Maurienne, già durante la quale si ebbe occasione di osservare l'alto grado di sfruttamento delle ricchezze idrauliche della regione. In parecchi di questi impianti, visti così di sfuggita, un aspetto caratteristico è fornito dall'andamento planimetrico tortuoso delle condotte forzate che, da informazioni assunte, sarebbe volutamente adottato allo scopo di evitare l'installazione di giunti di dilatazione; la stessa caratteristica, fu notata in seguito nelle altre centrali, che si ebbe occasione di visitare, tra cui importante quella delle «Portes du Fier».

Nelle stesse condotte osservate in questo primo tratto di percorso si nota la discreta frequenza di attraversamenti di corsi d'acqua ottenuti disponendo ad arco la condotta stessa. Sempre nella stessa vallata ricca d'industrie si sono potuti ammirare stabilimenti elettrochimici ed elettrometallurgici della Compagnia d'Alais de Froges et de la Camargue. Alle ore 12 si arriva a Chambery, ricevuti alla stazione dai dirigenti la Compagnia d'Alais de Froges et de la Camargue, guidati dal loro Presidente Sig. Piaton. Sulla gradinata d'ingresso dell'Hôtel prospiciente la stazione il Signor Gratzmuller Vice Presidente Generale della S. F. E. con commossa parola dà il benvenuto ai colleghi italiani. Risponde ringraziando il Collega Prof. Ing. Soleri.

Segui la colazione offerta dalla Compagnie des Produits Chimiques d'Alais de Froges et de la Camargue. Allo spuntino prese la parola il Signor Piaton, il quale, spiacevole di non aver potuto mostrare ai visitatori nessuno dei suoi impianti, ne riassunse in brevi ed efficaci parole le principali caratteristiche tecniche. Dopo altri discorsi rispose con indovinate parole il Prof. Soleri che esaltò la priorità della «Compagnie des Produits Chimiques d'Alais Froges et de la Camargue» nella produzione industriale dell'alluminio.

Dopo colazione, mentre le Signore andavano ad ammirare a Chambery il Castello dei Duchi di Savoia, i gitanti venivano condotti alla vicina sottostazione di Chambery destinata all'alimentazione della linea Culoz-Modane. Il sistema di trazione è a 1500 volt corrente continua con terza rotaia e filo aereo. Nella sottostazione sono installati due gruppi da 2000 kW ciascuno: ognuno di essi è costituito da un trasformatore trifase 42.000/555 V, 2240 kVA, 50 periodi, munito di due avvolgimenti secondari e di due commutatrici per 750 volt c. c. collegati in serie tra di loro; il macchinario è previsto per il ricupero di energia. Sui binari in prossimità della sottostazione erano due locomotori di notevole potenza: 2000 e 3000 HP. destinati ad entrare prossimamente in servizio; uno di essi di tipo nuovissimo destò il massimo interesse nei tecnici competenti in materia.

*

Si ripartì da Chambery alle 16,15 e si arrivò ad Aix-les-Bains alle 16,55 dove si visitò lo Stabilimento della Société Savoissienne de Constructions Electriques, ammirando l'importante produzione e la organizzazione che regna in esso. Alle ore 18 si giunge all'Hôtel: alle 19, intervento di tutto il gruppo al pranzo offerto, nelle sale del Casino, dalla Compagnie Générale d'Electricité e dalle Sue interessate: la Compagnie Savoissienne de Constructions Electriques e les Ateliers de Constructions Electriques di Delle. Allo champagne, offerto dal Municipio di Aix-les-Bains, parlarono il Sig. Boutan, il Cons. Delegato della Compagnie Générale d'Electricité, il Sindaco di Aix-les-Bains, ai quali rispose l'Ing. Soleri. Dopo pranzo, ricevimento nelle sale del Casino, teatro, ecc.

Martedì 8 giugno - Pougny-Chancy-Bellegarde-Seyssel-Culoz-Lione.

L'indomani, purtroppo sotto un'acqua torrenziale, si iniziò alle 7 di mattina un'interessante escursione automobilistica attraverso l'alta Savoia per recarsi alla centrale di Chancy-Pougny che rappresenta

la prima di una serie di centrali che sfruttano in modo organico l'alto Rodano. Lo sbarramento si appoggia da un lato alla riva francese, dall'altro alla riva Svizzera; la metà di esso verso la riva svizzera costituisce la centrale, l'altra metà funziona da regolatore di deflusso ed è costituito da grandi porte metalliche comandate dall'alto. In centrale sono installati cinque gruppi ad asse verticale, ogni turbina ha una sola ruota di m. 5,50 di diametro e calcolata per una portata media di 100 m³ ed un salto variabile da 6,50 a 9 metri, giri specifici 550-650, potenza 9500-10.000 cavalli. Gli alternatori generano a 10.000 volt e da essi partono numerosi cavi che percorrono una grande galleria sovrastante la diga sfioratore e giungono a un posto di trasformazione situato sulla riva francese; interessante il fatto che tutti i comandi relativi alla centrale si trovano nei locali prossimi alla cabina di trasformazione. Il posto di trasformazione 10.000/120.000 volt è completamente all'aperto.

Dopo l'offerta di uno champagne d'onore da parte della Direzione della Société Rhône-Jura si partì in autocarri per Bellegarde: a metà strada, presso Leaz, breve fermata; su di un piccolo poggio, in posizione conveniente, dall'Ing. Piaton vengono per sommi capi esposti i progetti di sistemazione del Rodano nella Regione.

La colazione ebbe luogo a Bellegarde, offerta dalla Société Française des Forces Hydrauliques du Rhône. Allo champagne parlarono il Sig. Boutan, il Cons. Delegato della Società delle Forze Idrauliche del Rodano, il Sindaco di Bellegarde; a tutti rispose l'Ing. Trossarelli che, essendo l'Ing. Soleri sin dalla sera precedente ritornato a Torino, ha assunto, per incarico della Presidenza Generale, la rappresentanza del gruppo Italiano.

Dopo colazione visita alla vecchia ed alla nuova Centrale di Bellegarde; da tale visita si rileva a colpo d'occhio l'immenso progresso fatto dall'industria Francese nella produzione d'energia elettrica in questi ultimi anni.

La più recente delle due centrali non presenta speciali particolarità, la più vecchia invece, è molto interessante sia per la sua ubicazione in una profonda gola alla confluenza del Rodano e della Val Serine, sia per l'enorme varietà di tipi del macchinario in essa installato. Originariamente la centrale che è una delle più antiche di Francia, trasmetteva l'energia col sistema telodinamico, essa fu successivamente modificata ed ampliata seguendo nelle successive installazioni i progressi della tecnica. Il macchinario ivi installato è tutto ad asse verticale. Gli alternatori sono di numerosissimi tipi e di potenze diverse, alcuni di essi sono anche del tipo ad ombrello; le macchine adossate le une alle altre e disposte disordinatamente risentono della necessità di utilizzare al massimo il poco spazio disponibile. Gli alternatori generano a tensioni disparatissime e cioè: 1000, 2000, 2500, 5000 ecc., volt tutti però lavorano in parallelo sull'alta tensione a 45.000 volt.

Si prosegue in auto, per la visita alla splendida centrale della Valle del Fier della Société Hydroelectrique de Lyon dove sono installati 5 alternatori da 5000 kW; tensione di generazione 10.000 V; sopraelevazione della tensione da 10.000 a 70.000 volt. Caduta utilizzata 37 m.

Questa centrale rappresenta quanto vi è di più moderno sia dal lato idraulico che dal lato elettrico: importantissima l'opera di presa che costò immensi sacrifici di lavoro e di studi alla società costruttrice.

Si risale in autocarri e si giunge a Seyssel, dove la Société Hydroelectrique de Lyon offrì un sontuoso pranzo, allietato dalla musica cittadina. Parlano allo champagne i Sigg. Menjou e Boutan, il Sindaco di Seyssel: risponde brevemente l'Ing. Piazzoli, il quale, con elevato discorso, ringrazia delle cortesie ricevute e rileva l'importanza degli impianti visitati. Si riparte in autocarri per Culoz dove si riprende il treno speciale, giungendo verso le ore 23 a Lione. Ricevimento veramente cordiale da parte degli Ingegneri Elettrici Lionesi intervenuti numerosi alla stazione. Alla stazione è pure ad incontrarci il Console Generale d'Italia Marchese Constantin di Châteauneuf.

Mercoledì 9 giugno - Lione.

Nella mattinata, con l'ausilio di autocarri messi a disposizione dalla Società di Produzione e Distribuzione di Energia Elettrica di Lione, un primo gruppo visitò la centrale termoelettrica della Compagnia del Gas di Lione, e la cabina a 60.000 volt della Società Idroelettrica di Lione, e alla cabina a 120.000 V della Société de Transport d'Energie des Alpes.

Il secondo gruppo visitò le officine della Société des Constructions Electriques de Delle, ben nota in Italia per le sue accurate costruzioni in apparecchiature per altissime tensioni, specialmente ammirata fu la perfetta organizzazione delle lavorazioni. Successivamente si visitò la sottostazione di arrivo e trasformazione della Société Générale de Force et Lumière a Vaux en Velin. Ivi giungono 15.000 kVA a c. a. trifase 45.000 volt, e 15.000 kW a c. c. e 100.000 V. Specialmente questa seconda parte dell'impianto merita un cenno un po' diffuso. L'impianto a c. c. in serie sistema Thury del quale ci venne fatto ammirare uno dei punti più importanti è costituito da una linea di 220 km. di lunghezza sulla quale sono collegati in serie 4 centrali generatrici nella zona della Savoia e dell'Isère e 2 stazioni ricevitrici, una a Vaux en Velin e una nell'interno della città di Lione. La corrente è costante ed uguale a 150 A.; la regolazione del carico avviene variando la tensione che risulta così oscil-

lante tra 0 e 100.000 volt. Dei 15.000 kW disponibili il 65 % corrispondenti ad una tensione di circa 65.000 volt) viene utilizzato dalla stazione di Vaux en Velin mediante numerosi gruppi fra cui notevoli 7 da 1.500 kW ciascuno; ognuno di questi è costituito con due motori in serie alla tensione massima di 4.500 volt l'uno; i gruppi a corrente continua, accuratamente isolati da terra, azionano mediante accoppiamento a giunto isolante degli alternatori a 10.000 volt coi quali va in parallelo, dopo trasformazione, l'energia in arrivo a 45.000 volt cui sopraccennato.

Il rimanente 35 % (35.000 volt circa) della potenza in arrivo, prosegue in cavo fino a Lione dove è convertita a 600 volt per l'alimentazione delle tramvie. Sullo stesso asse di ciascun gruppo è montato anche un alternatore trifase.

La Società esercente l'impianto si dichiara soddisfattissima dei risultati di esercizio, tanto che è in programma un notevole ampliamento dell'impianto che porterà la tensione a 300.000 volt; solo allora verrà collegato stabilmente a terra un punto del circuito.

Nella stessa mattinata lo stesso secondo gruppo di ingegneri italiani visitò anche l'importante centrale idraulica sul canale di Jonage e l'annessa centrale termica.

Seguì un sontuoso pranzo al Palace Hôtel, offerto dal gruppo del Sud Est della Société des Electriciens.

Intervennero le rappresentanze di tutte le autorità civili, militari e industriali della regione: la banda del 99° Reggimento di fanteria allietò il pranzo con artistico concerto. Allo champagne presero la parola il Sig. Légouez Presidente Generale della Société Française des Electriciens, il Sig. Boutan, il Sig. Kaunffer Vice Presidente della Società del Gas di Lione, il Prefetto del Rodano, il Console Generale d'Italia, il rappresentante del Sindaco di Lione. Rispondono ringraziando e inneggiando alla Francia ed al suo progresso industriale l'Ing. Trossarelli e l'Ing. Bonghi.

Alle ore 17, nei locali del palazzo della Borsa l'Ing. Simon, Ingegnere Capo delle Forze Idrauliche del Sud-Est con bellissima conferenza, corredata da numerosissime e splendide proiezioni, fa conoscere all'uditorio tutte le più belle ed importanti installazioni idroelettriche già costruite ed esercite dal suo gruppo, aggiungendovi importanti comunicazioni sui futuri sfruttamenti. Seguì uno splendido ricevimento al Municipio di Lione, dove il rappresentante del Sindaco disse gradite parole all'indirizzo degli elettrotecnici italiani. Risponde per i colleghi italiani il collega Ing. Sacchi. Alla sera pranzo offerto da noi ai Colleghi Francesi. Intervengono tutti i rappresentanti dell'Industria Elettrotecnica Lyonese, e i Soci della S. F. E. Allo champagne prende la parola l'Ing. Trossarelli il quale ringrazia delle veramente grandiose accoglienze fatteci dagli industriali di Lione e dai Colleghi della S. F. E. Risponde con elevate parole il Signor Boutan a nome della Compagnia del Gas di Lione, il Sig. Légouez a nome dei Soci della S. F. E. Parlano ancora a nome degli italiani l'Ing. Passeri e l'Ing. Cataldi a nome dei giovani partecipanti alla gita.

Giovedì 10 giugno - Parigi.

Dopo una rapida visita alla Città di Lione, la comitiva partì in treno speciale per Parigi. Viaggio splendido attraverso ad una zona ricca di terreni fertili e di acque. Si giunse a Parigi alle ore 19.25.

Prima della partenza del treno da Lione il Sig. Boutan fece rimettere alle Signore dei membri del Comitato Italiano partecipanti alla gita, splendidi mazzi di fiori.

Venerdì 11 giugno - Parigi.

Ore 8 partenza in autocarri per la visita delle sottostazioni di trasformazione della Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité. La distribuzione a Parigi si presenta sotto un aspetto assai caratteristico poichè essa avviene con cinque sistemi diversi: corrente continua a 3 fili e corrente continua a 5 fili nelle zone più centrali della città; alternata monofase e alternata bifase nelle zone periferiche; oltre a queste viene ceduta energia ai grandi consumatori colla stessa tensione di generazione cioè 12.000 volt bifase.

Le sottostazioni a corrente continua sono certamente le più importanti, in esse sono installati convertitori di 1500 o 3000 kW e gruppi motori-dinamo di potenza di 1500, 2250, 3000 kW. Si nota una grande varietà di tipi di motori a corrente alternata precisamente: sincroni, asincroni sincronizzati, e asincroni compensati, la Compagnia si è decisamente orientata nell'adozione di questi ultimi che già oggi costituiscono più del 50 % del macchinario installato. Prossimamente verranno fatti esperimenti con convertitori a vapori di mercurio.

Alle 11 seguì un ricevimento all'Hôtel de Ville, da parte dei rappresentanti il Municipio di Parigi. Il Presidente del Consiglio Municipale e il Prefetto della Senna diedero il benvenuto agli Ingegneri Italiani: rispose l'Ing. Soleri, il quale nella mattinata aveva di nuovo raggiunta la comitiva.

Seguì un sontuoso rinfresco.

Alle ore 12,30 gran pranzo all'Hôtel Continental offerto dalla Società di distribuzione della Regione Parigina. Intervengono S. E. l'Ambasciatore d'Italia Barone Romano Avezana, il Rappresentante della città di Parigi, del Governo, e tutti i rappresentanti l'industria di produzione e distribuzione dell'energia Elettrica per la regione di Parigi. Allo champagne parlarono M. Légouez, Presidente Generale della S. F. E., S. E. l'Ambasciatore Barone Romano Avezana, M. Al-

bert Petsche, Presidente dell'Union d'Electricité. Rispose a tutti, applauditissimo, l'Ing. Soleri.

Alle ore 16 un gruppo di quattordici ingegneri italiani, accompagnati e presentati da Ms. Légouez, Presidente della S. F. E., venne ricevuto all'Eliseo dal Presidente della Repubblica, Mr. Doumergue, il quale, riferendosi alla visita da lui fatta l'anno scorso alla Esposizione Internazionale di Elettricità di Grenoble, dove molto bene ha figurato l'Italia, ha parole molto lusinghiere per gli Ingegneri elettrotecnici italiani.

Rispose brevemente l'Ing. Soleri.

Nel frattempo gli altri Ingegneri italiani, a mezzo di autocarri vennero condotti a visitare le sottostazioni di trasformazione della Compagnia de Chemin de Fer Metropolitain et du Nord Sud; dove si ebbe modo di osservare funzionanti dei gruppi convertitori a vapori di mercurio; la visita si estese inoltre ai servizi delle stazioni e precisamente: alle segnalazioni di sicurezza, indispensabili per la protezione dei treni succedentisi a grande frequenza, agli ascensori e alle scale meccaniche installate in quelle stazioni che si trovano a grande profondità sotto il piano stradale e finalmente alle porte automatiche per la regolazione dell'afflusso del pubblico nelle ore di grande traffico.

Alle ore 20, pranzo offerto dagli Ingegneri italiani agli Ingegneri e Autorità francesi, all'Hotel du Palais d'Orsay. Intervengono tutti i partecipanti alla colazione del mattino e parlano: l'Ing. Soleri, il Sig. Légouez, l'Ing. De Angeli a nome dei Mutilati di Torino, il Prof. Arnò, S. E. l'Ambasciatore Romano Avezana.

Durante la giornata, a cura di un Comitato di Signore francesi, con a capo la Signora Brylinsky, le Signore vengono condotte in autocarri a visitare le grandi Case di Mode, di gioielleria, e le cose più belle di Parigi ed infine ad un thé offerto dalla Bienvenue Française.

Sabato 12 giugno - Parigi.

Ore 8, partenza in autocarri per la visita alle importanti centrali termiche di produzione di Gennevilliers e Saint-Ouen, importanti non solo per la grande loro potenzialità e nuovi tipi di macchinario quanto per tutta l'organizzazione dei servizi.

Il diffondersi sugli importantissimi dettagli di impianto, porterebbe ad una sproporzione di parti in questa relazione che vuol essere essenzialmente di carattere generale; accenneremo quindi succintamente alle cose più salienti. Nella centrale di Saint Ouen della C. P. D. E., accolti signorilmente e guidati con competenza dal Sig. Petsche, Direttore delle officine, si visitarono successivamente i vari reparti. Nella sala macchine sono installati sedici gruppi per una complessiva potenza di 320.000 kW.

L'energia è generata bifase a 12.000 volt e 41 2/3 di frequenza, ma è ferma decisione della Società portare quanto prima la frequenza a 50 periodi a scopo di unificazione.

Sorvolando sull'impianto delle caldaie, tuttavia grandioso specialmente nella parte corrispondente agli otto gruppi di più recente installazione di 30.000 kW l'uno, accenneremo ai moderni sistemi adottati per i servizi relativi al rifornimento di carbone e all'eliminazione delle scorie. Il carbone arriva per via d'acqua sulla Senna e per ferrovia viene scaricato in un grande parco capace di 30.000 tonnellate, mediante getti d'acqua che rendono minimo il fabbisogno di mano d'opera e sopprimono completamente la polvere; grandi benne automatiche della capacità di 100 tonnellate-ora provvedono allo smistamento del carbone. Un analogo servizio si ha per le scorie le quali vengono scaricate in un condotto sotterraneo percorso dall'acqua corrente, che porta ad una grande vasca donde una benna le estrae e le travasa in appositi silos dai quali periodicamente speciali vagoni le asportano.

Altrettanto imponente e caratteristica, per tutti gli accorgimenti ed i perfezionamenti tecnici adottati a scopo di economia, è la centrale di Gennevilliers dell'Union d'Electricité di cui fu iniziata la costruzione durante la guerra, sotto la guida del valente ingegnere colonnello Ernesto Mercier, attuale amministratore della Società. La centrale presentemente consta di otto gruppi per una potenza complessiva di 340.000 kW. Le caldaie sono parte a griglia meccanica e parte a carbone polverizzato. Il vapore è prodotto a 25 atmosfere e 375° per le prime, e 28 atmosfere e 400° per quelle a carbone polverizzato. Veramente completi sono i comandi di tutti i servizi relativi alle caldaie che vennero centralizzati in un'unica galleria. Nella sala macchine hanno specialmente attirato l'attenzione dei visitatori i nuovi gruppi da 50.000 kW destinati ad entrare in funzione in questi giorni, caratteristica di questi gruppi è la turbina in tre corpi separati di cui quello a bassa pressione doppio e munito di quattro condensatori montati a ridosso della turbina stessa. Sono stati studiati interessanti dispositivi per permettere il regolare funzionamento di una simile installazione. La parte elettrica della centrale è improntata alla necessità di un servizio sicuro ed elastico, l'energia generata a 6000 volt trifase e 50 periodi è sovraccaricata con collegamento diretto al trasformatore senza interposizione neppure di coltelli separatori a 60.000 volt. Tutto il quadro si sviluppa a 60.000 V e una interessante riproduzione di esso si trova nella sala del Dispatching, sotto gli occhi degli ingegneri addetti al servizio. Notevole in questo impianto il ricupero quasi completo di tutte le energie perdute, come ad esempio il riscaldamento dell'acqua d'alimentazione delle caldaie mediante l'aria di raffreddamento degli alternatori (il quale avviene in circuito chiuso allo scopo di sopprimere la polvere e ridurre i pericoli d'incendio) e il preriscaldamento dell'aria necessaria alla combustione. La rete a

60.000 volt collega la centrale di Gennevilliers con quella di Vitry della medesima Società ed alimenta numerose sottostazioni disseminate nei dintorni di Parigi.

Alle ore 12, un forte gruppo di gitanti convenne sotto l'arco di Trionfo ai Campi Elisi, per deporre una targa a ricordo della visita fatta dagli Ingegneri italiani, sulla tomba del Milite Ignoto. Vengono pure deposti dalle Signore dei fiori e poi tutti i partecipanti, in segno d'omaggio, restano un minuto in profondo raccoglimento. Alle ore 12,30 vi fu il pranzo offerto dalle Società di Produzione di Eletticità della Regione Parigina, al Restaurant della Porte Dauphine, con l'intervento delle Autorità civili e tecniche: in rappresentanza dell'Ambasciatore d'Italia, impedito, era presente il Console Generale.

Parlarono i rappresentanti dell'Industria Elettrica Parigina, e il Console Generale d'Italia; a tutti risponde l'Ing. Soleri.

Nel pomeriggio, mediante autocarri, si visitò l'Usine de Vitry dell'Unione de l'Electricité e il Laboratorio Ampère a 1.000.000 di volt della Compagnie Générale de l'Electrocérámique: visite ambedue interessantissime.

Al Laboratorio Ampère furono eseguite esperienze e fu offerta ai visitatori un elegante fotografia ricordo ed una coppa di spumante.

Contemporaneamente alle visite di cui sopra, fatte dagli Ingegneri, le Signore italiane vengono accompagnate dalle gentili Signore francesi a visitare i musei di Versailles, del Trocadero, Carnavalet, Gobelin, ecc.

Domenica 13 giugno - Parigi.

Un gruppo di Ingegneri italiani, accompagnati dagli Ingegneri della Compagnia des Chemins de Fer de Paris à Orléans, visitò le interessanti installazioni di elettrificazione della linea Parigi-Dourdan, a Saint Michel sur Orge, e a Saint-Chéron.

Magnifiche installazioni moderne, che chiaramente dimostrano come le Ferrovie francesi hanno raggiunto, anche per quanto riguarda l'elettrotrazione, dei progressi veramente importanti.

Lunedì 14 giugno - Eguzon-Bordeaux.

Partenza da Parigi in treno speciale alle ore 6,55. Arrivo ad Eguzon alle ore 11: Colazione sui Cantieri di Costruzione della Centrale, offerta dall'Union Hydroélectrique. Allo champagne parlò Mr. Gustave Mercier, amministratore delegato dell'Union Hydroélectrique, che esprimendosi nella nostra lingua ringraziò gli Ingegneri italiani della visita al nuovo impianto ed accennò agli altri che sullo stesso fiume, le Creuse, dovranno essere costruiti. Rispose l'Ing. Trossarelli, ringraziando dello splendido ricevimento e ricordando l'impressione vivissima che si prova di fronte alla imponente, ciclopica costruzione.

Si procede quindi alla visita della Centrale e alle opere di presa costituite da una superba diga, in muratura, con rivestimento speciale a drenaggio, dell'altezza totale di m. 61 e una lunghezza di m. 300. La Centrale, posta ai piedi della diga, usufruisce di una caduta effettiva di m. 55 e contiene installati cinque gruppi di 15.000 HP ciascuno, e due gruppi ausiliari di 750 HP ciascuno. L'energia viene prodotta a 10.000 volt e sovrappressata a 150.000 volt in una stazione di trasformazione all'aperto. La produzione annua di energia di questa centrale è di 120 milioni di kWh. Essa viene assorbita nella regione parigina: dalla Compagnia Ferroviaria Parigi-Orléans, e dall'Union d'Electricité.

Si ripartì dalla stazione di Eguzon alle ore 15,20 e si giunse a Bordeaux alle ore 20,37 dopo aver pranzato egregiamente in vagoni restaurants allacciati al nostro treno speciale. Alla stazione di Bordeaux erano a riceverci una larga rappresentanza degli Ingegneri del Gruppo Sud-Ovest della S. F. E., capitanati dal Presidente del Gruppo, Mr. Chevalier. E' pure presente il nostro Console.

Martedì 15 giugno - Bordeaux-Pauillac.

A mezzo di battello, gentilmente messo a disposizione dalla Direzione del Porto Autonomo di Bordeaux, si partì alle ore 8,30 alla volta di Pauillac ammirando lungo il tragitto il porto di Bordeaux, il porto di sbarco costruito durante la guerra dagli americani, e le incantevoli sponde della Gironda.

Si arrivò a Pauillac, ameno paese in riva sinistra del fiume, alle ore 11: visita alla piccola cittadina, poi colazione offerta dagli Ingegneri italiani ai colleghi francesi. I grandi proprietari di vini di Bordeaux hanno voluto offrire i vini di ben diciannove qualità, tutte di prima marca. Allo champagne parlò primo per gli italiani, l'Ing. Trossarelli, il quale ringraziò gli intervenuti e riferendosi alla visita fatta il giorno precedente alla Centrale di Eguzon ne esaltò l'importanza sia dal lato tecnico che da quello commerciale. Presero in seguito la parola Mr. Delasalle, Vice Presidente del Gruppo S. O. della S. F. E., il Sindaco di Pauillac, il Conte De Ferrand, Presidente del Sindacato delle Grandi Cantine del Medoc, il Sig. Cok, Direttore del Porto Autonomo di Bordeaux, il Sig. Gratzmuller, tutti applauditissimi.

Terminato il pranzo, una parte dei gitanti torna direttamente a Bordeaux in autocarri: gli altri proseguono la gita visitando tre delle più importanti cantine della zona e cioè: Château Lafite, Château Beaumont, Château Margaux, ricevuti ovunque splendidamente dai proprietari o dai loro rappresentanti.

Alle ore 8 pranzo offerto alla Sala Grisch dal Gruppo del Sud-Ovest e dalla Société Française des Electriciens.

Allo champagne parlano il decano della Università di Bordeaux, il Vice Presidente della Camera di Commercio di Bordeaux, il Vice Sindaco, il Capo Gabinetto del Prefetto della Gironda, il Segretario dell'Unione per la difesa dei vini di Bordeaux. Risponde a tutti in nome della delegazione italiana l'Ing. Piazzoli. Prende ultimo la parola il Sig. Chevallier il quale, applauditissimo, chiude il banchetto con una nota di cordiale allegria.

Mercoledì 16 giugno - Bordeaux-Dax e Pau.

Al mattino visita alla spicciolata alla città. Partenza alle ore 13, sempre in treno speciale per Dax, dove si arriva alle ore 15,25: visita alla grandiosa sottostazione di conversione e di trasformazione di Dax, della Compagnia du Chemin de Fer du Midi, accompagnati da Mr. Bachelery, Ingegnere Capo della Compagnia. La linea da Bordeaux a Dax è già tutta attrezzata per la elettrificazione, ma non è ancora in esercizio con tale sistema.

Da Dax in poi, il treno è trascinato da locomotore elettrico a corrente continua, 1500 volt. Si riparte da Dax alle ore 18 e si arriva a Pau alle ore 19,20. Durante il percorso numerosi Ingegneri italiani viaggiano sul locomotore avendo così una visione diretta più precisa della regolarità di marcia, della potenza assorbita, delle variazioni di carico in correlazione con la variazione della velocità, ecc., riportando da tale visione diretta la più favorevole impressione per il sistema adottato.

Giovedì 17 giugno - Pau-Hourat-Lourdes.

Partenza da Pau in splendidi autocarri, della Compagnia du Midi, alle ore 8.

Si visitano la importante centrale di Hourat, già in esercizio, e i lavori in costruzione di altre due più a monte, nella Vallata d'Ossau, ammirando l'organico sfruttamento del corso d'acqua. Questi impianti sono costruiti dalla Société du Midi per uso di trazione e per alimentare le industrie della regione sino a Bordeaux. Le centrali saranno collegate fra di loro, e con le diverse sottostazioni sino a Bordeaux, da una linea a 150.000 volt indipendente e di una linea a 60.000 volt che corre sempre parallela alla ferrovia alimentando tutte le sottostazioni di conversione. Una terza linea parallela a 10.000 volt, serve per i servizi ausiliari delle stazioni.

Colazione in due gruppi a Laruns e a Eaux-Bonnes. Partenza alle ore 15, sempre in autocarri, per il colle d'Aubisque (metri 1700 s. m.) percorrendo una splendida strada di montagna.

Giunti al colle di Aubisque purtroppo con un tempo che andava guastandosi, si fece una breve fermata, durante la quale chi ammirò il paesaggio, chi fece scattare obiettivi, chi si abbandonò agli sport invernali ingaggiando terribili battaglie a palle di neve nella più schietta atmosfera di cordialità. Indi si riparte e alle ore 18 arrivo a Lourdes.

Venerdì 18 giugno - Lourdes-Gavarnie.

Partenza alle ore 8 in autocarri per la Valle di Gavarnie. Alle ore 10,30 arrivo alla Centrale idroelettrica di S. Sauveur, in costruzione, di proprietà della Société des Engrais Azotés, calorosamente accolti dal Consigliere Delegato della Società stessa, Sig. Donegani e dal Direttore dei lavori, Ing. Bronzini.

Il progetto di questa importante derivazione, è dello studio Ing. Omodeo di Milano, e oltre al Direttore dei lavori, parecchi assistenti e molti operai, circa 200, sono italiani.

Alle ore 12, splendida colazione offerta dalla Société des Engrais Azotés: sui menù appariva una artistica acquaforte rappresentante la centrale allo stato attuale dei lavori. Allo champagne parlò l'Ing. Donegani per ringraziare i compatrioti della visita, accennando allo sviluppo dell'industria idroelettrica in Francia, e inneggiando alla intensificazione di quei legami che già stringono le due Nazioni. Parla ancora brevemente il Signor Gratzmuller.

Alle ore 14, partenza in autocarri per Gavarnie.

Giunti al termine della gita automobilistica, un discreto percorso era ancora necessario per giungere fin sotto lo splendido circo di Gavarnie. La passeggiata fu affrontata dai più sul dorso di una numerosa schiera di quadrupedi di vario genere accompagnati da altrettanti pittoreschi ed instancabili montanari. L'avventura diede spunto a una serie di concorsi ippici e ad alcune gustose scene tra gli improvvisati cavalieri e che lasciò in tutti il ricordo di una giornata incantevole e di viva allegria. Alle ore 20 ritorno a Lourdes.

Sabato 19 giugno - Lourdes-Tarbes-Luçon.

Partenza da Lourdes in treno speciale alle ore 8,30. Arrivo a Tarbes alle ore 8,50, e visita immediata ai grandiosi Ateliers de Construction Electriques de France.

Ammiratissimi i numerosi locomotori in costruzione per la Compagnie du Midi e specialmente quelli per treni a grande velocità (150 km-ora), a tre motori, ad asse verticale. Veramente assai interessanti tutti i particolari di costruzione e di manovra, che i Direttori della Officina gentilmente ci mettono in evidenza.

Alle ore 12 colazione a Tarbes. Partenza alle ore 15,40. Fermata di un'ora a Tournay per visitare la stazione di conversione per la trazione, con convertitori rotanti, e fermata di un'ora a Montréau, pure per visitarvi la stazione di conversione, fornita però di radrizzatori a vapore di mercurio.

Interessantissime le due visite specie per i confronti che ne derivano. Partenza da Montréjeau alle ore 19, arrivo a Luçon alle ore 19,53.

Come impressione generale lasciata dagli impianti di elettrificazione della Compagnie du Midi si può dire che detta Società, risolta ormai la questione del sistema, prosegue a grandi passi sulla via delle realizzazioni, sperimentando tutti i mezzi che la tecnica mette oggi a disposizione s'ha nel campo della produzione, che della conversione e della utilizzazione dell'energia.

Domenica 20 giugno - Luçon-Superbagnères-Toulouse.

Partenza alle ore 10 da Luçon con treno speciale, sulla linea a cremagliera e arrivo a Superbagnères (m. 1800 s. m.) alle ore 10,45 favoriti dalla prima veramente splendida giornata di sole. Si passa oltre un'ora sui prati attorno al grandioso Hôtel costruito su quella vetta della Compagnie du Midi, ammirando lo splendido panorama formato dalla corona di alte montagne, tutte coperte di neve, costituenti in gran parte la linea di confine con la Spagna: alle ore 12, colazione offerta, all'Hôtel suaccennato, con signorilità dalla Compagnie du Midi. Assiste il Sindaco di Luçon, il Console Generale d'Italia a Tolosa e tutte le altre notabilità tecniche che ci accompagnano.

Allo champagne prende la parola l'Ing. Bachellery parlando dei progetti della sua Compagnia, in merito alle applicazioni della trazione elettrica, seguono il Sindaco di Luçon, il Signor Gratzmuller, il Console italiano a Tolosa e l'Ing. Trossarelli, il quale riepilogando in rapida sintesi tutte le visite fatte e le vive impressioni dalle medesime ricevute dimostra il dolore di tutti di doversi distaccare dai colleghi francesi, dei quali hanno avuto modo di conoscere le squisite gentilezze, la signorile ospitalità, augurando di poterli avere presto nostri ospiti in Italia per poter, almeno in parte, ricambiare le tante cortesie avute. Manda pure a nome delle Signore italiane un caldo saluto alle Signore francesi che così gentilmente le hanno ricevute a Parigi ed accompagnate per tutta la seconda parte del viaggio.

Prende poi la parola il collega, Ing. Forges Davanzati, il quale manda uno speciale saluto alla Amministrazione delle Ferrovie del Midi, ed in modo speciale al suo Ingegnere Capo, Sig. Bachellery, inneggiando ai progressi dell'industria elettrica francese e brindando ad una più intima intesa dei due popoli latini.

Si riparte da Superbagnères alle ore 15,30, poi da Luçon alle ore 16 giungendo a Tolosa alle ore 18,35.

Pranzo al ristorante della stazione e poi ricevimento offerto con la solita grande signorilità dal Municipio di Tolosa, nel Capitole. Splendido servizio di champagne; porta il saluto agli Ingegneri italiani il Sindaco di Tolosa con elevate parole; segue il Direttore della Scuola Superiore di Elettrotecnica di Tolosa inneggiando ai sommi Fisici ed Elettrotecnici italiani. Rispondono a nome dei colleghi italiani l'Ing. Piazzoli che ringrazia del ricevimento grandioso avuto e l'Ing. Jean che, prendendo lo spunto dal fatto di essere stato il primo dei Sindaci italiani (è Sindaco di Chiomonte) che ha salutato l'anno scorso l'arrivo in Italia degli Ingegneri francesi, vuole essere l'ultimo oggi a portare il saluto degli italiani ai colleghi dai quali nella serata ci separeremo.

Si ritorna alle ore 23,30 alla stazione. Saluti a tutti i colleghi francesi, che ritornano alle loro sedi, in special modo ai Signori Bachellery, Chevalier, Gratzmuller, al quale viene fatta una calorosa ovazione, Blondin, con l'augurio di presto rivederci: quindi partenza alle ore 24 per Marsiglia.

Lunedì 21 giugno - Marsiglia-Ventimiglia.

Arrivo a Marsiglia ore 8,40; piccola colazione alla stazione: rapida gita in automobile attraverso la città. Si riparte: arrivo a Cannes alle ore 12. Visita alla città: colazione al Majestic Hôtel. Partenza alle ore 15. Alle ore 16 arrivo a Nizza, dove parecchi colleghi lasciano la comitiva; altri la abbandonano alle ore 16,30 a Montecarlo. Arrivo a Ventimiglia alle ore 17. La comitiva si scioglie, lietissima della bella visita fatta, col rimpianto che già sia terminata, col ricordo delle infinite cortesie ricevute, delle belle cose viste e col desiderio in tutti di ritornare.

Al nostro arrivo a Ventimiglia si trova, a cura del locale Capostazione, un servizio rapido e inappuntabile per tutte le modalità di frontiera: inoltre numerose vetture speciali vengono aggiunte al treno con destinazione diretta per le principali località. Infine a coronamento di tutto, per concessione speciale di S. E. il Ministro Ciano, i gitanti per il viaggio di ritorno possono usufruire del ribasso del 30 per cento sul percorso ferroviario.

L'escursione in Francia rimarrà indimenticabile per tutti coloro che vi hanno preso parte. La vastità del giro compiuto, l'importanza e la varietà degli impianti visitati ne costituiscono il lato interessantissimo per il tecnico. Ma la signorile cordialità e lo spontaneo cameratismo dei Colleghi francesi tutti, che si cementò nei giorni del viaggio, diedero lo sfondo più simpatico a questo scambio di fraterna colleganza che è a desiderarsi possa portare i migliori frutti per sempre maggiormente stringere i legami fra le due Nazioni sorelle.

E' duopo ripetere che i colleghi francesi sono stati di una cortesia superiore ad ogni elogio; tutto è proceduto nel modo più inappuntabile, grazie specialmente al Sig. Ing. Grosselin, Delegato Generale della S. F. E., che, purtroppo, per grave tutto di famiglia, non ha potuto partecipare alla gita. Gran parte del merito va a lui ed ai suoi col-

leggi: molto merito pure spetta alla nostra Segreteria Generale, ed in special modo all'instancabile Ing. Galamini. Un solo rimpianto: che per ragioni imprescindibili non abbiano potuto partecipare al viaggio, il nostro Presidente Generale, Prof. Sartori e il Segretario Generale, Ing. Comboni.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

La sera di martedì, 8 Giugno, i Soci della Sezione sono stati invitati ad una conferenza dell'Ing. Comm. Carlo Clerici, il quale, di ritorno dagli Stati Uniti d'America, riferì ai Colleghi le sue impressioni sui recenti progressi riscontrati in quel grande paese nel campo della illuminazione.

Il Presidente, Ing. Emanuelli nel dare la parola al Comm. Clerici, lo ringraziò a nome dei Soci della felice idea di mettere a parte i colleghi delle notevoli cose vedute nel viaggio in America ed esprese l'augurio di potere udire da altri colleghi, reduci dalla riunione del Comitato Elettrotecnico in New York, le loro impressioni riportate dal viaggio nel Nord America.

Il Comm. Clerici con ricca e limpida esposizione richiamò i ricordi dell'infanzia della illuminazione elettrica in Italia e in Europa, rilevando come gli Stati Uniti abbiano preso e conservato il posto di avanguardia negli sviluppi e nei progressi della illuminazione elettrica.

E la ragione di questo primato sta nel fatto che gli Americani hanno fatto della illuminazione uno studio scientifico e sperimentale assiduo e paziente, senza risparmio di fatiche e di spese: studio fisiologico dei fenomeni visivi, studio dei metodi e apparati tecnici, dei fenomeni fisici, delle applicazioni chimiche in ogni minimo particolare: studio della illuminazione elettrica nelle scuole, nella casa, nei negozi, magazzini, opifici d'ogni genere: con indefesso lavoro di controlli e raffronti.

Per questi studi speciali vi sono negli Stati Uniti in gran numero laboratori, istituti e associazioni potenti, riccamente sussidiati; pubblicazioni a larga diffusione, e vivo interessamento della stampa.

Con questi sistemi e con questi mezzi si è ottenuto in America una illuminazione calma e profusa in ogni ambiente, senza luci abbaglianti e quale si conviene in ogni caso, tanto per la vetrina del negozio quanto per il faro dell'automobile.

L'esposizione dell'Ing. Clerici, felicissima nella forma e nel contenuto fu caldamente applaudita dal numeroso uditorio.

* *

SEZIONE DI GENOVA.

Visita agli apparati centrali di blocco e di segnalamento di Sestri Levante.

Domenica 28 Marzo i Soci della Sezione di Genova ai quali si erano aggiunti il Comm. Ing. Manzoli e gli Ingegneri della Compagnia dei Segnali, furono ospitati dalla Compagnia stessa e dalla On. Direzione delle FF. SS., rappresentate dal Cav. Uff. Ing. Garneri, per il Comm. Valgoi. A tutti la nostra Sezione porge vivissime grazie.

Lo scopo culturale e di propaganda scientifica fu completamente raggiunto, per la perfetta organizzazione fatta dall'Ing. Zanini dell'Ufficio Speciale delle FF. SS. e per il numero rilevante degli intervenuti.

A Sestri Levante l'Ing. Zanini tenne in una delle sale della stazione una conferenza introduttiva. Dopo avere accennato come la stazione di S. L. sia stata una delle primissime nelle quali sia stata fatta una completa installazione di segnalamenti e di blocco elettrici, impianto eseguito dalla Spett. Compagnia dei Segnali di Milano, l'oratore valendosi anche di un posto di blocco sperimentale che aveva appositamente fatto preparare e di numerose grandi tavole illustranti gli schemi dei vari circuiti di binario, spiega i principi informatori dei sistemi di segnalamento ferroviario nei vari paesi del mondo ed in Italia. Passando a parlare dei sistemi elettrici accenna come i problemi più interessanti si manifestino naturalmente nelle linee elettrificate, poichè i binari non restano liberi per i circuiti di segnalazione, nè si possono separare i vari tronchi di linea dovendosi permettere il passaggio alle forti correnti di ritorno attraverso le rotaie: ciò da luogo a dei veri problemi di elettrotecnica i quali vengono risolti, sovente molto elegantemente con disposizioni speciali di circuiti.

Parla di una di tali applicazioni fatta a Sestri Levante, a quella cioè delle *connessioni induttive*: le quali pure permettendo la separazione e l'isolamento dei vari tronchi di linea, permettono anche il passaggio delle correnti di trazione senza alcun reciproco disturbo.

Accenna alle segnalazioni a fuochi di colore, e dice come l'assoluta sicurezza del servizio sia ottenuta facendo agire tutti i relais per diseccitazione. Tutti gli altri servizi pure sono elettrici e gli scambi vengono comandati elettricamente: la loro manovra si ottiene in pochissimi secondi e viene immediatamente segnalata al

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La prossima Riunione di Brescia.

Ruit hora... e solo un mese e mezzo ci separa ormai dall'a Riunione di Brescia che sarà la XXXI^a della serie. Come ripetutamente fu annunciato, la riunione annuale ha dovuto infatti essere quest'anno anticipata di circa un mese, rispetto alla data tradizionale, per imprescindibili ragioni logistiche e climatiche. Solo l'anticipazione dell'adunata ai primi di settembre rende possibili quelle escursioni agli impianti superiori dell'Adamello che, senza far torto al resto, costituiscono una delle maggiori attrattive della riunione.

Proprio in questi giorni l'Ufficio centrale sta diramando il programma completo del Congresso, con le relative schede di adesione — da ritornare completate entro la prima metà di agosto — ed i consoci potranno giudicare che, mercè soprattutto l'opera indefessa svolta dai colleghi Bresciani, la XXXI^a Riunione sociale si presenta ricca di attrattive, non meno delle precedenti: dalla gita al lago d'Idro e per la Val di Ledro, Bezzecca, Ponale a Riva di Trento, con ritorno per il lago, a quella sul lago d'Iseo; dall'escursione agli impianti di Temù e di Cedegolo dell'Adamello, alla visita della Ferriera di Dalmine, per finire con una probabile escursione nell'Alto Adige la quale, per tutti coloro che ignorano ancora le bellezze di questo lembo d'Italia, da poco ricongiunto alla Patria, sarà una vera rivelazione.

Abbiamo parlato finora solo della parte turistica, che dovrebbe essere accessoria nei nostri congressi, perchè quest'anno la parte tecnica costituisce essenzialmente un esperimento e la sua riuscita più o meno brillante dipenderà più che mai dalla buona volontà dei partecipanti. Si tratta infatti questa volta — secondo il programma — di discutere tutti gli interessantissimi problemi inerenti alla regolarità di funzionamento degli impianti, che furono esposti ed appena toccati nella riunione di Napoli dello scorso autunno. Non mancheranno certamente anche i nuovi contributi (qualcuno è anzi già giunto o annunciato) ma essenzialmente la falange dei nostri colleghi che vivono negli impianti, dovrebbe scorrere le principali relazioni presentate a Napoli — (e proprio da pochi giorni è stato pubblicato il volume completo dei rendiconti di quella riunione) — e prepararsi a recare oralmente ai convenuti, il contributo della propria esperienza.

Noi siamo convinti che potrebbero così svilupparsi delle discussioni e degli scambi di idee di un interesse grandissimo, ed abbiamo fiducia nel risultato dell'esperimento perchè, in fondo, il contributo che si chiede ai colleghi partecipanti è meno oneroso che non sia la preparazione di una memoria o di una relazione.

I progressi delle onde corte.

Nel suo recente discorso di Bologna il senatore Marconi riaffermò i grandi pregi delle onde corte radiotelegrafiche, intorno alle quali negli ultimi anni si è svolto un lavoro attivissimo di ricerca scientifica e tecnica. Anche in questa nuova interessantissima fase di sviluppo delle radiocomunicazioni l'Italia occupa, sopra tutto grazie alla R. Marina, un posto non trascurabile. Passati all'esercizio privato i più importanti collegamenti commerciali, la R. Marina ha conservato, con la sua stazione di

Roma (S. Paolo), un centro radiotelegrafico di primo ordine, che vien destinato non solo ai servizi navali con le unità più lontane, ma anche al traffico commerciale con l'Eritrea e la Somalia ed alle comunicazioni con l'Estremo Oriente. E la stazione di S. Paolo, principalmente per opera del Comandante Pession, si è venuta man mano trasformando, così da mantenere i suoi impianti al corrente coi più recenti progressi, o meglio ancora, così da partecipare ad essi e promuoverli. Fino dai primi tentativi sulle onde corte, la radio S. Paolo ebbe i nuovi apparati e da allora è stato un continuo progredire verso successi sempre più completi e sicuri. Già lo scorso anno potemmo dare notizia del buon cammino fino ad allora percorso (¹); ora siamo lieti di pubblicare una nota dei colleghi Pession e Montefinale, che mette bene in luce il contributo italiano alle nuove e più recenti conquiste delle onde corte e dimostra la loro decisiva importanza per lo sviluppo futuro delle radiocomunicazioni.

Ragionamenti energetici.

La singolare efficacia dei ragionamenti basati su considerazioni energetiche è ben nota e fu spesso messa in rilievo anche in queste note. Soprattutto dal punto di vista didattico, la facile similitudine che si può sempre stabilire fra l'energia nelle sue varie forme, e qualsiasi altro bene materiale: derrate, merci, ricchezza, fa subito afferrare alla mente meno esperta il nesso ed i rapporti fra i vari elementi del fenomeno. Non altrimenti di quello che si osserva, in altro campo, nell'insegnamento tecnico professionale rivolto ad operai o a ragazzi di limitata cultura: che qualunque problema algebrico o fisico, di fronte al quale l'allievo rimane interdetto, è subito afferrato e risolto se di esso l'insegnante sa presentare un equivalente economico o monetario.

Ma anche i ragionamenti energetici, quando si va in un campo più elevato, possono presentare delle insidie; come felicemente ha mostrato l'illustre Prof. DONATI, in una conferenza alla Sezione di Bologna, che raccolta e trascritta dall'Ing. RIMINI — il solertissimo Presidente di quella Sezione — viene oggi presentata ai lettori. Anche in essa il paragone fra gli scambi di energia e gli scambi di ricchezza che si verificano sulla piazza di un mercato, riesce di singolare efficacia.

Misure di potenza ed energia apparenti.

Il Prof. ARNO¹, che da tanti anni si occupa degli apparecchi per le tariffazioni che vogliono tener conto del fattore di potenza, ha recentemente intrattenuto i colleghi della Sezione di Milano su alcuni nuovi suoi apparecchi derivati ancora dal concetto fondamentale di introdurre un errore di fase nel circuito voltmetrico e di tarare opportunamente il contatore in modo che, per un certo tratto, la sua caratteristica venga a coincidere praticamente con quella della grandezza che si vuol misurare: singolare esempio della varietà e complessità dei risultati che si possono ottenere da un artificio tecnico intrinsecamente semplice, quando si sappia valentemente servirsene.

LA REDAZIONE.

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, 5 marzo 1925, vol. XII, n. 7, pag. 171.

□ ESPERIENZE DI RADIOTELEGRAFIA COMMERCIALE AD ONDE CORTE □ □

G. PESSION - G. MONTEFINALE

1. — La R. Marina, nella sua Stazione radiotelegrafica di Roma (San Paolo), che disimpegna servizio commerciale colle nostre Colonie, ha attivamente proseguite le ricerche sul comportamento delle onde corte, iniziate già alla fine del 1924. A misura che risultati concreti sono stati ottenuti, ne è stata fatta applicazione al servizio radiotelegrafico effettivo, e si sono così realizzate comunicazioni economiche e sicure, non solo coll'Eritrea e colla Somalia italiana, ma anche coll'Estremo Oriente.

Una prima relazione su queste esperienze fu già a suo tempo resa nota ⁽¹⁾. Crediamo ora, che possa riuscire di notevole interesse la pubblicazione dei risultati successivamente ottenuti — pubblicazione che possiamo effettuare per la cortese autorizzazione ricevuta dalla R. Marina, in seguito all'interessamento del Capitano di Vascello Marco Viani, Capo della Divisione del Materiale Elettrico e Radiotelegrafico e delle Comunicazioni al Ministero della Marina, dal quale dipende la Stazione di San Paolo.

2. — Il novembre 1924 segna l'inizio del primo traffico regolare ad onda corta (106 metri) stabilito dalla Stazione di San Paolo colla corrispondente di Massaua (km 3900) mediante un apparecchio trasmittente a valvola che assorbiva una potenza di kW 1,5 circa. In quel mese vennero trasmesse in complesso 10.677 parole tassate, che nel successivo gennaio 1925 erano già salite a circa 20.000 ed andarono sempre aumentando nei mesi successivi, risultandone notevolmente alleggerito il servizio precedentemente affidato agli archi Poulsen da 250 kW.

In seguito a tali buoni risultati si pensò di estendere gradualmente il collegamento con onde corte ad altre Stazioni corrispondenti della Radio San Paolo, ciò che si ottenne con relativa facilità, impiegando un nuovo complesso ad onda corta più perfezionato e che assorbiva una potenza di 6 kW circa, talchè, verso la fine del 1925 il traffico complessivo trasmesso dalla Stazione suddetta con onda 106 metri ammontava mensilmente a circa 42.000 parole tassate, per le seguenti Stazioni, provviste semplicemente di apparato ricevitore ad una valvola rivelatrice, con due stadi di amplificazione in bassa frequenza: Asmara (ricevente di Massaua), Mogadiscio, Chisimaio, Rodi, Pechino e Navi di stazione in Estremo Oriente Mar Rosso ed Oceano Indiano ed in altri mari lontani.

Nel novembre 1925, in occasione della traversata da Napoli a New York del piroscafo della N. G. I. « Duilio » avente a bordo la Missione diretta da S. E. Volpi, si mantenne regolare contatto fra San Paolo ed il Detto piroscafo fino all'entrata di esso nel porto di New York, trasmettendo complessivamente, per mezzo dell'apparecchio a valvola da 6 kW ad onda 106 metri, 4500 parole dirette alla Missione stessa. Ciò dimostra di quale utilità potrebbe risultare anche per il traffico commerciale coi grandi piroscafi da passeggeri l'impiego del collegamento ad onda corta, valendosi di apposite Stazioni fisse specialmente destinate allo scopo.

Nello stesso mese di novembre 1925 potè essere stabilito un ottimo allacciamento bilaterale ad onda corta fra la Stazione di San Paolo (onda 106 metri) ed una R. Nave di stazione a Colombo (km 8150), che per vari mesi consecutivi mantenne regolari comunicazioni radiotelegrafiche notturne con Roma, Massaua, Mogadiscio e Navi stazionarie in Mar Giallo e nei mari del Giappone, impiegando onda, dapprima di 90 metri, e successivamente di 70 metri, e potenza non superiore ai 300 watt. Il traffico complessivo trasmesso dalla nave in circa sei mesi di servizio coll'apparecchio suddetto fu di 39.789 parole tassate, ricevendone complessivamente 9036 trasmesse con onda 106 metri dalla Stazione di San Paolo.

In occasione di una lunga crociera di detta nave nel Golfo di Aden e sulla costa Somala, fu riscontrato che i segnali si indebolivano notevolmente ogni volta che la nave si portava al disotto di Capo Guardafui, mentre riacquistavano intensità

normale al nord di detto promontorio. La stessa constatazione venne fatta dalla stazione di bordo al riguardo dei segnali ad onda corta di San Paolo, che risultarono costantemente di forza 8 nella navigazione degli Stretti di Aden, e durante la permanenza nel golfo omonimo, od in Mar Rosso, cadendo normalmente alla forza 5 a ridosso della costa somala, nel tratto compreso fra Capo Guardafui e Mogadiscio. Notisi che la nave si teneva presso la costa.

Nelle comunicazioni con onda corta scambiate da detta nave con altre Stazioni fu inoltre notato che, mentre a distanze inferiori a 200 miglia ed a grandissime distanze i suoi segni erano ricevuti con forza 8, oppure 9, con nota pura e costante, a distanze intermedie i segnali non risultavano mai di forza superiore a 7 e la nota peggiorava.

Si è notato nettamente il fatto che le comunicazioni radiotelegrafiche con le navi in Mar Rosso riescono singolarmente facili anche con onda corta, come fu già rilevato per l'onda lunga nella crociera dell'Aldebaran ⁽²⁾. Sembra cioè confermato che la grande spaccatura operata nelle terre desertiche dal Mar Rosso rappresenti un elemento favorevole alla trasmissione delle onde.

3. — Dal novembre 1924 a tutto il febbraio 1926 furono trasmesse complessivamente dalla Radio San Paolo 630.000 parole tassate, su onda 106 metri, svolgendo normalmente il servizio nell'orario compreso fra le 20^h e le 2^h T. M. G. Le comunicazioni si svolgevano nell'intervallo, in cui dominava l'oscurità nell'intero percorso delle onde e quindi l'intervallo stesso subiva variazioni di ampiezza nelle diverse stagioni ed a seconda della località in cui si trovava la Stazione corrispondente. E' interessante l'esame dei diagrammi riportati in appresso, indicanti l'intervallo in cui fu possibile, in un dato giorno,

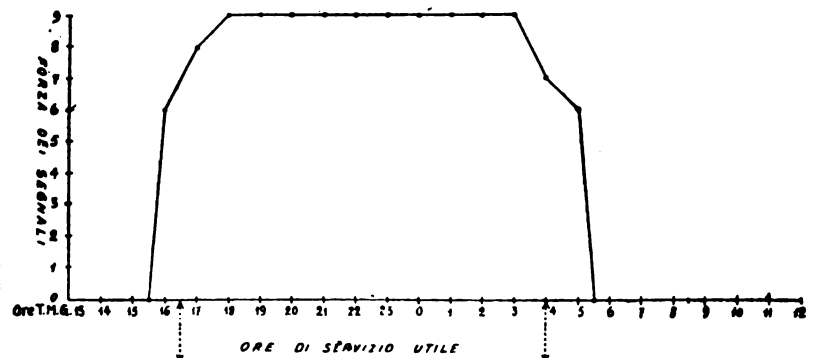


DIAGRAMMA DI UDIBILITA' DELLA TRASMISSIONE DI SAN PAOLO (ONDA 106 METRI) A MASSAUA IL 21 APRILE 1925

Fig. 1.

la ricezione ad Asmara (fig. 1), a Mogadiscio (fig. 2), in Mar Giallo (fig. 3) durante una trasmissione continuativa di 24^h fatta dalla Stazione R. T. di San Paolo con onda di 106 m.

Sia nelle esperienze suddette, sia durante i sedici mesi di intenso traffico svolto con onda corta di 106 m, si ebbe la con-

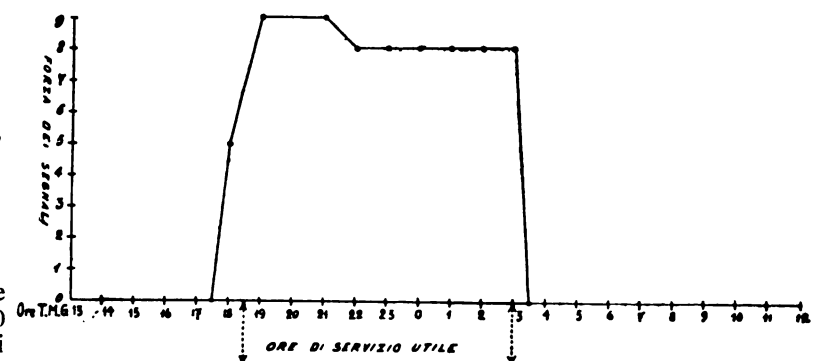


DIAGRAMMA DI UDIBILITA' DELLA TRASMISSIONE DI SAN PAOLO (ONDA 106 m) A MOGADISCIO IL 21 APRILE 1925

Fig. 2.

ferma dell'influenza della luce del giorno sulla propagazione delle onde di tale lunghezza. Venne osservato, e ciò collima anche coll'esperienza fatta in materia di onde corte in Italia ed

⁽¹⁾ G. PESSION - A. PIZZUTI: « Contributo sperimentale alla radiotelegrafia con onde corte ». (L'Elettrotecnica, n. 7, vol. XII, 5 marzo 1925 e Pubbl. n. 32 dell'Istituto E. e R. T. della R. Marina).

⁽²⁾ M. GUERRE: « Misure sul campo elettromagnetico di onde r. t. da Tolone agli antipodi ». (Bollettino R. T. della R. Marina, vol. II, pag. 193 e L'Elettrotecnica, 1922, vol. IX, pag. 297).

all'estero, che nella propagazione di onde di lunghezza 106 m è pressochè inapprezzabile l'influenza delle condizioni meteorologiche locali, o di quelle esistenti sul percorso delle onde, o derivanti dal succedersi delle stagioni, mentre i fenomeni dovuti alla diversa luminosità risultano essere i soli fattori, che abbiano influenza decisiva sulla portata.

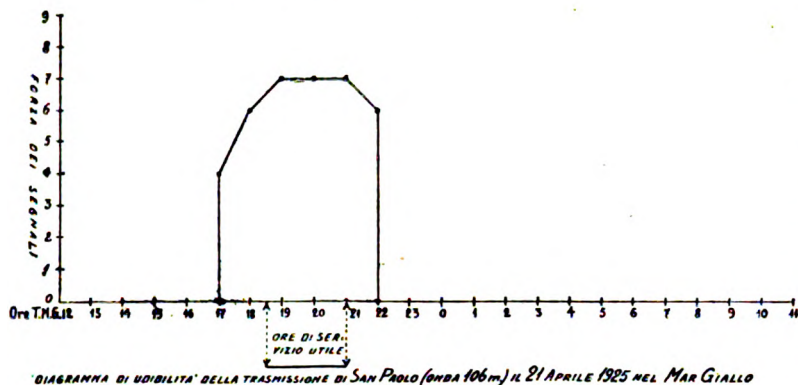


Fig. 3.

4. — I principali inconvenienti, che si ebbero a riscontrare durante il non breve periodo di funzionamento dell'apparecchio trasmettente da 6 kW con onda di 106 m della Stazione di San Paolo, si possono riassumere brevemente nei seguenti:

a) Difetti costruttivi del complesso trasmettente da 6 kW realizzato coi mezzi della Stazione nel gennaio 1925 e che furono via via eliminati. Essi consistevano specialmente in perdite dovute al riscaldamento degli isolanti in ebanite e bachelite, impiegati con una certa abbondanza nella costruzione del pannello, agli effluvi ed in genere all'imperfetto isolamento delle parti più soggette all'azione dell'altissima frequenza. L'isolamento dei vari organi presentò infatti speciali difficoltà; si constatò la necessità di collocare gli isolanti, ridotti al minimo, in posizioni ben studiate per evitare le perdite, sottraendoli ai campi elettrostatici intensi. Buoni risultati si ebbero col vetro e con la porcellana e risultati decisamente migliori col pyrex.

b) Notevole esistenza di smorzamenti (fading) sull'onda 106 m che, pur non ostacolando in massima il servizio, richiedevano frequenti ripetizioni di telegrammi parzialmente ricevuti dalle Stazioni corrispondenti. Non erano forse del tutto estranee a questo inconveniente le fughe di isolamento, che si accentuavano durante le lunghe trasmissioni.

c) Variazioni nella frequenza di emissione, che, pur essendo di modesta entità, obbligavano l'operatore della Stazione ricevente a continue manovre del verniero del condensatore di sintonia durante la registrazione dei segnali. A tale inconveniente contribuivano certo i movimenti dell'aereo, per quanto si procurasse di tenerlo teso e fortemente assicurato.

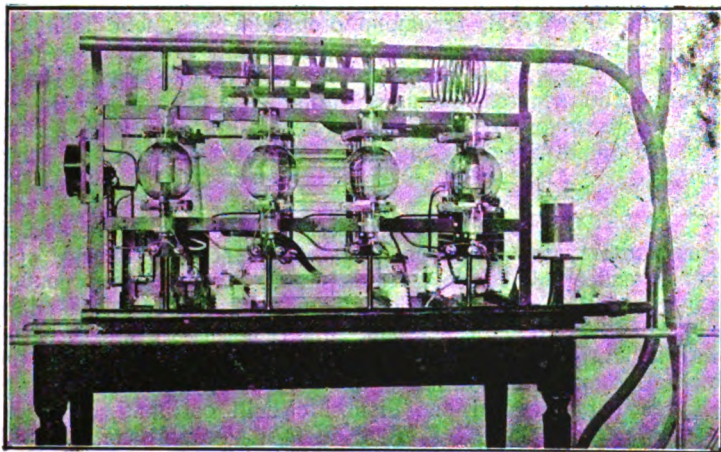


Fig. 4. — Trasmettitore ad onda 66 metri.

d) Disturbi piuttosto rilevanti, sebbene tali da non paralizzare il traffico, dovuti alla presenza di scariche atmosferiche sull'onda 106 metri.

Buona parte dei suaccennati inconvenienti avrebbe potuto certamente eliminarsi aumentando in modo adeguato la potenza impiegata nell'emissione. Infatti, già nel marzo 1925, passando dalla potenza primaria di 1,5 kW a quella di 6 kW, senza cambiare l'onda impiegata, le ripetizioni furono ridotte dal 33 %

al 6 % per Massaua, ed all'8 % per Mogadiscio e si riuscì a stabilire con l'Estremo Oriente un servizio regolarissimo di più di 2000 parole mensili, che era dapprima incerto e di carattere sperimentale.

In luogo di aumentare la potenza di trasmissione sull'onda 106 m, si ritenne più conveniente di sperimentare l'uso di onde più corte, sperando così di rendere la ricezione immune, il più possibile, dagli intrusi atmosferici.

5. — Nella realizzazione di un nuovo trasmettitore ad onda 66 m, fu ritenuto opportuno adottare lo stesso schema derivato da quello di Hartley, che aveva dato ottimo risultato per il trasmettitore ad onda 106 m⁽³⁾. L'isolamento dei vari organi venne maggiormente curato, costituendolo il più possibile in aria, ed adottando soltanto pochi isolatori indispensabili in porcellana, abolendo completamente la bachelite, l'ebanite ed ogni parte in legno. Detto trasmettitore è rappresentato nella fig. 4 ed il suo schema elettrico completo nella fig. 5.

Nell'occasione si tentò un tipo di aereo diverso da quello usato per l'onda 106 m, allo scopo di raggiungere un doppio intento. In primo luogo si volevano ridurre le perdite nei pressi della Stazione, sensibili col vecchio aereo, nel quale il contrappeso e la parte inferiore dell'aereo stesso correvano vicino al fabbricato. In secondo luogo si voleva irradiare l'energia quanto più possibile verso lo zenit.

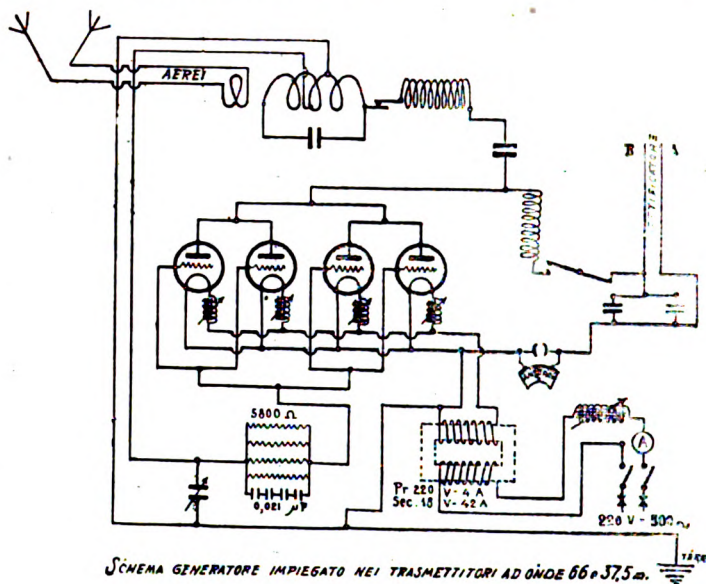


Fig. 5.

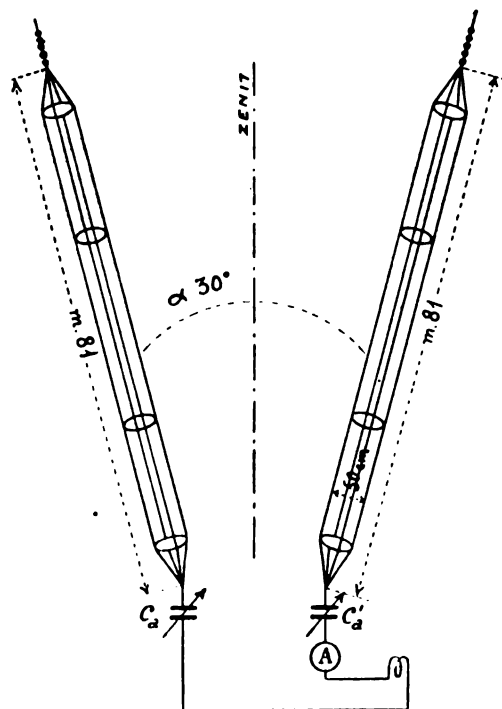
Per tali ragioni venne adoperato, anziché il solito metodo di far vibrare un aereo verticale secondo un'armonica, un nuovo tipo di aereo a « V », eccitato in un ventre di corrente e vibrante per un numero dispari di semionde. La parte prossima ai fabbricati irradia poco, perchè le due gambe del « V » sono molto vicine tra loro e sono percorse da correnti opposte. Il campo è praticamente concentrato fra i due rami, che si comportano, all'incirca, come i classici fili di Lecher. Man mano che il « V » si apre, si allontana dalla terra e la radiazione diviene più sensibile. L'aereo impiegato per il trasmettitore ad onda 66 metri è rappresentato in scala nella fig. 6. Esso vibra per cinque semionde, due delle quali contenute in ogni tubo irradiante ed una nel secondario jigger ed attacchi interni degli aerei. I vertici di tale aereo sono posti a distanza di mezza onda l'uno dall'altro e sospesi a metri 82 dal suolo.

Fino dalle prime trasmissioni di prova con onda 66 m, tutte le stazioni corrispondenti rilevarono notevole miglioramento del servizio, segnali più forti, frequenza più stabile ed attenuazioni ridotte al minimo. Alla stabilità della frequenza ha certamente contribuito il tipo di aereo usato ed il miglior isolamento dell'apparecchio. Ma la constatazione più importante, specie agli effetti del servizio R. T. coloniale, fu la forte diminuzione di scariche atmosferiche rilevatesi nella ricezione dell'onda di 66 m nei confronti di quella di 106. Ciò eliminò quasi completamente le ripetizioni che, dopo l'introduzione di detta onda, si possono considerare ridotte al 2 % anche per le destinazioni più lontane dell'Estremo Oriente. Per quanto riguarda invece il comportamento dell'onda di 66 m nel tragitto con luce ed ombra, non si verificarono differenze molto sensibili dall'on-

(3) G. PESSON, Loc. cit., nota 1.

da 106, risultandone solo leggermente ampliato l'intervallo notturno utile per lo svolgimento della corrispondenza.

In seguito ai buoni risultati ottenuti coll'onda di 66 m vennero cessate dal 1° marzo 1926 le trasmissioni con onda di 106 m, giudicata meno efficiente nella espletazione dei servizi speciali disimpegnati dalla Stazione di San Paolo.



TIPO DI AEREO SIMMETRICO A V IMPIEGATO NELLA TRASMISSIONE CON ONDA 66 m.

Fig. 6.

6. — Poichè coll'introduzione in servizio dell'onda di 66 metri si era raggiunto lo scopo principale di rendere il più possibile immuni da scariche le ricezioni al tropico, senza peraltro ottenere quello non meno importante di allargare l'intervallo utile di trasmissione, estendendolo, per quanto possibile, alle ore diurne, si mise in costruzione nella Stazione di San Paolo un nuovo pannello a valvola da 6 kW, col quale si ottenne l'onda di m 37,5.

Valendosi dell'esperienza fatta nelle precedenti costruzioni, si introdussero nuovi miglioramenti tecnici nella conformazione, nella disposizione e nell'isolamento delle varie parti componenti il nuovo trasmettitore ad onda corta, rappresentato in complesso nella fig. 7, e che corrisponde allo stesso schema elettrico di quello della fig. 5. Lo schema di Hartley usato per tutti e tre gli apparati (106 m, 66 m, 37,5 m) si è dimostrato pratico e di stabile regolazione. A volte questa presenta qualche difficoltà con l'onda più corta, specie col tipo di valvola usata (M. T. 6 Marconi), che richiede una elevata tensione anodica.

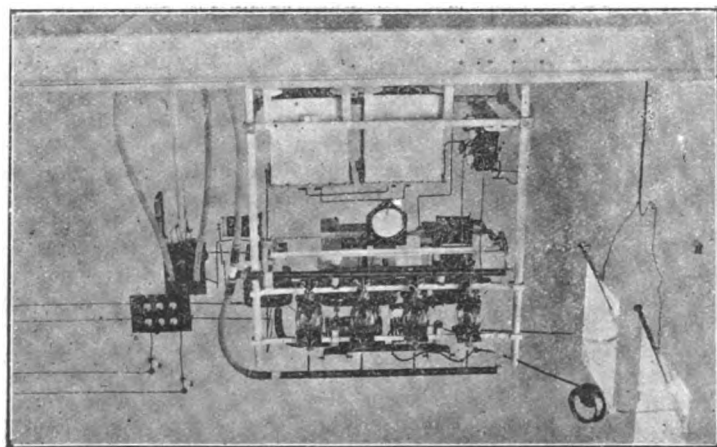
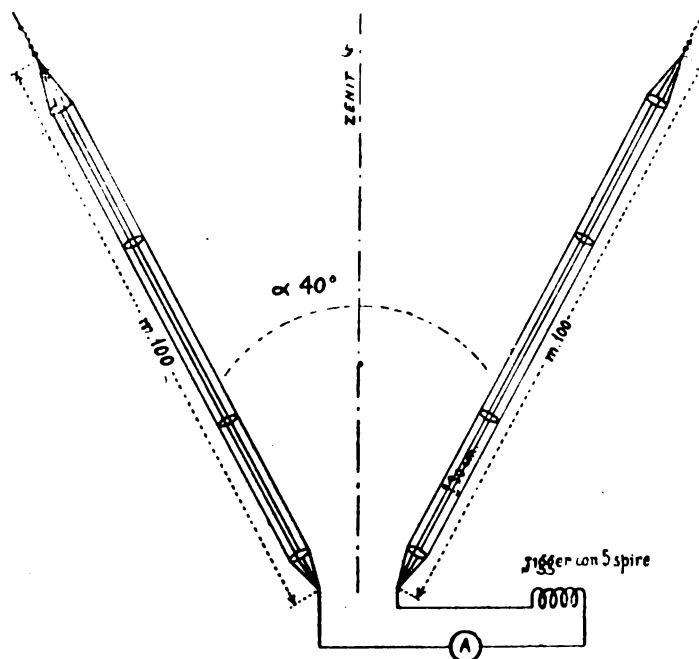


Fig. 7. — Trasmettitore ad onda 37,5 m.

Allo scopo di ottenere una frequenza stabile si preferì in ogni caso di adottare nel circuito oscillante una capacità piuttosto forte, riducendo la induttanza. Ciò rese necessario adoperare una extrainduttanza nel circuito anodico per aumentare

la tensione oscillatoria applicata alla placca. Tale artificio, mentre riesce semplice e pratico per le onde lunghe, presenta qualche difficoltà con quelle corte. Il circuito anodico ha notevole influenza sulla sintonizzazione, e le variazioni di induttanza anodica portano sensibili variazioni della lunghezza d'onda. La regolazione è facilitata dall'uso di un piccolo condensatore derivato fra filamento e griglia, che facilita l'innesco ed il corretto funzionamento, regolando la fase e l'ampiezza della tensione di griglia. Si è notato che ha grande importanza il ridurre le perdite nel circuito oscillante, e che è necessario usare anche per la induttanza anodica una spira di rame di forte sezione.

Anche per il trasmettitore ad onda m 37,5 si è usato l'aereo a « V », che funziona a undici semionde (fig. 8). Si è trovata una certa difficoltà nella regolazione dell'apparecchio ed una notevole instabilità della lunghezza d'onda. La differenza fra l'onda normale di m 37,5 e quella risultante dalla oscillazione dell'aereo per nove semionde anzichè per undici era piccola. Infatti, l'onda corrispondente alla vibrazione per nove semionde era di m 45,8 circa (differenza 21 % circa dell'onda normale); in tali condizioni, con l'accoppiamento stretto tra



TIPO DI AEREO SIMMETRICO A V IMPIEGATO NELLA TRASMISSIONE CON ONDA 37,5 m.

Fig. 8

aereo e circuito primario, si avevano, anche per piccole variazioni della induttanza anodica, bruschi salti dall'onda di m 37,5 a quella di m 45,8, fenomeno probabilmente anche facilitato dalla minore resistenza che i vari circuiti presentavano per l'onda più lunga. Tale inconveniente non è stato risentito sull'onda di 66 m perchè l'onda più lunga — e più vicina a 66 — che poteva innescarsi sullo stesso aereo, era di 110 m e presentava quindi rispetto a quella di 66 m una differenza di oltre il 65 %.

7. — Una analisi più approfondita del funzionamento del trasmettitore montato secondo lo schema adottato, mostra che per le onde molto corte entra in giuoco in maniera preponderante la capacità propria delle valvole, per cui la spirale anodica non costituisce più un semplice autotrasformatore atto a regolare la tensione oscillatoria di placca, ma viene a costituire un vero e proprio circuito oscillante.

Si hanno quindi due distinti circuiti oscillanti, e precisamente (fig. 9) C_1 , C_2 , L_1 , L_2 , C_3 e L_2 , C (se pure non si vuol tener conto di un terzo circuito di onda propria ancora assai più corta, e formato dalla parte inferiore di L_2 insieme con C_1), ai quali viene accoppiato l'aereo. I due circuiti sono accoppiati attraverso all'induttanza comune L_2 ed al coefficiente di mutua induzione tra L_1 ed L_2 . La presenza dei due circuiti oscillatori rende delicata la regolazione e spiega le apparenti anomalie che si riscontrano nella pratica, e di cui si è detto più sopra.

Inserendo due amperometri a filo caldo nei punti A e D si può controllare la corrente nei due circuiti e constatare l'effetto dell'accoppiamento e della variazione delle costanti dei circuiti stessi. E' agevole, in certi casi, constatare il ben noto feno-

meno del subitaneo passaggio dall'una all'altra delle frequenze proprie del sistema formato dai due circuiti accoppiati.

L'ordine di grandezza della corrente che circola nella capacità delle valvole (4 M. T. 6 Marconi in parallelo) è stato nei complessi costruiti a San Paolo di 10 ampère, e cioè 2,5 A per valvola. Questa corrente passa naturalmente anche per il filo di collegamento della griglia, che, nelle valvole ordinarie, è di piccolo diametro. Si è quindi dimostrata l'opportunità di raffreddare con corrente d'aria, oltrechè il passaggio della piastra, anche quello della griglia.

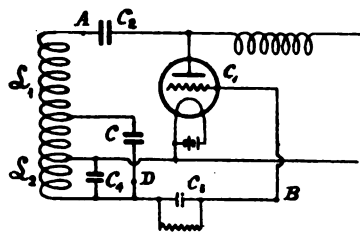


Fig. 9.

Lo schema usato a San Paolo si è dimostrato buono dal punto di vista della stabilità della frequenza ma, come si è detto, di regolazione delicata; regolazione, però, che una volta fatta si mantiene stabilmente.

La costruzione dei complessi ad onda corta e la determinazione delle costanti più favorevoli dei circuiti oscillanti può essere fatta sperimentalmente, dato il piccolo costo dei materiali occorrenti.

Alcune semplici considerazioni permettono tuttavia di constatare come il tipo di valvole, che fu impiegato nelle esperienze di San Paolo (M. T. 6 Marconi), usandone costantemente quattro in parallelo, con lo schema impiegato per le connessioni presentava una capacità propria eccessiva. Le quattro valvole M. T. 6 possono dissipare una potenza di circa 400 W per ciascuna, il che, supponendo un rendimento del 60 %, permette di ottenere una potenza utile di 2400 W nel circuito oscillante. Posto il caso più semplice di un unico circuito oscillante, è noto che in buone condizioni i voltampere circolanti in esso dovrebbero essere circa 4π volte i watt dissipati (*). La tensione anodica impiegata a San Paolo era dell'ordine di 6000 volt continui, al che corrispondono circa 4200 V ai capi del circuito oscillante. In tali condizioni la corrente efficace avrebbe dovuto essere di circa 7,1 A. A tale corrente, per ottenere la tensione di 4200 V con frequenza $8 \cdot 10^4$, corrisponde un'induttanza di $11,6 \mu H$. In pratica, invece, per realizzare l'onda di 37,5 metri fu necessario, anche sopprimendo completamente il condensatore primario e riducendo la capacità del circuito oscillante a quella sola interna delle quattro valvole in parallelo, di impiegare una induttanza di poco più di $3 \mu H$, il che dimostra come la capacità del sistema sia eccessivamente grande, a danno del rendimento dell'insieme.

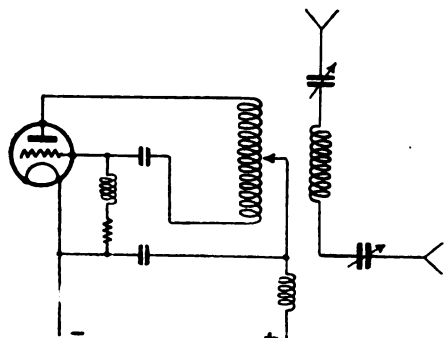


Fig. 10.

Risultati, quindi, ben superiori si potrebbero ottenere impiegando valvole aventi una capacità propria più ridotta.

Notevole beneficio si ottiene modificando lo schema elettrico, nel senso di passare dalla alimentazione in parallelo alla alimentazione in serie delle placche, secondo lo schema della fig. 10, e di utilizzare come capacità del circuito oscillante la capacità propria delle valvole. Con questo artificio fu possibile aumentare considerevolmente la induttanza del circuito oscil-

lante a parità di onda, con notevole beneficio del rendimento. Inoltre, la presenza di un unico circuito oscillante rende la regolazione particolarmente semplice e rapida.

Collo stesso schema fu costruito un nuovo trasmettitore, sempre da 6 kW, con quattro valvole M. T. 6, atto ad irradiare l'onda di 32 m. Furono sperimentati vari tipi di aereo, fermandosi poi in definitiva su di un aereo verticale lungo 96 m con contrappeso orizzontale di 24 m, comprendenti in complesso otto semionde. E' in corso una serie di prove comparative fra questo apparecchio e quello sopra descritto trasmettente con 66 metri.

8. — Difficoltà notevoli furono trovate per ottenere, con le onde corte al disotto dei cento metri, una emissione pura che desse ai ricevitori una nota musicale chiara per mezzo dei battimenti. Una prima difficoltà derivava dalla livellazione imperfetta della corrente rettificata; infatti il sistema esafase impiegato, spesse volte, in causa della non perfetta simmetria delle valvole rettificatrici usate, lasciava passare una sensibile componente a 45 periodi, che richiedeva, per una efficace attenuazione, un filtro avente frequenza propria molto bassa. Tale filtro fu costituito con cinque induttanze e due banchi di condensatori, costituendo una cellula avente una frequenza propria dell'ordine di $1/20$ di secondo. Ma, malgrado questo filtro, si constatò che la nota risultava non pura, ma bensì trillata, come se l'onda persistente pura fosse modulata incompletamente a bassissima frequenza.

Il fenomeno più notevole fu la constatazione che sopra la natura del trillo influiva sensibilmente la regolazione ad alta frequenza, in modo tale che per talune regolazioni, anziché trillo di bassa frequenza, si aveva una completa modulazione a frequenza musicale, che dava luogo ad una nota sonora nei ricevitori non innescati ed al soffio caratteristico, quando i ricevitori entravano in oscillazione; tal quale cioè accade, quando si riceve un segnale a scintilla con ricevitore autodina in istato di oscillazione.

Fu fatta una serie lunghissima di prove e si riuscì, con onda 66 m, a rendere la nota musicale pressochè perfetta mediante una accurata disposizione delle parti del circuito e con fortissimo isolamento delle stesse. Non è improbabile che in questo caso, per difetto di isolamento, variasse a frequenza di 45 periodi il potenziale di griglia, producendosi, in conseguenza, una modulazione della corrente.

La modulazione a frequenza musicale dipende probabilmente da troppo forte reazione e dal simultaneo innescamento di due frequenze che danno luogo fra loro ad una corrente risultante modulata, ovvero dal periodico disinnescarsi delle oscillazioni. Certo si è, che notevoli cure ed accorgimento debbono avere per ottenere una nota chiara e pura. Gli apparati definitivi realizzati a San Paolo furono collaudati in servizio prolungato di carattere commerciale e possono sostenere lunghissime trasmissioni (5 o più ore) senza alcun riscaldamento nocivo.

9. — Usando l'apparecchio trasmettente ad onda 37,5 metri si è ottenuto il vantaggio di potere iniziare il servizio con l'Africa orientale con due ore di anticipo sull'ora in cui si iniziava abitualmente sull'onda 66, e di prolungarlo analogamente di altre due ore al mattino.

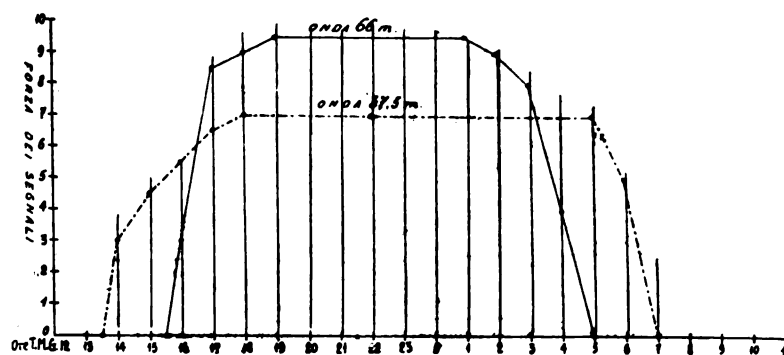


DIAGRAMMA DI UDIBILITÀ DELLA TRASMISSIONE DI SAN PAOLO (ONDA 66 e 37,5 m) A MASSARA IL 21 APRILE 1926

Fig. 11.

Le fig. 11, 12, 13, rappresentano i diagrammi di udibilità delle onde 66 e 37,5 metri rispettivamente in Eritrea, Mar Giallo ed in una Stazione del Dodecanesso. Si scorge da essi che la intensità dei segnali sull'onda 37,5 rimane sempre al disotto di quella sull'onda 66, specialmente nel colmo della notte. La in-

(*) PRINCE - RUELE: «Progetto di massima di apparati radio-trasmettenti a triodi», § 6. (Pubbl. n. 33 dell'I. E. R. T. della R. Marina e L'Elettrotecnica, 1925, vol. XII, pag. 394).

fluenza degli intrusi atmosferici tropicali risultò su tale onda considerevolmente minore che nelle precedenti. Il diagramma della fig. 13 (limitato alle 23^h T. M. G.) mostra, in particolare, che

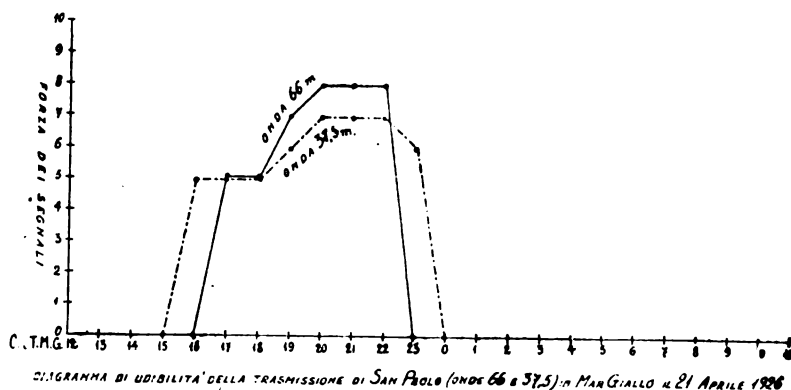


Fig. 12.

nel Dodecanneso (1600 km da Roma) i segnali con onda 37,5 di San Paolo sono percepibili anche a mezzogiorno, rendendo possibile il servizio in piena luce, quando cioè la trasmissione con onda 66 risulta più debole, per poi acquistare, invece, in-

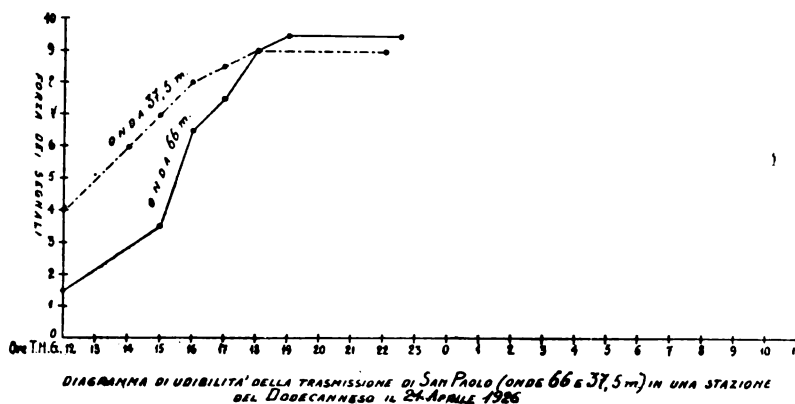


Fig. 13.

tensità notevolmente maggiore dell'onda 37,5 nelle ore notturne. La fig. 14 mostra in modo chiaro il comportamento delle onde di 66 e 37,5 m nel servizio con Massaua, in relazione con l'altezza media del sole lungo l'arco di circolo massimo che congiunge le due località.

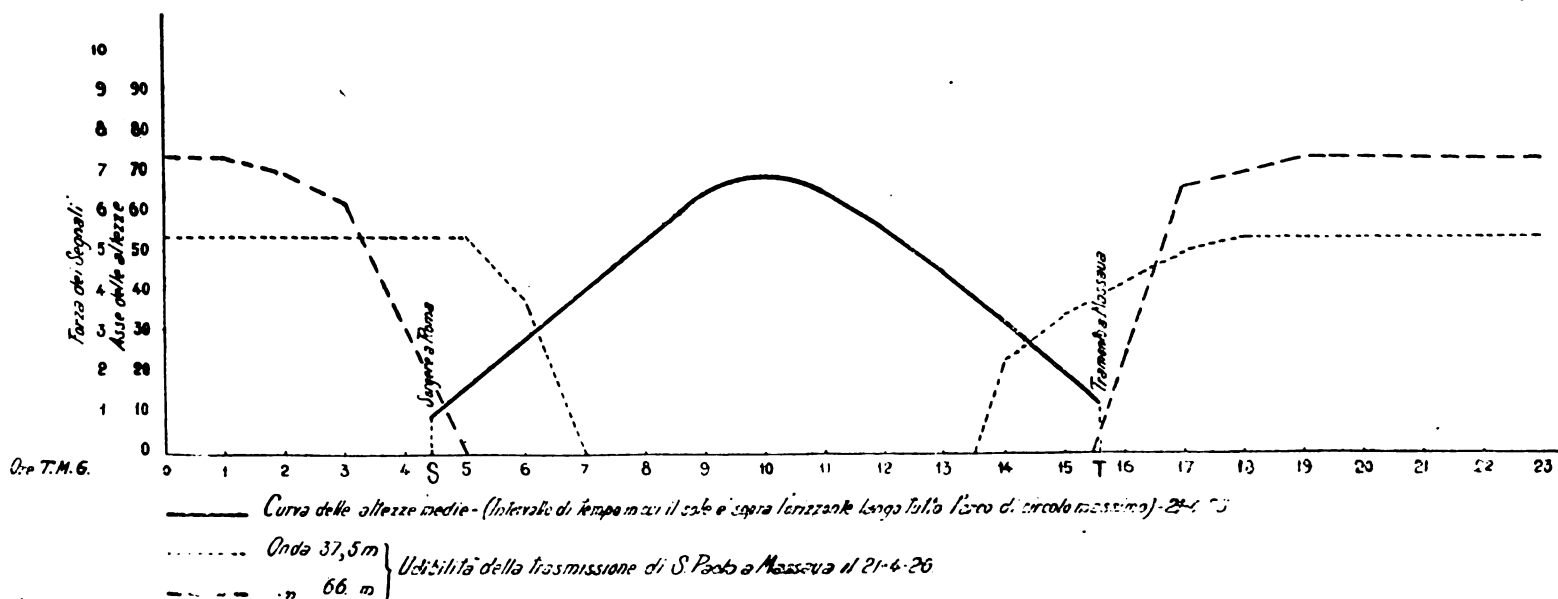


Fig. 14.

Queste constatazioni, fatte concordemente da Stazioni lontanissime e da altre relativamente vicine, hanno suggerito di impiegare preferibilmente nello svolgimento del traffico in ore diurne l'onda 37,5, riservando quella di 66 m alla trasmissione notturna. L'esperienza, sia pure breve, fatta coll'onda di 32 m, ha già confermato che la riduzione d'onda assicura un maggior intervallo utile di trasmissione ed una maggiore immunità dai disturbi elettroatmosferaici.

Il risultato di tutte queste prove ha indotto a progettare

un nuovo trasmettitore di potenza superiore (25 kW), per il quale si useranno triodi del tipo ad anodo raffreddato con circolazione d'acqua ed un'onda dell'ordine di venti metri.

10. — Il modello di stazione trasmettente ad onda corta studiato, progettato e costruito a San Paolo è stato riprodotto dall'Officina Radio della Spezia ed un esemplare perfettamente identico è stato sistemato nella nuova Stazione transcontinentale di Afgoi presso Mogadiscio. Esso ha permesso di realizzare ottime comunicazioni bilaterali, con un traffico giornaliero complessivo di 2500 parole tassate fra la lontana Colonia italiana dell'Oceano Indiano e la Madre Patria.

Nonostante la potenza, relativamente bassa, di 6 kW impiegata ad Afgoi (la Stazione di gran potenza di Mogadiscio impiega 110 kW per corrispondere con Massaua) i segnali trasmessi da detta Stazione risultano a Roma, nelle ore in cui è possibile il servizio, fortissimi, stabili, privi di qualsiasi attenuazione (fading) e danno l'impressione di un servizio assolutamente sicuro. L'impianto di Afgoi è stato eseguito dal Tenente Radiotelegrafista Buzzacchino Francesco, che ha altresì provveduto alla costruzione degli apparecchi nel R. Arsenale della Spezia.

Chi, come noi, ha per lunghi anni constatato le grandissime difficoltà, che furono incontrate nello assicurare comunicazioni fra la Somalia e l'Italia, pur valendosi di imponenti costruzioni e di potenti macchinari e ricorrendo necessariamente al transito di Massaua, non può non rimanere ammirato e commosso davanti a così meravigliosi risultati ottenuti con mezzi assai modesti. Ed anche qui, come in ogni fase di decisivo progresso della radiotelegrafia, è necessario ricordare l'opera di Guglielmo Marconi, che è stato lungimirante e tenace assertore della necessità di approfondire gli studi sul comportamento delle onde di breve lunghezza e del loro rapido affermarsi nella tecnica radiotelegrafica.

E non si può non ricordare anche l'opera di valenti giovani che, dedicatisi per diletto e per amore di ricerca agli studi ed alle esperienze radiotelegrafiche con le onde corte, ne hanno messe in rilievo le proprietà e ne hanno resa più facile l'adozione nella pratica; il che mostra quanto possa, nel campo scientifico e tecnico, la libera iniziativa e la genialità individuale.

Le onde corte permettono di fare moltissime interessanti combinazioni, con mezzi limitatissimi e con grande beneficio della rapidità e sicurezza dei servizi. A San Paolo si può trasmettere facilmente con due o più apparati e nella Ricevente si possono sistemare con grande facilità numerosi ricevitori, il che consente lo svolgersi di numerosi allacciamenti simultanei.

11. — Per la buona esecuzione delle esperienze suddette era necessario poter contare sulle indicazioni di ondametri rigo-

rosamente tarati, ciò che consigliò di valersi del noto sistema dei fili di Lecher, dapprima per controllare la tabella di taratura dell'ondametro di tipo normale di cui si disponeva e, successivamente, per determinare la curva di taratura di altro apparecchio realizzato presso la Stazione di San Paolo, con criteri costruttivi alquanto differenti da quelli normalmente seguiti per la misura delle onde corte.

Già dai primi tentativi fatti si era potuto constatare che il sistema di far vibrare i fili di Lecher con la loro frequenza

fondamentale, già usato con successo nella taratura degli ondometri ad onda lunga ⁽⁵⁾, non garantiva, nel caso di onde comprese fra i 20 e i 100 metri, la necessaria esattezza. Si giudicò quindi preferibile utilizzare le proprietà dei fili di Lecher vibranti su armoniche di frequenza superiore, determinando cioè sui fili stessi, mediante il ponticello *M* (fig. 15), un nodo di tensione a distanza sufficientemente lontana dall'estremità isolata.

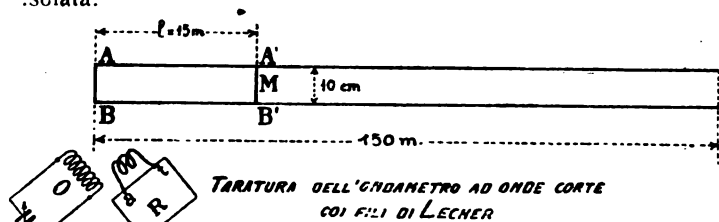


Fig. 15.

Mentre nel primo caso l'oscillatore di Lecher vibra semplicemente per quarti d'onda e la lunghezza dell'onda stazionaria risultante è data da quattro volte la lunghezza libera del filo, in questo secondo caso si ottiene molto facilmente l'onda misurando la distanza fra due punti nodali e facendone il doppio. Non è qua il luogo di ripetere la teoria del fenomeno, universalmente noto ⁽⁶⁾.

Nel caso in questione furono impiegati due fili paralleli composti di treccia normale per aereo, lunghi 150 metri, distanti fra loro 10 cm, sostenuti ad un metro dal suolo mediante isolatori collocati su appositi picchetti di legno. Le varie determinazioni furono fatte col metodo ben noto di rivelare la risonanza mediante il « click » caratteristico nei ricevitori posti in presenza di un circuito oscillante, di cui si faccia variare con continuità la frequenza.

Fissato il ponticello *M* al punto corrispondente all'onda minima della scala di taratura del ciniometro, ad es., a 15 m da *A* nel caso dell'onda minima 30 m, si accoppia in modo lasso al circuito risuonatore *A A' B' B* un ricevitore per onde corte di tipo normale, valendosi di una bobina a poche spire disposta fra i serrafili « Aereo-Terra » del ricevitore medesimo. Accese le valvole, si manovra il condensatore di sintonia del ricevitore fino ad individuare esattamente il punto in cui esso entra in risonanza col circuito ad onde stazionarie *A A' B' B*, ciò che è rivelato dal « click » caratteristico, che si ode al telefono all'atto in cui le oscillazioni subiscono un disinnescamento dovuto alla presenza del circuito assorbente *A A' B' B*. Lasciando ora inalterate le condizioni del ricevitore e tolto il ponticello, si avvicina al ricevitore l'ondametro *O* da controllare e o da tarare ex-novo, e se ne manovra la capacità variabile fino a percepire nella cuffia telefonica un nuovo « click » dovuto allo stabilirsi della risonanza fra l'ondametro ed il ricevitore: a tale graduazione del condensatore dell'ondametro corrisponde l'onda di 30 metri. Le stesse operazioni si ripetono per le altre onde, spostando il ponticello lungo i fili delle quantità volute. La misura è facilissima, ma occorre molta pratica per essere certi che il « click » corrisponda effettivamente alla risonanza del circuito.

La tabella che segue fu compilata in occasione del controllo mediante i fili di Lecher di un ondametro per onde corte costruito dall'Officina Radiotelegrafica della Spezia e tarato con un altro ondametro.

4 febbraio 1926.

Tabella di confronto di un ondametro valendosi dei fili di Lecher

Lunghezza geometrica del circuito in metri	Onda stazionaria risultante in metri	Lecture condensatore variabile ondometro	Onda corrispondente nella tabella ondometro	Differenze riscontrate	Osservazioni
15	30	29	31,5	+ 1,5	Bobina induttanza N. 1
21	42	61	43,5	+ 1,5	
25	50	91	52,5	+ 2,5	
30	60	136	63	+ 3	
30	60	15	63,5	+ 3,5	
36	72	24	75	+ 3	Bobina induttanza N. 2
40	80	31,5	82	+ 2	
45	90	40	90,5	+ 0,5	
50	100	51	100	—	
55	106	58	105,5	- 0,5	

⁽⁵⁾ G. PESSON: « Taratura di un ciniometro a mezzo dei fili di Lecher ». (L'Elettrotecnica, 1923, vol. X, pag. 93 e Pubbl. n. 20 dell'I. E. R. T. della R. Marina).

⁽⁶⁾ ZENNECK: « Les oscillations électromagnétiques et la T. S. F. », pag. 224. (Paris, Gauthier-Villars - Ed. 1908).

Nella fig. 16 è indicato lo schema dell'ondametro per onde da 28 a 110 metri realizzato presso la Stazione di San Paolo. Esso comprende un rocchetto di induttanza fisso, composto con filo di rame da 3 mm avvolto ad elica intorno ad apposita forma di ebanite (29 spire), in derivazione sul quale si trova un condensatore variabile ad aria di valore massimo 0,0002 μF e due condensatori fissi rispettivamente da 0,0001 e 0,0002 μF . Su di una parte dell'induttanza sono derivati un cristallo di galena ed un telefono ad alta resistenza. L'apparecchio, che fu egualmente tarato coi fili di Lecher, è risultato di uso molto pratico sia nella misura delle onde emesse dai trasmettitori ad onda corta della Stazione di San Paolo, sia per ogni altro uso (taratura di ricevitori ed ondometri, misura di onde in arrivo, ecc.), dimostrandosi di impiego facile e sicuro.

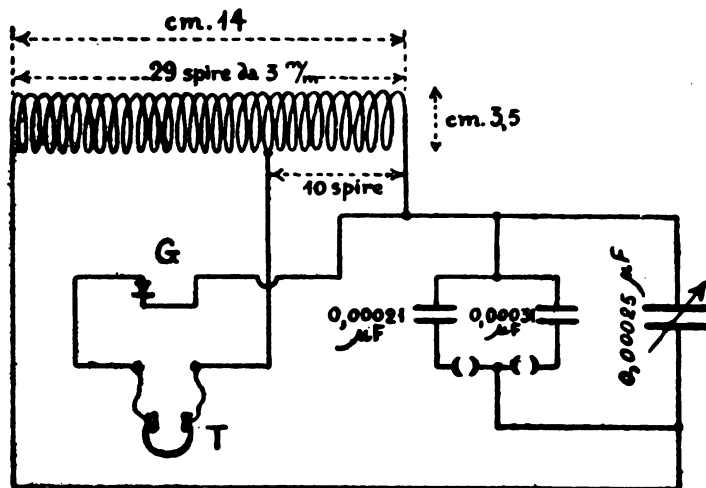


Fig. 16.

All'ondametro su descritto può essere applicata una lampadina, od un milliamperometro, quando non risulti molto agevole la percezione ad udito, come avviene nel caso di una emissione molto pura. Negli apparecchi trasmettenti di San Paolo bastava ridurre l'accensione delle valvole rettificatrici per ottenere un'onda sufficientemente modulata, così da produrre un suono facilmente percepibile al telefono dell'ondametro.

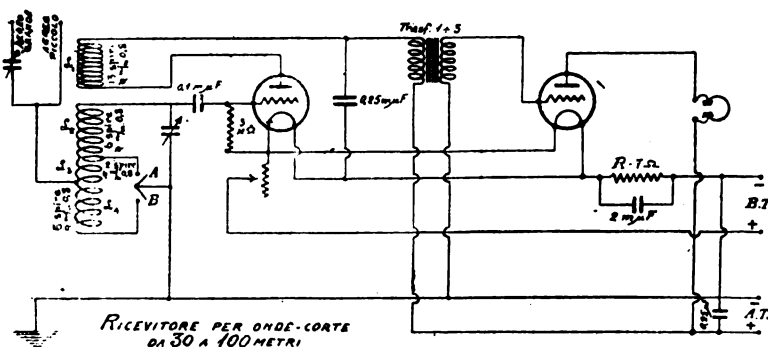


Fig. 17.

12. — Per la ricezione da San Paolo sono impiegati normalmente, nelle varie stazioni corrispondenti, ricevitori ad onda corta di uno schema simile a quello della fig. 17. Recentemente venne sperimentato con buon risultato anche un nuovo ricevi-

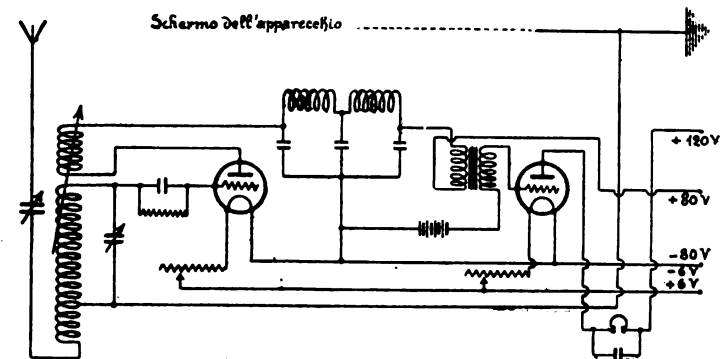


Fig. 18.

tore costruito dalle Officine Marconi di Genova per onde da 10 a 108 metri, il cui circuito schematico è indicato nella fig. 18. Tali ricevitori vengono abitualmente inseriti fra un aereo verticale di tipo tubolare lungo una dozzina di metri ed un con-

trappeso orizzontale composto da un tubo della stessa lunghezza. Il collegamento alla terra è risultato di minor rendimento specialmente per il maggior numero d'intrusi atmosferici a cui dà luogo.

Una delle Riceventi poste in Estremo Oriente usa da qualche mese, con ottimo risultato, per ricevere il traffico normale trasmesso da San Paolo un aereo dirigibile costituito da un telaio esterno di due metri di lato sul quale sono avvolte tre spire di filo conduttore poste a distanza di otto centimetri fra loro (trentadue metri di filo in totale). La ricezione risulta sufficientemente direttiva e meno influenzata da altre trasmissioni ad onda corta vicine o lontane, nonchè da scariche atmosferiche. I segnali di Roma hanno normalmente forza sette od otto, nonostante sia impiegato un solo stadio di amplificazione a bassa frequenza come con l'aereo elettrostatico verticale.

Eguali buoni risultati si ottennero disponendo un ricevitore nel punto di mezzo (ventre di corrente) di un semplice filo lungo tre mezz'onde, disteso orizzontalmente ad un metro dal suolo ed orientato verso la Stazione trasmittente. Fu inoltre constatato che, mentre la Stazione di San Paolo trasmette con onda corta a piena potenza, risulta possibile la ricezione simultanea da altra Stazione di onda poco dissimile, per mezzo di un ricevitore situato a soli 100 metri dall'aereo trasmittente, anche impiegando un semplice aereo verticale non direttivo.

Se si pensa che nei grandi impianti ad onda lunga funzionanti in « duplex » per ottenere lo stesso risultato occorre sistemare la ricevente a distanza dell'ordine di 10 km dalla trasmittente, si scorge un'altra preziosa qualità delle onde corte, che potrà convenientemente sfruttarsi nell'organizzazione di servizi radiotelegrafici a grande distanza fra punti fissi.

13. — L'esperienza acquistata nei diciotto mesi di corrispondenza radiotelegrafica ad onde corte fatta da San Paolo coi più lontani paesi, dapprima in modo sperimentale e successivamente nel pieno svolgimento del traffico commerciale, ha dimostrato quale prezioso ausilio costituisca, per i grandi e costosi impianti di alta potenza ad onda lunga, l'uso di generatori di frequenze superiori ai 3000 kilocicli, funzionanti con potenza primaria intorno ai 10 kW. La loro adozione in collegamenti transoceanici o transcontinentali sembra ormai completamente giustificata da varie considerazioni, fra le quali hanno capitale importanza: la semplicità, e di conseguenza, il minor costo degli impianti, le minori spese di esercizio e la possibilità di comunicare in condizioni elettroatmosferaiche, che paralizzano, normalmente, i servizi su onde lunghe, specialmente al tropico. E ciò indipendentemente da condizioni ancora più favorevoli, che potranno eventualmente stabilirsi coll'entrata in servizio di sistemi dirigibili, od « a fascio », sul tipo di quelli Marconi.

E', ad ogni modo fuori dubbio, che le onde di lunghezza inferiore ai 100 metri sono ormai da considerarsi come vere e proprie « onde di grande portata ».

Rimane ancora in molti l'incertezza sulla possibilità di usare le onde corte in tutte le ventiquattro ore del giorno. Per quanto, in materia tecnica, sia difficile la profezia, sembra che si siano raccolti tali elementi da giustificare la speranza di prossimi risultati favorevoli per comunicazioni stabili e sicure per tutta la durata del giorno solare. Tali risultati si otterranno aumentando la potenza del trasmettitore, ora inadeguata, ma più ancora studiando i ricevitori, poichè rimane tuttora insoluta per essi la questione più importante, che riguarda la possibilità di amplificare efficacemente le altissime frequenze. I diagrammi di ricezione che si hanno ora con le onde corte non sono dissimili da quelli che si avevano a ben più modeste distanze con le onde lunghe prima dell'avvento degli amplificatori a più stadi e degli attuali sensibilissimi ricevitori. E' questo un campo aperto alle ricerche degli studiosi e degli sperimentatori.

14. — Dal lato economico si sono tratti interessanti elementi.

Il traffico complessivo mensile trasmesso dalla stazione di San Paolo con apparecchi Poulsen da 250 kW prima dell'adozione dei trasmettitori ad onda corta anzi descritti, si aggirava in questi ultimi anni sulle 150.000 parole tassate mensili. Di tale traffico viene attualmente trasmesso il 50 % con onda corta, ciò che ha permesso di ridurre considerevolmente il consumo di energia elettrica occorrente nonchè il personale impiegato, ottenendo un costo per parola, con le onde corte, minore della metà di quello con onde lunghe.

Da tutto ciò emerge la necessità di disciplinare maggiormente l'uso delle onde corte, il che dovrà formare oggetto di particolare studio nella prossima Conferenza Internazionale.

Sembra infatti assolutamente necessario prescrivere, anche per i trasmettitori ad onda corta, l'impiego di tensioni anodiche perfettamente livellate, onde evitare le dannose interferenze, che oggi sono provocate da molte stazioni, costituite con mezzi economici ed equivalenti, per gli effetti sui ricevitori, a vere e proprie stazioni a scintilla, udibili su di una scala di frequenze assai vasta.

E' poi da discutersi se le onde al disotto dei 100 metri, in vista dell'estrema facilità di propagazione che presentano, anche impiegando potenze di ordine relativamente basso ed aerei di dimensioni assai ridotte, non debbano riservarsi, come quelle al disopra dei 5000 m, esclusivamente agli allacciamenti a grande distanza fra punti fissi, piuttosto che impiegarle in servizi fissi e mobili a piccola e media distanza, per i quali sembrano più adatte le onde comprese fra i 200 ed i 5000 metri. E ciò anche nella considerazione che non sembra logico, nè opportuno, che telegrammi diretti a stazioni poste in un raggio di qualche centinaio di chilometri siano invece intercettati a grandissime distanze.

Necessita, inoltre, disciplinare meglio le comunicazioni ad onda corta degli studiosi privati, ed in genere dei cosiddetti dilettanti, sia per non intralciare i servizi pubblici e commerciali che su tali onde si vanno gradualmente organizzando, s'ia per diminuire i pericoli e le sorprese della radiotelegrafia domestica, contro i quali ogni Stato deve sapersi premunire in tempo opportuno.

15. — La costruzione degli apparecchi fu eseguita dal Capo Torpediniere Elettrocista Fabrizio Antonelli, sotto la direzione del Tenente Radiotelegrafista Ugo Baccarani, che eseguì anche con perizia e competenza le numerose prove, che hanno portato ai risultati più sopra descritti.

SU ALCUNE QUISTIONI ATTINENTI AI PRINCIPII DELL'ELETTROMAGNETISMO

C. RIMINI



Da una comunicazione del prof. L. Donati
alla Sezione di Bologna - 28 marzo 1926

Poichè il meraviglioso e travolgente sviluppo delle applicazioni della Elettrocità tende a portare il Tecnico sempre più lontano da quelle che sono le basi scientifiche della elettrologia, velandone quasi la grandiosa bellezza, appare opportuno il richiamarne taluni tratti essenziali, sulla retta interpretazione dei quali sono diffuse delle idee piuttosto incerte, che è bene chiarire.

Ad esempio ciò accade pei concetti di energia dei campi elettrici e magnetici. Come è noto, un complesso di ragioni fisiche e soprattutto di analogie meccaniche, conducono ad attribuire alla energia elettrostatica (di polarizzazione elettrica) e magnetostatica (di polarizzazione magnetica dovuta a magneti permanenti) il carattere di energia *potenziale*, ed alla energia elettromagnetica (di polarizzazione magnetica dovuta a correnti), il carattere di energia *cinetica*.

Le accennate analogie meccaniche riposano in ciò che, quando in un sistema meccanico si può parlare di energia *potenziale* (sistema conservativo), questa corrisponde ad una entità fisica dotata della proprietà fondamentale che ad ogni lavoro prodotto dalle forze del sistema si accompagna una equivalente *diminuzione* di essa energia; si ha cioè:

$$\delta L = - dP$$

dove δL , lavoro elementare prodotto dalle forze del sistema, o consumato contro le forze stesse, secondochè $\delta L \geq 0$, rappresenta una grandezza infinitesima, che non ha in generale il carattere di differenziale, mentre dP , differenziale della grandezza P , che si denomina energia potenziale del sistema, misura la variazione infinitesima di tale energia, che è alla sua volta una ben determinata funzione dei parametri che definiscono la posizione del sistema stesso.

Se, per il medesimo sistema, si indica con U la *forza viva* (funzione dei parametri che caratterizzano la posizione del sistema ed il suo stato di moto), anche a questa grandezza com-

pete il carattere energetico; essa si denomina la *energia cinetica* ed ha luogo la relazione fondamentale:

$$\delta L = dU$$

la quale esprime che al lavoro compiuto dalle forze del sistema corrisponde un identico *aumento* della energia cinetica.

Così, pel sistema considerato, il confronto delle due formule scritte conduce alla relazione:

$$dP + dU = 0$$

cioè:

$$P + U = \text{cost.}$$

che esprime il cosiddetto principio della conservazione dell'energia, intendendo genericamente con questo nome la energia totale $P + U$, somma della energia potenziale e della energia cinetica.

Lasciandosi guidare da queste considerazioni e da quelle che conducono ad attribuire il carattere potenziale alle energie elettrostatica e magnetostatica, ed il carattere cinetico alla energia elettromagnetica, si sarebbe in generale condotti a concludere che, ogni qual volta abbiamo, in un campo di natura elettrostatica (o magnetica), la produzione di un lavoro, questa si accompagna con una equivalente *diminuzione* dell'energia del campo, e viceversa in un campo elettromagnetico ogni produzione di lavoro si accompagna con un equivalente *accrescimento* dell'energia.

Orbene, ciò non è sempre esatto. Per rendercene conto, ci basterà riferirci ad un esempio semplicissimo:

L'energia elettrostatica, o come suol dirsi, potenziale, di un condensatore di capacità C , caricato con una differenza di potenziale V , che adduce una carica Q a ciascuna delle sue armature, è notoriamente data da:

$$W = \frac{1}{2} V Q = \frac{1}{2} C V^2 = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}.$$

Se noi lasciamo che le armature, obbedendo alle azioni ponderomotrici cui sono soggette, si avvicinino, ciò darà luogo alla produzione di un lavoro, cui dovrebbe, in ogni caso, corrispondere una diminuzione dell'energia del sistema. Ciò effettivamente si verifica se durante il movimento è mantenuta costante la carica delle armature, perchè — come si vede dalla terza espressione di W — l'energia diminuisce a misura che, avvicinandosi le armature, aumenta C . Ma se invece l'operazione viene effettuata mantenendo costante la d. d. p. alle armature, la seconda espressione di W ci avverte che l'energia aumenta, e precisamente in misura direttamente proporzionale all'accrescimento di C . Ciò appare contrastare col principio generale che regola l'equivalenza del lavoro prodotto con la diminuzione dell'energia potenziale, ma la ragione intima del contrasto si scopre subito nella esistenza, in questo ultimo caso, di una somministrazione di energia dall'esterno, dovuta al fatto che l'operazione compiuta ha reso necessario il prelievo di una conveniente carica elettrica da una sorgente (esterna), con corrispondente prelevamento di energia. Ed un semplice calcolo dimostra che una metà di tale contributo energetico esterno corrisponde al lavoro prodotto, mentre l'altra metà serve a produrre l'aumento dell'energia del campo.

Questo semplicissimo esempio vale appunto a mostrare che, per stabilire se un lavoro eseguito corrisponda ad un aumento o ad una diminuzione dell'energia, non si deve fare appello soltanto alla natura dell'energia del campo, ritenendo che si verifichi il primo od il secondo caso secondochè essa è di natura cinetica (elettromagnetica) o potenziale (elettrostatica o magnetostatica), perchè ciò potrebbe condurre a conclusioni erronee. Il solo criterio che in ogni caso conduce con precisione allo scopo è quello che si basa sulla esistenza o meno di contributi energetici esterni e sulla loro valutazione.

Tali contributi possono essere tanto positivi (somministrazioni di energia dall'esterno) quanto negativi (estrinsecazioni di energia). Ed a questo proposito è a richiamarsi che in un sistema elettromagnetico qualunque, rappresentato da un insieme di correnti mutuamente agenti le une sulle altre, attivate da un certo sistema di forze elettromotrici, si deve intendere che vi è somministrazione esterna d'energia in qualunque punto in cui esiste una f. e. m. cospirante con la corrente, mentre si ha estrinsecazione di energia verso l'esterno dovunque esistono f. e. m. opposte alle relative correnti. A queste ultime appartengono sempre le tensioni corrispondenti alle cadute di potenziale dovute alla resistenza ohmica dei circuiti, rappresentabili

con termini del tipo — RI . Queste, essendo sempre opposte alle rispettive correnti, danno costantemente luogo ad estrinsecazione di energia, che si manifesta in forma di calore ed è misurata, per l'unità di tempo, da RI^2 (effetto Joule). Ed anzi, sotto questo riguardo, qualunque sistema elettromagnetico, comunque complesso, si può in certo qual modo assimilare ad un mercato, nel quale in svariati modi si effettuano scambi fra le merci importate (corrispondenti alle f. e. m. cospiranti con le correnti), quelle esistenti nel mercato o che nel mercato rimangono (energie dei campi elettrici e magnetici) e quelle che dal mercato poi finiscono con l'uscire (corrispondenti alle f. e. m. contrarie alle correnti), con perfetto bilancio fra l'entrata, la rimanenza e l'uscita, salvo le frazioni che i mercanti trattenono per sé quale loro beneficio, una specie di tassa che colpisce ogni scambio indipendentemente dal senso in cui esso si compie (calore Joule).

Ma, ripetiamo, se, considerando il lavoro come un atto di trasformazione energetica, pretendessimo di trovare che ad ogni produzione di lavoro in seno al sistema corrisponda un aumento oppure una diminuzione dell'energia, secondochè questa ha carattere elettromagnetico od elettrostatico (eventualmente magnetostatico), incontreremmo sovente delle vere e proprie contraddizioni. Per meglio chiarire la cosa, ci riferiremo a tre casi tipici e fondamentali, che pur presentando perfetta analogia fra loro per quanto ha riguardo alle manifestazioni meccaniche che si accompagnano alle azioni elettromagnetiche, diversificano profondamente dal punto di vista del mondo come si effettuano gli scambi energetici, e metteremo in evidenza che per ciascuno di essi le eventuali apparenti contraddizioni possono venire sempre sanate mediante la retta e sempre precisa considerazione del bilancio energetico compilato tenendo conto dei contributi esterni, positivi o negativi.

Abbiasi in primo luogo un sistema formato da due magneti permanenti e lasciamo che questi, obbedendo alle azioni ponderomotrici che li sollecitano, si muovano, per esempio avvicinandosi. In questo caso, al lavoro (positivo) prodotto dalle forze del campo, fa riscontro una eguale variazione negativa (diminuzione) della energia (magnetostatica) del campo, come esige il bilancio energetico, poichè, non essendovi contributi dall'esterno, la produzione di lavoro non può aver luogo se non a spese della energia del sistema. Questa dunque si comporta come una vera e propria energia potenziale.

In secondo luogo consideriamo il sistema formato da due circuiti elettrici attivati dalle f. e. m. E_1 , E_2 , dei quali indichiamo con R_1 , R_2 le resistenze, I_1 e I_2 le correnti, Φ_1 e Φ_2 i flussi magnetici concatenati. In essi il regime elettrico è retto dalle equazioni:

$$E_1 = R_1 I_1 + \frac{d\Phi_1}{dt} \quad E_2 = R_2 I_2 + \frac{d\Phi_2}{dt},$$

e l'energia del sistema è:

$$W = \frac{1}{2} (I_1 \Phi_1 + I_2 \Phi_2).$$

Se lasciamo che i circuiti, obbedendo alle azioni cui sono soggetti, si muovano l'uno rispetto all'altro, mentre, per mantenere l'analogia col caso precedente, dovremo intendere che le correnti I_1 e I_2 siano mantenute costanti, avremo, da un lato, la *produzione* di un lavoro elementare la cui grandezza si dimostra essere:

$$\delta L = \frac{1}{2} (I_1 d\Phi_1 + I_2 d\Phi_2);$$

e dall'altro un *aumento* dell'energia del sistema misurato pure da:

$$dW = \frac{1}{2} (I_1 d\Phi_1 + I_2 d\Phi_2),$$

come si verifica differenziando la precedente espressione di W nell'ipotesi $I_1 = \text{cost.}$, $I_2 = \text{cost.}$

Il fenomeno non differisce da quello del caso precedente, ma le relazioni energetiche sono profondamente diverse. La esatta interpretazione si consegue se, oltre al considerare queste quantità, si tien dietro a quel che succede, dal punto di vista energetico, nei due circuiti: Sommando infatti le espressioni $E_1 I_1 dt$, $E_2 I_2 dt$ che si traggono dalle precedenti equazioni dopo averle moltiplicate per $I_1 dt$, $I_2 dt$ rispettivamente, si ha:

$$E_1 I_1 dt + E_2 I_2 dt - R_1 I_1^2 dt - R_2 I_2^2 dt = I_1 d\Phi_1 + I_2 d\Phi_2.$$

Il primo membro misura il contributo energetico fornito ⁽¹⁾ dall'esterno (primi due termini) nel tempo dt , durante il quale si è avuta la circolazione delle correnti I_1 e I_2 cospiranti con le rispettive f. e. m. E_1 e E_2 , depurato delle porzioni (terzo e quarto termine) che nello stesso intervallo di tempo sono state trasformate in calore, cioè, in definitiva, quella parte del contributo esterno che effettivamente partecipa agli scambi energetici; ed il secondo membro corrisponde alla somma $\delta L + dW$; onde si vede chiaramente che il bilancio totale è perfetto in quantochè l'energia fornita al sistema, depurata della parte dissipata, ha servito per metà alla produzione di lavoro, mentre l'altra metà trova il suo equivalente nell'aumento dell'energia del sistema.

Supponiamo in fine che si trovino in presenza un circuito e un magnete. In questo caso, alla solita produzione di lavoro corrispondente all'avvicinamento, non può fare riscontro alcuna variazione d'energia del campo, nè nell'uno, nè nell'altro, perchè, come si dimostra nella Teoria generale dell'Elettromagnetismo, l'energia mutua di due campi, magnetostatico ed elettromagnetico, è costantemente nulla. Riesce dunque senz'altro impossibile descrivere energeticamente il fenomeno appoggiandosi all'uno o all'altro carattere (potenziale o cinetico) dell'energia. Energia del campo non ve n'è, nè cinetica nè potenziale, quindi il lavoro prodotto deve trovare altrove il suo corrispettivo. Ed in effetto si riscontra agevolmente che, supposta, al solito, mantenuta costante la corrente, il lavoro prodotto corrisponde al contributo energetico che al sistema viene fornito per parte della f. e. m. attiva nel circuito elettrico.

Il triplice esempio esaminato è sufficiente a mettere in luce in quali svariate guise può presentarsi la relazione fra il lavoro e la variazione dell'energia di un sistema elettrico: mentre infatti nel primo caso la produzione del lavoro avviene a spese dell'energia del campo, nel secondo essa si accompagna con un corrispondente aumento di questa; e nel terzo infine essa non influenza affatto la energia. Ciò che vi è di comune a tutti i casi è soltanto l'equivalenza perfetta fra i contributi energetici provenienti dall'esterno, e le estrinsecazioni ed assorbimenti energetici, ivi compresi quelli che si riferiscono alle variazioni dell'energia propria del sistema, senza avere riguardo alcuno se questa abbia da intendersi di natura cinetica o potenziale. Ed effettivamente troppo arduo ed anzi impossibile sarebbe lo stabilire a priori tale natura, al fine di predeterminare, in base a tale differenziazione, in qual senso debbano avvenire gli scambi energetici attraverso quegli atti di trasformazione energetica che genericamente indichiamo con *lavoro*, perchè di differenze *essenziali* non si può parlare.

A meglio chiarire questo ordine di idee, giova rammentare che, in base alle classiche esperienze di H. Kamerlingh Onnes, corrisponde ad una realtà fisica la considerazione di circuiti elettrici privi di resistenza, i quali, come è noto, si prestano per svolgere una vera e propria teoria elettrica del magnetismo, secondo le vedute di Ampère, in quanto essi, per il modo con cui il loro campo dipende dalla permeabilità del mezzo ⁽²⁾, permettono precisamente di superare quelle difficoltà che avevano indotto i Fisici ad abbandonare la teoria ampèriana del magnetismo.

Per ognuno di tali circuiti invero, la equazione fondamentale:

$$RI + \frac{d\Phi}{dt} = E,$$

fatto $R = 0$, e considerando le cose dopo trascorso il periodo iniziale, durante il quale si è fatta agire la f. e. m. eccitatrice E , che poi viene soppressa ($E=0$), si riduce a $\frac{d\Phi}{dt} = 0$, donde:

$$\Phi = \text{cost.}$$

la quale relazione mostra la equivalenza di un tale circuito con un magnete permanente. Quanto al flusso Φ , esso alla sua volta deve intendersi composto della parte LI spettante al campo proprio della corrente e di quella, Ψ dovuta ad altri campi:

$$\Phi = LI + \Psi$$

con che la corrente I viene a risentire delle eventuali variazioni dei campi cui è dovuto Ψ adattandosi ad esse in guisa da man-

tenere costante il flusso Φ ⁽³⁾. Ma l'identità col campo magnetostatico è anche più completa e profonda in quanto riflette anche il comportamento energetico di siffatti circuiti o sistemi di circuiti. Essi infatti sono tali che in essi non ha luogo mai dissipazione nè accumulamento di energia, non solo, ma nei campi ad essi dovuti non sono possibili scambi di energia con l'esterno ⁽⁴⁾ e perciò, analogamente a quel che succede nei campi magnetostatici, ogni produzione di lavoro deve accompagnarsi con una corrispondente diminuzione dell'energia. E' il contrario di quel che avviene nei circuiti ordinari, ove, quando le intensità sono mantenute costanti, ad ogni produzione di lavoro si accompagna un aumento dell'energia, il che può avvenire perchè, come s'è visto, entrano allora in giuoco i contributi energetici provenienti dall'esterno, coi quali il bilancio si salda.

E resta così ancora una volta chiarito che, anzichè alla natura delle energie in giuoco, è soltanto all'effettivo bilancio energetico che occorre riferirsi quando ci si vuol rendere esatto e completo conto degli scambi che accompagnano qualunque atto di trasformazione d'energia.

Bologna, aprile 1926.

⁽³⁾ Questo ordine di considerazioni acquista particolare importanza nello studio dei fenomeni transienti di molte macchine elettriche, secondo i concetti del Doherty (Jour. A. I. E. E., 1923). Vedi, a tale proposito, l'art. di Dalla Verde in *Elettrotecnica*, n. 10-11 del 1925.

⁽⁴⁾ Invero, avendo riguardo al secondo degli esempi considerati sopra, tali scambi possono aver luogo solo in quanto il contributo esterno abbia carattere magnetomotore ($I\delta\Phi$), la quale cosa è qui esclusa, a causa della costanza di Φ .

□ PERFEZIONAMENTI NEI METODI ED APPARECCHI DI MISURA INDUSTRIALE DELLA POTENZA ED ENERGIA APPARENTE E DEL FATTORE DI POTENZA

R. ARNO'



Comunicazione tenuta alla Sezione di Milano
il 7 maggio 1926

Sono noti i miei studi ed apparecchi di misura industriale della potenza apparente (voltampère) e della energia apparente (voltampère-ore) che si applicano tanto in impianti a corrente alternata semplice quanto in impianti trifasi: essendo gli impianti suddivisi nelle due distinte categorie di *impianti luce* (fattore di potenza variabile fra 1 e 0,8) ed *impianti forza* (fattore di potenza variabile fra 0,9 e 0,5).

Coi nuovi procedimenti e disposizioni la soluzione del problema risulta più generale; ed i nuovi metodi ed apparecchi di misura della potenza e della energia apparente che ne derivano si applicano in qualsiasi genere di impianti promiscui di luce e forza (fattore di potenza variabile fra 1 e circa 0).

Tali procedimenti e disposizioni consistono nella applicazione di due distinte categorie di apparecchi di misura elettrodinamici o a induzione, che contraddistingueremo con le denominazioni di *apparecchi principali* ed *apparecchi complementari*; le cui rispettive indicazioni si debbono sommare per la misura della potenza ed energia apparente.

Ora per quanto riguarda la prima categoria di apparecchi (*apparecchi principali*), questi debbono essere così costrutti che le loro bobine voltometriche presentino uno specifico e determinato ritardo di fase del flusso voltometrico rispetto alla differenza di potenziale fra le estremità della spirale voltometrica.

Precisamente, come dimostra la tabella, tale ritardo di fase deve essere ψ prossimo od uguale a 30° per gli apparecchi elettrodinamici, e ψ' prossimo od uguale a 120° per gli apparecchi a induzione.

Per quanto riguarda invece la seconda categoria di apparecchi (*apparecchi complementari*), questi — che pure possono essere elettrodinamici o a induzione — devono essere così costrutti che le loro bobine voltometriche presentino uno specifico e determinato anticipo di fase voltometrico $\psi_1 = 90^\circ - \psi$, o ritardo di fase voltometrico $\psi'_1 = \psi' - 90^\circ$, a seconda che si

⁽¹⁾ Si suppone, per fissare le idee, che E_1 , E_2 abbiano gli stessi segni di I_1 , I_2 rispettivamente.

⁽²⁾ Vedi in proposito una Memoria di L. PUCCIANI in *Nuovo Cimento*, Serie VI, Vol. IX, maggio-giugno 1915, e una Nota del Prof. L. DONATI nei Rendiconti della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna (anno accademico 1917-18).

tratta di apparecchi elettrodinamici o a induzione (vedi tabella) così che risulta:

$$\psi_1 \text{ (anticipo di fase)} \approx 60^\circ,$$

$$\psi'_1 \text{ (ritardo di fase)} \approx 30^\circ.$$

Infine, nel caso di apparecchi integratori (contatori) gli apparecchi complementari dovranno essere muniti di tali adatte disposizioni che si vengano a sommare e non a differenziare le indicazioni degli apparecchi stessi per quei valori del fattore di potenza in corrispondenza dei quali le indicazioni stesse altrimenti risulterebbero negative.

Ma il metodo si può anche perfezionare impiegando nella misura complementare, uno speciale apparecchio integratore (contatore) munito di due movimenti di orologeria di cui uno registra i movimenti positivi e l'altro i negativi. Ed è chiaro che così operando si ottiene il precipuo vantaggio di ricavare non soltanto la misura dei voltampère, risultante dalla somma delle letture fatte con l'apparecchio principale e col complementare, ma — dalle indicazioni dei due movimenti di orologeria corrispondenti al contatore complementare — anche il valore medio o per lo meno l'ordine di grandezza del valore medio del fattore di potenza dell'impianto in un determinato periodo di tempo.

Secondo quanto è stato detto e come risulta osservando la tabella, il metodo per la misura della potenza ed energia apparente risulta industrialmente esatto per valori del fattore di potenza $\cos \varphi$ compresi fra 1 e 0,5: ciò che è più che sufficiente negli ordinari casi della pratica industriale.

Ma il metodo si può generalizzare estendendo la misura dei voltampère-ore, in modo tale che la misura stessa risulti praticamente esatta per qualsiasi valore del fattore di potenza dell'impianto ($\cos \varphi$ variabile fra 1 e circa 0).

Tale procedimento generale di misura consiste nell'impiegare oltre che l'apparecchio principale e quello complementare (che nel seguito chiameremo apparecchio complementare I) un secondo apparecchio complementare (apparecchio complementare II) per il quale lo spostamento di fase specifico della bobina voltmetrica sia un anticipo di fase ψ_2 prossimo od uguale a 30° per gli apparecchi elettrodinamici; ed un ritardo di fase ψ'_2 prossimo od uguale a 60° per gli apparecchi a induzione.

E' evidente che questo secondo apparecchio complementare segna zero per $\cos \varphi = 0,5$.

Esso poi è munito di speciale arresto in guisa che esso non segni che nel senso corrispondente ai valori di $\cos \varphi$ inferiori a 0,5.

Ma intanto si osservi che la registrazione N_1 corrispondente al movimento di orologeria 1 del contatore complementare I viene fatta per valori dello spostamento di fase φ dell'impianto compresi fra 0 e 30° ; quella N_2 corrispondente al movimento di orologeria 2 dello stesso contatore complementare I per valori di φ compresi fra 30° e 60° ; ed infine quella corrispondente al contatore complementare II per valori di φ compresi fra 60° e 90° .

Dall'ordine di grandezza rispettivamente delle registrazioni N_1 , N_2 , N_3 si potrà quindi giudicare subito il valore o per lo meno l'ordine di grandezza del valore medio del fattore di potenza dell'impianto, per un determinato periodo di tempo: e ciò per qualsiasi valore abbia assunto il valore di $\cos \varphi$, od in altri termini qualunque siano state le vicissitudini di variazione del fattore di potenza per quel dato tempo.

In base dunque alle dette registrazioni N_1 , N_2 ed N_3 la Società distributrice dell'energia elettrica potrà assegnare all'Utente equi e giusti premi, eque e giuste penalità: e precisamente un congruo premio in corrispondenza della registrazione N_1 , ed una ben dovuta penalità per la registrazione N_3 . Per modo che ben a ragione l'apparecchio (contatore) complementare I potrebbe denominarsi: *contatore di premio*, per quanto naturalmente si riferisce alla registrazione N_1 ; e l'apparecchio (contatore II (registrazione N_3)): *contatore di penalità*.

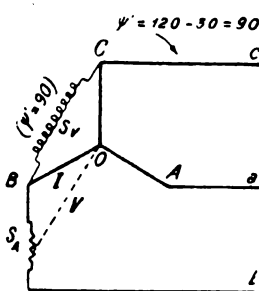


Fig. 1.

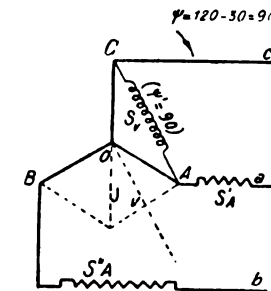


Fig. 1 bis

E' chiaro che gli apparecchi secondo il nuovo sistema di misura possono anche venire applicati in impianti trifasi. E precisamente:

Nel caso di impianti trifasi equilibrati o poco disequilibrati usufruendo opportunamente delle speciali tensioni, che sono a disposizione nel sistema trifase: e ricorrendo in conseguenza

φ	$\cos \varphi$	Da misurare VI	Ritardo di fase $\psi = 30^\circ$; $\psi' = 120^\circ$	Anticipo = Ritardo $\psi = 60^\circ$; $\psi' = 30^\circ$	Anticipo = Ritardo $\psi_2 = 30^\circ$; $\psi'_2 = 60^\circ$	Misura totale	Errore percentuale
			Contatore principale $KVI \cos (\varphi - \psi)$	Contatore complementare I $K'VI \cos (\varphi + \psi)$	Contatore complementare II $K''VI \cos (\varphi + \psi_2)$		
0	1	VI = 100	$KVI \cos 30 = 85,3$	$K'VI \cos 60 = 13,4$ ⁽¹⁾	—	98,7	1,3 —
5	0,996	VI = 100	$KVI \cos 25 = 89,2$	$K'VI \cos 65 = 11,3$	—	100,5	0,5 +
10	0,985	VI = 100	$KVI \cos 20 = 92,6$	$K'VI \cos 70 = 9,2$	—	101,8	1,8 +
15	0,966	VI = 100	$KVI \cos 15 = 95,1$	$K'VI \cos 75 = 6,9$	—	102,0	2 +
20	0,940	VI = 100	$KVI \cos 10 = 97,0$	$K'VI \cos 80 = 4,7$	—	101,7	1,7 +
25	0,906	VI = 100	$KVI \cos 5 = 98,1$	$K'VI \cos 85 = 2,3$	—	100,4	0,4 +
30	0,866	VI = 100 ⁽¹⁾	$KVI \cos 0 = 98,5$ ⁽²⁾	$K'VI \cos 90 = 0$ ⁽²⁾	—	98,5	1,5 —
35	0,819	VI = 100	$KVI \cos 5 = 98,1$	$K'VI \cos 85 = 2,3$	—	100,4	0,4 +
40	0,766	VI = 100	$KVI \cos 10 = 97,0$	$K'VI \cos 80 = 4,7$	—	101,7	1,7 +
45	0,707	VI = 100	$KVI \cos 15 = 95,1$	$K'VI \cos 75 = 6,9$	—	102,0	2 +
50	0,643	VI = 100	$KVI \cos 20 = 92,6$	$K'VI \cos 70 = 9,2$	—	101,8	1,8 +
55	0,574	VI = 100	$KVI \cos 25 = 89,2$	$K'VI \cos 65 = 11,3$	—	100,5	0,5 +
60	0,500	VI = 100	$KVI \cos 30 = 85,3$	$K'VI \cos 60 = 13,4$	$K''VI \cos 90 = 0$ ⁽²⁾	98,7	1,3 —
65	0,423	VI = 100	$KVI \cos 35 = 80,8$	$K'VI \cos 55 = 15,4$	$K''VI \cos 85 = 4,1$	100,3	0,3 +
70	0,342	VI = 100	$KVI \cos 40 = 75,5$	$K'VI \cos 50 = 17,2$	$K''VI \cos 80 = 8,1$	100,8	0,8 +
75	0,259	VI = 100	$KVI \cos 45 = 69,6$	$K'VI \cos 45 = 18,9$	$K''VI \cos 75 = 12,1$	100,6	0,6 +
79	0,2	VI = 100	$KVI \cos 49 = 64,6$	$K'VI \cos 41 = 20,2$	$K''VI \cos 71 = 15,2$ ⁽⁴⁾	100	0

⁽¹⁾ Contatore principale esatto per $\cos \varphi = 0,866$ ($\varphi = 30^\circ$): VI = 100.

⁽²⁾ $KVI \cos 0 = KVI = 100$; $K = 1$
per errore (1,5): $KVI = 98,5$; $K = 0,985$.

⁽³⁾ Contatore complementare I segna zero per $\varphi = 30^\circ$ ($\cos \varphi = 0,866$).

⁽⁴⁾ Contatore complementare I esatto per $\cos \varphi = 1$ ($\varphi = 0^\circ$)
 $K'VI \cos 60 = K'VI \times 0,5 = 13,4$; $K' = 0,268$.

⁽¹⁾ Contatore complementare II segna zero per $\varphi = 60^\circ$ ($\cos \varphi = 0,5$).

⁽²⁾ Contatore complementare II esatto per $\cos \varphi = 0,2$ ($\varphi = 79^\circ$)

$K''VI \cos 71 = K''VI \times 0,326 = 15,2$; $K'' = 0,466$.

La tabella dimostra come allora — per valori di $\cos \varphi$ compresi fra 0,5 e 0,2 — si ricavi in modo praticamente esatto il valore della potenza apparente od energia apparente con la somma delle tre rispettive indicazioni del contatore principale, del contatore complementare I (somma delle due registrazioni corrispondenti ai due movimenti di orologeria) e del contatore complementare II.

a speciali inserzioni degli apparecchi nel sistema trifase medesimo.

Nelle figure 1, 2 e 3 sono appunto rappresentate schematicamente le inserzioni in un sistema trifase equilibrato rispettivamente dei tre apparecchi (contatori) a induzione: *principale* (spostamento di fase voltmetrica $\psi' = 120^\circ - 30^\circ = 90^\circ$); *complementare I* (spostamento di fase voltmetrico $\psi'_1 = 30^\circ +$

+ $30^\circ = 60^\circ$; complementare II (spostamento di fase voltometrico $\psi'_2 = 60^\circ + 30^\circ = 90^\circ$).

E nelle figure 1 bis, 2 bis, e 3 bis sono ancora rappresentate le inserzioni in un sistema trifase poco disequilibrato (con la utilizzazione di due bobine amperometriche inserite in due fasi del sistema) rispettivamente dei tre apparecchi (contatori) a induzione: principale ($\psi'_1 = 120^\circ - 30^\circ = 90^\circ$); complementare I ($\psi'_1 = 30^\circ + 60^\circ = 90^\circ$); complementare II ($\psi'_2 = 60^\circ + 30^\circ = 90^\circ$).

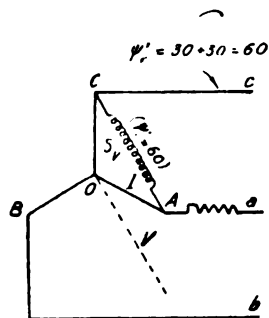


Fig. 2.

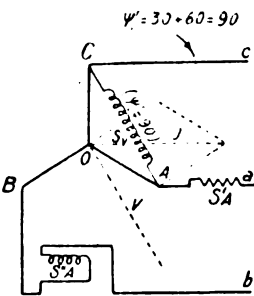


Fig. 2 bis

Ora qui è opportuno osservare:

1) Che l'apparecchio principale, il quale col sussidio degli apparecchi complementari fornisce la misura della potenza od energia apparente, effettivamente non è che un ordinario apparecchio wattmetrico elettrodinamico o a induzione, con un maggiore ritardo di fase voltometrica di 30° ; ciò che equivale a considerare un ordinario apparecchio wattmetrico inserito nel sistema trifase in modo da utilizzare nel sistema trifase medesimo una differenza di potenziale in ritardo di fase di 30° ;

2) che l'apparecchio complementare II effettivamente non è che un ordinario apparecchio wattmetrico, con un minore ritardo di fase voltometrico di 30° ; ciò che equivale a considerare un ordinario apparecchio wattmetrico inserito nel sistema trifase in guisa da utilizzare nel sistema trifase medesimo una differenza di potenziale in anticipo di fase di 30° .

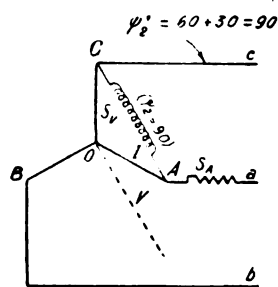


Fig. 3.

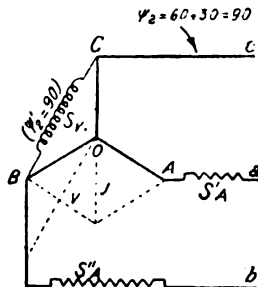


Fig. 3 bis

E' chiaro dunque che — nel caso di cui si voglia la misura dei voltampère unitamente alla misura dei watt, e che questa si effettui con l'ordinario metodo di Aron dei due wattmetri o due contatori — l'apparecchio principale e l'apparecchio complementare II per la misura della potenza od energia apparente vengono ad essere rispettivamente rappresentati dagli stessi due apparecchi destinati alla misura della potenza od energia reale: ciò che rende assai più semplice, pratica ed economica la totale misura dei watt, dei voltampère, e — con l'impiego dei due apparecchi complementari I e II — anche la misura del fattore di potenza.

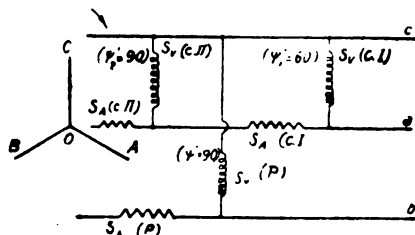


Fig. 4.

Nelle figure 4 e 4 bis sono rappresentati schematicamente gli apparecchi di cui si è detto per la misura della potenza od energia reale e della potenza od energia apparente. La fi-

gura 4 corrisponde agli schemi della fig. 1 (apparecchio principale), della fig. 3 (apparecchio complementare II) e della fig. 2 (apparecchio complementare I con una sola bobina amperometrica). La figura 4 bis corrisponde agli schemi della fig. 1 (apparecchio principale), della figura 3 (apparecchio complementare II) e della fig. 2 bis (apparecchio complementare I con due bobine amperometriche).

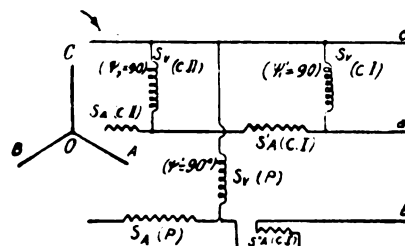


Fig. 4 bis

La misura totale di cui si è detto, dei watt, dei voltampère e del valore medio di $\cos \varphi$, può venire completata così da rendere il nuovo metodo di misura veramente efficace, semplice e pratico, avendo l'avvertenza di munire l'apparecchio principale di due quadranti rispettivamente corrispondenti alla taratura dell'apparecchio stesso a seconda che esso venga ad essere utilizzato come wattmetrico o come voltamperometrico. Ed inoltre disponendo le cose in modo, per quanto riguarda l'apparecchio complementare II, che esso agisca sopra due movimenti di orologeria, di cui l'uno funzioni tanto in senso positivo quanto in senso negativo, nel caso dell'apparecchio funzionante come wattmetrico: e l'altro funzioni invece soltanto in senso negativo, nel caso dell'apparecchio funzionante come voltamperometrico. In tal caso però, come sopra è stato specificato e come è indicato dalla tabella, le indicazioni dell'apparecchio, che altrimenti verrebbero considerate come negative, vanno considerate come positive, sommandosi in conseguenza con le rispettive indicazioni degli apparecchi principale e complementare I.

Abbiamo già indicate con N_1 , N_2 , N_3 rispettivamente le due registrazioni dell'apparecchio complementare I e la registrazione voltamperometrica dell'apparecchio complementare II. Ora indichiamo con N_0 la registrazione voltamperometrica dell'apparecchio principale e con N'_w e N''_w rispettivamente le registrazioni wattmetriche dell'apparecchio principale e del complementare II.

Possiamo allora dire che con l'impiego dei tre apparecchi in questione, si hanno ad effettuare sei registrazioni:

N'_w ed N_0 con l'apparecchio principale: N_1 ed N_2 col complementare I; N'_w ed N_3 col complementare II. Dalla somma $N'_w + N''_w$ si hanno i watt; dalla somma $N_0 + N_1 + N_2 + N_3$ si ricavano i voltampère. E finalmente dal giudicare dell'ordine di grandezza delle registrazioni N_1 , N_2 ed N_3 , si può tosto giudicare del modo di variazione, direi la storia delle vicissitudini di variazioni del fattore di potenza in un determinato periodo di tempo. Basta perciò porre mente a che le dette registrazioni N_1 , N_2 ed N_3 , corrispondono a limiti di $\cos \varphi$ compresi rispettivamente fra 0° e 30° ; 30° e 60° ; 60° e 90° .

E, come è già stato osservato, la registrazione N_1 può indicare alla Società distributrice la giusta assegnazione di un premio all'Utente; mentre la registrazione N_3 può autorizzare la Società ad aggravare di una ben dovuta penalità l'Utente medesimo.

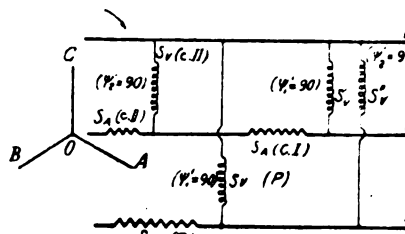


Fig. 5.

A titolo di esempio nella figura 5 sono ancora rappresentati i tre apparecchi principale e complementare I e II misuratori promiscuamente di watt e voltampère, ove per l'apparecchio complementare I vengano impiegate due bobine voltometriche S'_v e S''_v rispettivamente inserite, come è indicato in figura, in guisa da utilizzare due differenze di potenziale concatenate tali che la loro somma vettoriale abbia a risultare in anticipo di fase di 60° rispetto alla intensità della corrente percor-

rente la bobina amperometrica S_A . E' chiaro che allora gli spostamenti di fase voltometrici ψ'_1 e ψ'_2 tanto della spirale S'_v quanto della S''_v devono risultare uguali a 90° , perchè appunto allora si ricava:

$$\psi'_1 = \psi'_2 = 30^\circ + 60^\circ = 90^\circ.$$

Infine nella figura 6 sono rappresentati gli apparecchi stessi principale e complementari I e II, ove per l'apparecchio complementare I, la bobina voltometrica S_v venga così inserita da utilizzare la differenza di potenziale fra un filo di fase ed il punto neutro O, tale che — come nel caso della figura 5 — essa abbia a risultare in anticipo di fase di 60° rispetto alla intensità della corrente percorrente la bobina amperometrica.

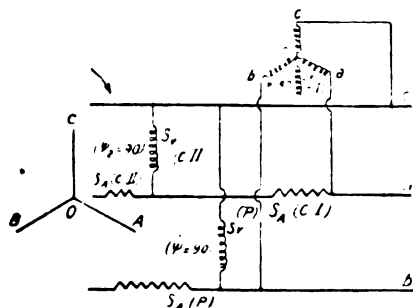


Fig. 6.

Se si tratta di un sistema trifase a quattro fili, allora il punto O è rappresentato da un punto qualunque del filo neutro del sistema. Se invece si tratta di un ordinario sistema trifase, allora evidentemente il punto O sarà rappresentato dal centro di un concatenamento artificiale Oa, Ob, Oc inserito a sua volta nel sistema trifase su cui si sperimenta.

Occorre finalmente notare che nelle inserzioni rappresentate nella figura 4, 4 bis e 5 le medesime fasi amperometriche e voltometriche che vengono utilizzate nella misura della potenza od energia reale, sono ancora quelle che servono nella misura della potenza od energia apparente.

E ciò conduce ad una conseguenza importante allorché si tratta di sistemi ad alta tensione e di grande potenza, nel qual caso si richiede l'impiego di opportuni trasformatori di misura voltometrici ed amperometrici. E la conseguenza è che gli stessi trasformatori che vengono usati per la misura dei watt, possono essere applicati, avendo l'avvertenza che essi siano di adeguata potenza, anche per la misura dei voltampère.

Questo fatto è evidentemente di grande portata pratica ed economica, e tale da costituire per sè stesso un notevole perfezionamento al nuovo sistema di misura.

I nuovi metodi ed apparecchi di misura possono anche venire applicati in impianti trifasi disequilibrati ricorrendo all'impiego di due apparecchi costruiti e tarati come se si trattasse di sistemi a corrente alternata semplice; ma rispettivamente inseriti nel sistema trifase secondo l'ordinario e ben noto metodo di Aron (metodo dei due wattometri o due contatori) per la misura della potenza od energia reale. Oppure — anche in questo caso come in quello dei sistemi trifasi simmetrici — usufruendo opportunamente delle speciali tensioni che sono a disposizione nel sistema trifase, e ricorrendo in conseguenza a speciali inserzioni degli apparecchi nel sistema trifase medesimo.

E' da notarsi ancora che i nuovi metodi di misura della potenza ed energia apparente e del fattore di potenza, si applicano tanto ad apparecchi indicatori e misuratori ed integratori, come è stato detto, ma anche ad apparecchi registratori. E come infine i metodi stessi sono applicabili anche nei casi in cui — nel caso di impianti ad alta tensione — i relativi apparecchi di misura vengono applicati con l'intermedio di opportuni trasformatori di misura.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

SULLA DETERMINAZIONE PER VIA GRAFICA DELL'ENERGIA RAPPRESENTATA DA UN SERBATOIO

L. PASSERINI

La determinazione dell'energia contenuta allo stato potenziale in un serbatoio idrico, fin qui ottenuta per via analitica, può utilmente essere raggiunta per via grafica col seguente metodo elementare.

L'operazione consiste semplicemente nell'utilizzare anche in questo campo le ben note proprietà del poligono funicolare.

L'espressione dell'energia potenziale di una massa d'acqua rispetto ad una quota sottostante può infatti interpretarsi come momento statico del termine massa rispetto alla quota stessa.

Per tale motivo, se alla quota di scarico del nostro impianto supponiamo impostata una mensola a mo' di diga e la carichiamo coi pesi idrostatici corrispondenti alle varie quote, con un semplice poligono funicolare connettente le forze potremo misurare sull'orizzontale, tracciata per la sezione d'incastro, l'intercetta corrispondente al momento totale, cioè, tornando alla nostra ricerca, alla energia contenuta allo stato potenziale nel serbatoio.

Risolviamo per applicazione un caso qualunque.

Sia A, B, C, la curva, che ha per ascisse le aree del bacino corrispondenti alle varie quote.

Dividiamo l'area racchiusa fra la curva e l'asse delle ordinate in striscie orizzontali uguali o no, a seconda dell'andamento della curva stessa.

In corrispondenza al baricentro applichiamo una forza proporzionale all'area della striscia. Poichè quest'ultima ha per dimensioni sezioni di bacino e dislivello relativo ai due piani limiti, l'area della striscia rappresenta il volume dell'acqua racchiuso fra le quote interessate (peso idrostatico).

Riportando sulla retta MN, parallela all'asse SS, i segmenti rappresentativi delle forze (01, 12, ..., 78); proiettando gli estremi di tali segmenti da un polo P e tracciando il poligono funicolare relativo, avremo sull'asse SS il segmento cercato 0'-8'.

Se d è il segmento intercetto, il momento ha per espressione:

$$M = \frac{H \cdot d}{L \cdot v}$$

ove:

H = distanza del polo dall'asse MN;

d = segmento limitato dal poligono funicolare su SS;

v = scala delle forze;

L = scala delle lunghezze.

Poichè H è arbitrario vediamo quale valore ci convenga assegnargli, per raggiungere la maggior speditezza di procedimento.

Il massimo della semplicità sarà evidentemente raggiunto quando, presentando il decimetro sul segmento da misurare (d) si possano avere direttamente i milioni di kWh dai millimetri (rapporto unitario).

Genericamente, se abbiamo $M = k d$, essendo la costante $k = \frac{H}{L v}$, dovremo avere per distanza polare $H = k v L$.

Il valore dell'energia, che così si legge, non è quello naturalmente ottenibile, perchè a minorarlo intervengono le perdite delle macchine destinate alla conversione di forma.

Tale coefficiente di rendimento a interviene come costante a modificare la $M = a k d$.

Se poi si tien conto della diversa unità espressiva nei due campi meccanico ed elettrico si dovrà porre:

$$M = k \cdot a \cdot b \cdot d$$

e corrispondentemente la distanza polare dovrà essere:

$$H = k \cdot \frac{L \cdot v}{a \cdot b}$$

Esempio:

Sia: scala volumi:

$$v = 1 : 4.000.000 \text{ cioè } 1 \text{ mm} = 4.000.000 \text{ m}^3;$$

lunghezze:

$$L = 1 : 1 \quad 1 \text{ mm} = 1 \text{ m};$$

rendimento globale:

$$a = 0,68;$$

rapporto fra kWh e kgm:

$$b = 2723 \cdot 10^{-9}$$

rapporto fra dm³ e m³:

$$g = 10^{-3} \quad (\text{trattandosi di kg e non di tonn.});$$

scala di lettura desiderata:

$$k = 1 : 1.000.000 \text{ cioè } 1 \text{ mm} = 1.000.000 \text{ kWh};$$

avremo:

$$H = \frac{10^6 \cdot 10^9 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3}}{(8 \cdot 2723 \cdot 4 \cdot 10^6)} = 135 \text{ mm.}$$

Con questa distanza polare, presentando sull'intercetta il decimetro si hanno direttamente i milioni di kWh.

Che se poi il rendimento a cambiasse col battente d'acqua, come avviene in pratica, non c'è che da variare corrispondentemente H e tener conto dello spostamento di polo nel tracciamento progressivo del poligono funicolare.

Così è appunto stata eseguita la figura 1.

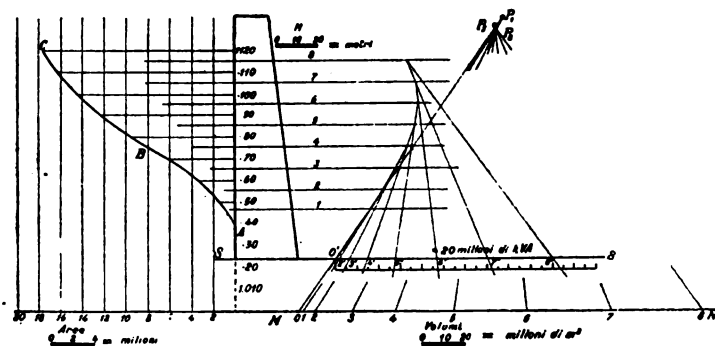


Fig. 1.

Alle quote: 1105; 1075; 1050 corrispondano i tre diversi rendimenti della turbina 0,77; 0,78; 0,74 mentre quello dell'alternatore si supponga costantemente di 0,92 (questo evidentemente varia solo con l'utilizzazione che si fa della macchina). I rendimenti globali sono così: 0,708; 0,718; 0,68, cui corrispondono le distanze polari 130; 128; 135.

Si è allora incominciato il poligono funicolare col polo P_1 a 135 mm da $S S$, poi si è passati al P_2 con $H = 128$ e si è chiuso infine col polo P_3 avente $H = 130$ mm.

Il metodo grafico, di cui alla presente, oltre ad essere intuitivo è spedito ed ha il grande vantaggio di non richiedere di essere rifatto di sana pianta quando, come può capitare in sede di progetto, possa essere necessario confrontare rapidamente soluzioni diverse, quali lo sbarramento o lo scarico a quota varia.

Infatti in tale evenienza il poligono funicolare non cambia: basta trasportare la $S S$ parallelamente a sè stessa, alla nuova quota e leggere, come prima l'intercetta fra gli stessi lati del poligono funicolare.

Pubblicazioni dell'A. E. I.**STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:**

Vol. I. - II^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente più per postali

• 20, —
• 2, —

Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia più per postali

• 20, —
• 3, —

Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).

L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)

• 2,50

CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia più per postali

• 0,80
• 1, —
• 0,50

NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici più per postali

• 3, —
• 1, —

NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche più per postali

• 4, —
• 1, —

:: SUNTI E SOMMARI ::**APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.**

F. H. KIERSTEAD — Reattanze limitatrici di corrente con isolamento a prova di fuoco. (J. A. I. E. E., febbraio 1926, pag. 137).

L'A. ha eseguito esperienze e studi sul modo di costruire delle reattanze così da evitare la formazione di archi fra spire e spire degli avvolgimenti nel caso in cui si verificano dei guasti sul circuito nel quale sono inserite. La formazione di tali archi è molto facilitata quando fra due spire della reattanza sia comunque collocato un corpo buon conduttore.

Vennero eseguite esperienze con un alternatore a 25 periodi da 26.700 kVA a 13.200 V di cui due fasi venivano messe in corto circuito attraverso la reattanza in esperimento. Le reattanze impiegate erano tutte del tipo ad armatura in calcestruzzo, dimensionate per 60 periodi, 68 kVA, 229 V a 300 A capaci di produrre una caduta reattiva del 3% in un circuito a 13.200 V.

La prima esperienza fu eseguita con reattanze costruite con conduttori smaltati per riconoscere se lo smalto fosse protezione sufficiente contro gli archi. La prova fu eseguita collocando un pezzetto di acciaio fra due spire consecutive nella parte mediana dell'avvolgimento ed eseguendo il corto circuito come si è detto.

Sebbene la reattanza avesse precedentemente sopportato facilmente parecchi corti circuiti, quando fu messo in posto il blocchetto d'acciaio si ebbe subito la formazione di un arco durante il primo semi-periodo. Il pezzo d'acciaio fu scagliato via con grande violenza; shuntando due spire esso era percorso da una corrente in senso inverso a quella principale nelle spire stesse e ne derivava una forza magnetica che era probabilmente la causa dell'allontanamento del pezzo.

L'esperienza dimostrò che lo smalto non è protezione sufficiente nei riguardi del fenomeno in istudio.

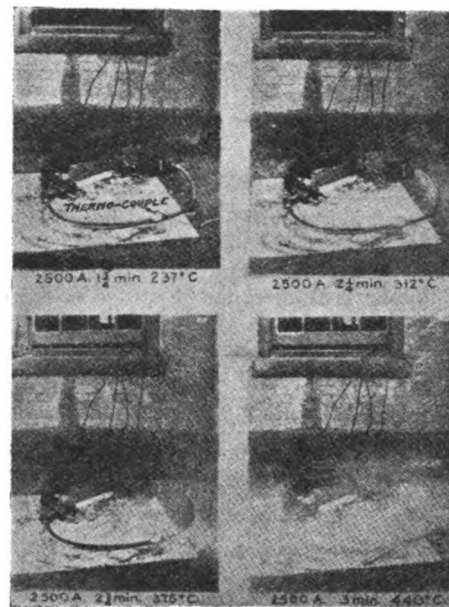


Fig. 1.

Altre esperienze furono eseguite rivestendo i conduttori con un sottile strato d'amianto; le reattanze così costruite supportarono in qualche caso il corto circuito ma in altri casi diedero luogo all'arco. Un rivestimento d'amianto di spessore più rilevante si dimostrò invece sufficiente a proteggere le reattanze dalla formazione di archi fra le spire.

Stabilito così il rivestimento più opportuno si fecero altre esperienze per riconoscere se esso fosse sufficientemente resistente al fuoco. La figura 1 riproduce alcune di tali prove.

Si fece uso di un troncone di conduttore lungo due metri circa connesso a un trasformatore che permetteva di ottenere forti intensità di corrente e a una termocoppia posta nella parte mediana del conduttore. La prova consistè nel mantenere nel conduttore una corrente di 2500 A fino ad arrivare a fonderlo. La figura 1 dà l'idea del comportamento del conduttore.

Le prove dimostrarono che il rivestimento d'amianto non fumava eccessivamente fino a temperatura di 350°, che le sue proprietà meccaniche ed elettriche non variavano sensibilmente quando veniva portato rapidamente a 350° e che non bruciava nemmeno alla temperatura di fusione del conduttore.

La figura 2 rappresenta una di queste reattanze costruite appunto con conduttori rivestiti con amianto. Tale rivestimento elimina il pericolo della formazione d'archi senza alterare la resistenza al fuoco o la semplicità di costruzione della reattanza. Il costo riesce natural-

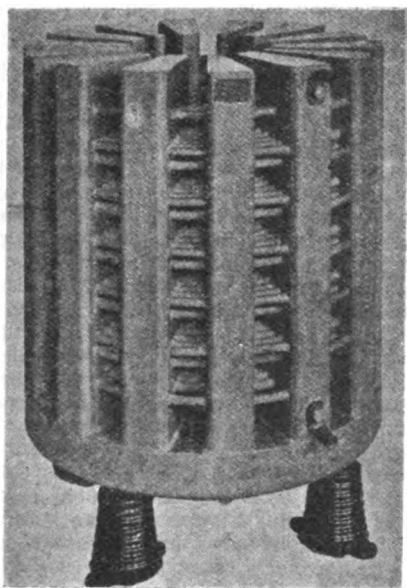


Fig. 2.

mente maggiore, anche in ragione del fatto che occorre fare uso di un conduttore di maggior sezione in conseguenza della meno facile dispersione del calore. Tuttavia l'aumento non costituisce una forte percentuale del costo primitivo ed è in parte compensato dalla diminuzione delle perdite e dalla eliminazione degli inconvenienti derivanti da eventuali formazioni di archi.

R. S. N.

MATERIALI.

R. JOUAUST — Recenti progressi nella costruzione dei tubi elettronici. (L'Onde Electrique, Vol. 5, N. 51, marzo 1926, pag. 97).

L'A. riassume gli scritti di numerosi autori e riferisce i risultati di esperienze personali, anche nell'intento di segnalare fenomeni incompletamente noti, la cui conoscenza potrebbe far progredire la tecnica costruttiva.

Come è noto si è generalizzato l'uso di filamenti speciali, quasi tutti toriati (¹). Il torio è stato dapprima impiegato per diminuire la fragilità dei filamenti; l'esperienza ne ha rese poi evidenti le speciali proprietà di emissione, per cui la maggior parte dei filamenti è costituita da tungsteno (99 ÷ 98%) e ossido di torio (1 ÷ 2%). Allorché il tubo elettronico è ultimato il filamento viene portato per alcuni secondi a 2600° ÷ 2900° e poi per alcuni minuti ad una temperatura di 2000° ÷ 2100° (temperature assolute). Con la prima operazione si eliminano le ultime impurità gassose e si trasforma l'ossido di torio in torio metallico; con la seconda operazione si diffonde il torio verso la superficie. Esso vi rimane se la temperatura non supera i 2000° assoluti, purché altro torio non vi giunga per diffusione; in altre parole lo strato superficiale è monoatomico. La maggiore emissione sembra dovuta alla differenza di potenziale di contatto torio-tungsteno.

Affinché lo strato di torio non sia disgregato e distrutto occorre che il vuoto del tubo sia ottimo; grande cura deve essere quindi posta nella eliminazione dei gas occlusi negli elettrodi. La vuotatura al magnesio è utile anche in quanto il deposito sul vetro impedisce l'emissione dei gas in esso contenuti.

Rispetto ai tubi elettronici con filamento di tungsteno semplice, quelli con filamento toriato sono più delicati e di proprietà meno costanti. Si prestano inoltre relativamente male all'impiego con elevate tensioni anodiche, perché, a causa delle forti velocità che in tal caso gli elettroni assumono, può accadere abbastanza facilmente che alcuni di essi sfuggano agli elettrodi e vadano a colpire violentemente il vetro determinando nei punti di urto una sopraelevazione di temperatura che può liberare gas occlusi e quindi peggiorare il vuoto. Si comprende che tale inconveniente può essere diminuito aumentando le dimensioni del tubo e foggando opportunamente gli elettrodi.

Recentemente la General Electric Co. ha messo in commercio tubi con filamento contenente anche carbonio. Sembra che tale aggiunta renda il torio meno sensibile alla azione dei gas residui. Sono in commercio triodi da 1 kW, con filamento di tale tipo (XL), i quali possono essere usati con tensione anodica di 2000 volt invece della

tensione di 10.000 volt richiesta dai triodi di uguale potenza, a filamento normale, costruiti dalla stessa Compagnia.

La possibilità di diminuire così fortemente la tensione anodica deriva anche dal fatto che, siccome il filamento speciale richiede minore potenza e cioè, a pari d. d. p., minor corrente di alimentazione, esso può essere più lungo del corrispondente filamento normale. La resistenza interna del triodo è quindi diminuita. Nei suoi nuovi triodi la G. E. C. ha adottato quattro filamenti in parallelo; si può dimostrare che con questo dispositivo si consegue un aumento del 150% di lunghezza totale rispetto al filamento unico che lavora alla stessa temperatura e con lo stesso consumo. La stessa Ditta ha anche adottato elettrodi di forma cilindrica a sezione ellittica, anziché a sezione circolare, forma che riduce ancora notevolmente la resistenza interna. Non tutti i gas sono nocivi ai filamenti toriati; sembra che l'azoto, il cesio od altri possano anzi, se opportunamente usati, aumentarne il potere emittente. Gli studi in merito sono tuttora in corso.

Come è noto, i triodi degli amplificatori danno sovente origine a rumori dannosi. Questi rumori sembrano dovuti a variazioni brusche della corrente anodica e limitano le possibilità di amplificazione. Essi sono di due specie distinte: un soffio continuo che pare dovuto a vuoto non perfetto (tanto che aumenta riscaldando il tubo) e crepitii, che possono attribuirsi ad impurità del filamento e che variano appunto con la qualità del filamento stesso.

E' stato fatto notare che il fenomeno dell'emissione termoionica è, come tutti i fenomeni fisici, discontinuo per natura e che quindi le variazioni di corrente anodica sono inevitabili. Sperimentalmente si possono mettere in evidenza tali variazioni mostrando che un circuito oscillante inserito tra filamento e anodo di un diodo è sede di oscillazioni; tuttavia l'entità di tali variazioni di corrente anodica è così piccola da non giustificare i rumori, cosicchè essi potranno probabilmente essere ridotti col progredire della tecnica.

E' noto che, allorché in un triodo la tensione di griglia supera di poco la tensione anodica, la corrente di griglia subisce un improvviso incremento al quale corrisponde una equivalente diminuzione della corrente anodica. Questo fatto, come del resto tutto l'andamento della caratteristica di corrente di griglia in confronto con la caratteristica di corrente anodica, è in contrasto con i risultati di una teoria, che si basi semplicemente sul fenomeno della emissione termoionica. Si può dar ragione della discrepanza pensando alla emissione secondaria per effetto di bombardamento elettronico. In un primo tempo la corrente di griglia è inferiore a quella che dovrebbe essere perché, sotto l'azione dinamica degli elettroni, la griglia dà luogo ad emissione secondaria. A mano a mano che la tensione di griglia aumenta, aumenta la velocità degli elettroni e ad un certo punto comincia la emissione secondaria dalla placca; gli elettroni dovuti a questa nuova emissione secondaria vanno alla griglia in numero sempre maggiore al crescere del potenziale di essa. Lavori recenti mostrano che si può dar ragione della discrepanza suaccennata basandosi solo sui fenomeni inerenti alla carica spaziale. Ciò sembra confermato, almeno parzialmente, dal fatto che al variare della forma e delle dimensioni del triodo variano anche i rapporti fra corrente di griglia e corrente anodica. La cosa presenta notevole interesse per la costruzione dei triodi emittenti nei quali, come è noto, le componenti alternative della tensione anodica e della tensione di griglia sono in opposizione di fase e l'emissione avviene proprio nei momenti in cui la tensione anodica passa per il valor minimo e la tensione di griglia assume invece il valor massimo.

Triodi non perfettamente vuotati possono, con elevate tensioni anodiche ed opportune tensioni positive di griglia, originare, per fenomeni interni, oscillazioni di altissima frequenza, senza che sia necessario alcun circuito oscillante. Da punti del filamento ove siano impurità può darsi infatti che si liberi, per una causa accidentale, una quantità di elettroni nettamente superiori al normale. Il brusco aumento di emissione può determinare parziale ionizzazione per urto del gas residuo e liberare ioni positivi i quali, urtando nel filamento, ne accrescano localmente la temperatura e causino nuovo incremento di emissione. La frequenza dipende solo dai dati geometrici del triodo e della tensione di griglia. Oscillazioni analoghe possono anche aversi con elevate tensioni positive di griglia e tensione anodica nulla.

Gli elettroni che, in tali circostanze, oltrepassano la griglia, trovano un campo il quale fa invertire il loro movimento; può darsi che, sotto l'effetto repulsivo, alcuni di essi riescano a superare di nuovo la griglia prima di esserne definitivamente attratti e vengono così a modificare, temporaneamente, la carica spaziale intorno al filamento e quindi l'emissione.

Si può anche pensare che, per una causa accidentale, il potenziale anodico cominci ad oscillare attorno al valore zero; vi sono allora dei momenti in cui alcuni elettroni che hanno superato la griglia vengono attratti dalla placca ed altri momenti in cui invece tutti gli elettroni sono assorbiti dalla griglia. Nel circuito griglia-anodo si ha quindi una corrente variabile con frequenza che anche qui dipende dalla tensione di controllo e dai dati geometrici del triodo.

Se anche all'anodo si applica un opportuno potenziale positivo, inferiore a quello della griglia, nell'interpretare il fenomeno occorre tener conto della emissione secondaria di elettroni da parte della placca, emissione che, al variare della tensione anodica, varia per effetto delle differenti velocità con le quali giungono gli elettroni primari.

La diversità e la imprecisione di questi modi di spiegare la presenza delle oscillazioni proprie dei triodi dipende dalla imperfetta

(¹) L'Elettrotecnica, 25 marzo 1926, vol. XIII, n. 9, pag. 187, § 8 c.

conoscenza e dalla grande complessità del fenomeno. Sembra che il grado di vuoto influisca in modo decisivo e che le oscillazioni cessino di manifestarsi per un dato valore di esso; ciò non può stupire dato che le molecole di gas ostacolano il libero movimento degli elettroni e, per effetto degli urti, possono essere dissociate.

Nell'usare triodi per la generazione di onde corte si incontrano difficoltà a causa delle forti correnti capacitive che, alle altissime frequenze, circolano nell'interno del tubo e fra il passaggio di griglia e il passaggio di anodo. Bisogna che i conduttori abbiano sezioni opportune e che il vetro sia particolarmente buono, perchè non dia luogo ad eccessive perdite e quindi a pericoloso riscaldamento. Per diminuire la quantità di corrente che, per capacità fra i passaggi, passa attraverso il vetro, si può ricorrere ad una armatura metallica esterna, connessa al passaggio di griglia e posta vicina al conduttore che va all'anodo.

U. Ru.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

C. W. DOETSCH — **Il complesso ricevente di Villa Elisa.** (Telefunken Z., ottobre 1925, Vol. VII, N. 40-41, pag. 48).

A Villa Elisa, piccolo luogo distante circa 40 km da Buenos Aires, è stato posto l'apparecchio ricevente per la stazione transoceanica di Monte Grande della Transradio International Argentina. Effettivamente gli apparati sono tre di cui uno francese e due forniti dalla Telefunken. Di questi due ultimi, uno è a quadro girevole e l'altro è un apparato goniometrico doppio. I requisiti a cui deve rispondere un moderno apparato ricevente sono principalmente quelli di assicurare la ricezione dei segnali utili con bastante intensità, eliminare i segnali di altre stazioni; eliminare i disturbi atmosferici. I migliori risultati si sono finora ottenuti, secondo l'A. con apparati goniometrici o direzionali. Si è dimostrato che i disturbi atmosferici non vengono dall'alto ma bensì in massima parte dall'orizzonte e secondo una certa direzione. Con apparecchi riceventi direzionali è dunque possibile attenuare od anche eliminare i disturbi atmosferici e le interferenze. Sarebbe ideale un sistema che ricevesse soltanto segnali provenienti da direzioni contenute in un angolo molto piccolo. In pratica però questo è raggiungibile soltanto fino a certo punto. Per mezzo di un complesso di due antenne radiogoniometriche poste a una data distanza d tra di loro si può ridurre l'angolo di ricezione a circa 90° .

L'apparato ricevente di Villa Elisa si basa su questo principio. Ci sono due grandi aerei radiogoniometrici distanti tra di loro 3,4 km, sostenuti ciascuno da un pilone alto 60 m. Alla base di ciascun aereo sono tre trasformatori, di cui uno serve per l'effetto di antenna e gli altri due per l'effetto radiogoniometrico. I secondari dei trasformatori sono collegati, mediante un cavo a 6 conduttori, con la stazione ricevente, ove si trovano i due radiogoniometri a bobina girevole ed i due

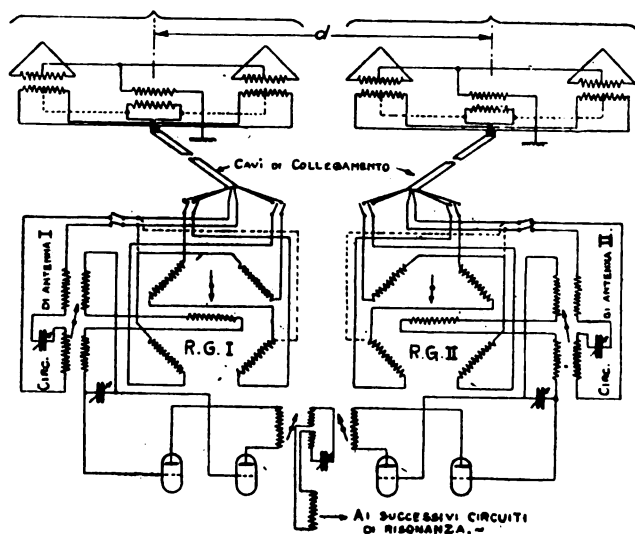


Fig. 1.

circuiti di antenna (fig. 1). Essi agiscono su un circuito risonante intermedio e questo, mediante un accoppiamento a triodi adatto a evitare ogni reazione, induce su un primo circuito selettivo, che realizza opportunamente l'effetto combinato dei due aerei. Date le dimensioni di questi, la captazione di energia è tale, che si può fare a meno dell'amplificazione molto spinta di cui abbisognano le ricezioni su telaio. Le parti all'aperto sono aperiodiche e non hanno bisogno di regolazione. Le antenne vengono combinate nell'edificio di ricezione per mezzo di goniometri e regolatori di fase in modo da ottenere la caratteristica voluta. Il sistema si presta anche per fare una ricezione multipla senza reciproci disturbi. La stazione è perciò facilmente suscettibile ad ampliamenti. Dopo l'accoppiamento a triodi seguono quattro circuiti selettivi a risonanza ad alta frequenza, inoltre per l'assorbi-

mento di disturbi particolarmente forti è inserito sul secondo circuito un dispositivo di arresto, che può assorbire i disturbi, anche se la loro lunghezza d'onda differisce solo di 1% dal segnale. Sull'ultimo circuito risonante agisce l'eterodina e segue poi un amplificatore ad alta frequenza a 6 stadi. L'ultima parte del complesso è formata da organi selettivi a frequenza musicale con due stadi di amplificazione a bassa frequenza. Tutto l'impianto è disposto per permettere la ricezione scritta.

I grandi impianti radiotelegrafici moderni devono avere gli apparati di trasmissione e ricezione distanti almeno una trentina di km tra di loro e ambedue fuori dei grandi centri, mentre la centrale da cui vengono diretti gli uni e gli altri è di solito situata nel centro della metropoli. Questi tre punti devono avere tra di loro una sicura comunicazione che li riunisce, affinché nonostante la loro distanza topografica possano lavorare come se fossero a contatto. Questa disposizione si verifica anche negli impianti argentini, per cui la centrale d'esercizio è posta nel cuore di Buenos Aires. Per aver una grande sicurezza i collegamenti sono stati fatti mediante cavi sotterranei. Quello che congiunge la centrale con la stazione trasmittente ha la lunghezza di 27 km e consta di 6 paia di conduttori di rame di 0,9 mm, di cui tre servono per le comunicazioni telefoniche e sono pupinizzati ogni 2 km. Le altre tre paia servono per la manipolazione. Il cavo tra la stazione ricevente e la centrale è lungo 58 km con 12 paia di conduttori pupinizzati, che servono per la trasmissione dei segnali ricevuti o per la comunicazione telefonica. I tempi di ricezione più favorevoli sono a Villa Elisa, per onde dai 12 ai 22 km, dalle 1,25 alle 2,30, per onde dai 1000 ai 1100 m dalle 19,25 alle 20,35. Si noti che l'Argentina è un paese dove i disturbi atmosferici sono sensibilissimi, particolarmente durante l'estate dell'emisfero australe; possono perciò avervi successo soltanto stazioni con apparati e operatori di primo ordine.

C. Hr.

A. N. GOLDSMITH — **Progressi nel campo della radio-ricezione durante l'anno 1925.** (Gen. El. Rev., gennaio 1926, pag. 70).

L'enorme aumento nel numero delle stazioni radio diffonditrici funzionanti su lunghezza d'onde molto vicine ha imposto lo sviluppo di apparecchi riceventi altamente selettivi. Per ottenere questa condizione è stato necessario ricorrere a circuiti composti di un grande numero di circuiti accordati. In tal modo la ricezione di qualsiasi stazione senza interferenze con altre di lunghezze d'onda prossime è stata resa possibile in modo soddisfacente.

E' stato elaborato un apparecchio ricevente funzionante con antenna provvista di tre circuiti accordati. La selettività e la sensibilità di questo ricevitore sono state ancora aumentate mediante un dispositivo di rigenerazione. Questo ricevitore non dà oscillazioni sull'aereo e funziona con valvole a consumo ridotto. Per i tipi di apparecchi funzionanti con telaio sono da registrare diverse novità interessanti; particolarmente notevoli sono i ricevitori supereterodina a sei valvole e a otto valvole, i quali sono stati studiati in modo speciale nei riguardi della compattezza e dell'economia di valvole.

Una grave difficoltà, che si era sempre presentata nei comuni radio-ricevitori, è quella della produzione di grandi volumi sonori senza apprezzabili distorsioni; essa è stata superata mediante la creazione di un nuovo tipo di valvola, Radiotron «UX=120», la quale, impiegata come ultima valvola, rende possibile l'alimentazione di un potente alto sonante rispettando fedelmente il timbro e la qualità dei suoni originali. Un altro tipo di valvola particolarmente interessante è il «Radiotron UV=877», che ha una funzione protettrice delle valvole normalmente inserite in un apparecchio di radio-ricezione. Inoltre speciali tipi di valvole sono stati studiati per permettere l'utilizzazione delle correnti alternate dell'illuminazione, come sorgenti di energia per gli apparecchi radiofonici.

Si indicano, colla denominazione di sistemi di alimentazione speciali i cosiddetti «eliminatori delle batterie di placca», i quali sono stati particolarmente sviluppati in questi ultimi tempi. Con questi dispositivi la corrente alternata viene dapprima raddrizzata mediante speciali valvole (Radiotron UX=210) e poi filtrata e resa costante mediante opportuni dispositivi. La sostituzione completa delle batterie di accensione, di placca e di griglia con la corrente alternata d'illuminazione è stata raggiunta nel modo più soddisfacente, mediante il «Multi-Rectron» costruito dalla G. E. Co.

Lo studio dei riproduttori acustici è stato spinto fino ai limiti estremi, cosicchè è possibile possedere attualmente degli altoparlanti che riproducano in modo assolutamente fedele i suoni originali. Questo scopo è stato raggiunto con gli ultimi tipi di altoparlanti a diffusore, senza tromba. L'unione di questi altoparlanti con speciali amplificatori di potenza rendono possibile la riproduzione di grandissimi volumi di suono, senza la minima distorsione.

Parallelamente allo sviluppo dei radio-ricevitori, si è avuto l'applicazione dell'amplificazione termoionica a bassa frequenza ai comuni fonografi. Questa applicazione è stata estesa tanto alla registrazione fonografica sui dischi come alla riproduzione dei suoni degli stessi.

Sostanzialmente il sistema consiste nell'amplificare le correnti generate in un microfono colpito dalle vibrazioni dei suoni da riprodurre e da quelle comunicategli dal disco; queste correnti ampli-

cate azionano a loro volta rispettivamente uno stilo incisore o un altosonante. Sono stati inoltre creati degli strumenti misti, i quali racchiudono in un unico mobile un radio ricevitore completo ed un fonografo elettrico.

C. G. E. (*)

STATISTICA.

E. V. RICE — Una rassegna delle industrie elettriche. (Gen. El. Rev., gennaio 1926, pag. 6).

L'A., premesso che oggi una esposizione delle condizioni delle industrie elettriche non può riuscire completa, data la loro vastità, le considera suddivise negli Stati Uniti in cinque gruppi e cioè quattro di esercizio: produzione di energia elettrica, trazione elettrica, telefoni, telegrafi, e il quinto costituito dal vasto complesso delle industrie elettromeccaniche per un capitale investito complessivamente al 1° gennaio 1925 di oltre 16 miliardi di dollari.

Nell'85 si poteva ritenere che fossero investiti cinque milioni di dollari nell'industria delle costruzioni elettromeccaniche, mentre nel '90 il capitale investito era salito a 20 milioni; negli impianti di centrali invece gli investimenti nelle due epoche succennate erano di dieci e cento milioni rispettivamente. I più grossi generatori di allora arrivavano appena a 250 kW nel '90 e la più grande centrale di quell'epoca aveva una potenza di 3000 kW. Intanto i telegrafi, che contavano già mezzo secolo di vita, rappresentavano un investimento di 97 milioni di dollari.

Dopo il '90 le industrie elettriche si andarono grandiosamente sviluppando in America; nel decennio del '90 al '900 si fecero anche le prime applicazioni nelle industrie elettrochimiche.

I primi anni del secolo ventesimo sono caratterizzati dai perfezionamenti meccanici che consentirono di aumentare il rendimento delle macchine elettriche. E' del 1903 l'impianto di Chicago della prima centrale provvista di tre gruppi turbo-generatori da 5000 kW. In poco più di vent'anni da quell'inizio felice siamo giunti alle unità di 50.000 e 60.000 kW con un consumo di vapore per unità di potenza sviluppata pari a circa la metà di quelle che si aveva nelle prime turbine costruite. Così nel campo del macchinario elettrico si è passati da 3500 kW del '93 nelle unità delle centrali del Niagara ai 65.000 kW delle nuove unità per le centrali dello stesso salto. I trasformatori vengono ora costruiti per potenze fino a 25.000 kW, i motori elettrici oggi hanno raggiunto potenze unitarie di 6250 kW per impianti di laminatoi e di 15.000 kW, per installazioni di propulsione navale.

La somma dei capitali attualmente investiti negli impianti di generazione è valutata in 6,5 miliardi con una produzione annua di 60 miliardi di kWh di energia elettrica fornita a circa 16 milioni di utenti. Malgrado queste grosse cifre, si può sicuramente ritenere che per parecchi anni ancora il magnifico impulso delle industrie elettriche non subirà alcun rilassamento. L'A. contempla con perfetta sicurezza la possibilità di costruzione nell'avvenire di centrali a vapore di un milione di kW con turbine di 150.000 ÷ 200.000 kW; così pure l'elettrificazione delle ferrovie e l'estensione dell'applicazione dell'elettricità nelle aziende agricole assicurano un continuo sviluppo per molti anni ancora alle industrie elettriche.

C. G. E.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

H. LUITHLEN — Le nuove elettrificazioni delle ferrovie austriache. (E. T. Z., 10 settembre 1925, pagina 1411).

Nel maggio 1925 venne aperto all'esercizio il tronco da Innsbruck a Bludenz della ferrovia dell'Arlberg e nello stesso tempo si iniziarono i lavori di elettrificazione del tronco successivo da Bludenz a Buchs e Bregenz. Attualmente sono in corso i lavori sul tratto Bludenz-Feldkirch di ca. 22 km con una sottostazione a Feldkirch che, per economia, sarà del tipo semiaperto. Anche la linea di contatto sarà di tipo leggero con campate di 60 m. e piccola tensione meccanica nel filo di contatto (600 kg); i pali sono formati da due ferri a T e saranno attrezzati con mensole girevoli. La sospensione sarà a isolamento semplice con isolatori a due campane (tipo Motor) di costruzione speciale.

Essendo stati stanziati successivamente nuovi fondi per le elettrificazioni, venne decisa la trasformazione di altri 300 km ca di linee e cioè: della Kufstein-Wörl-Innsbruck-Brennero e della Wörl-Salisburgo. I lavori dovrebbero essere compiuti entro il 1928. L'energia sarà fornita dalle due centrali di Mallnitz e Stubach in costruzione per conto delle Ferrovie dello Stato e dalla centrale di Achensee che sta costruendo una società privata. La centrale di Mallnitz fornirà la base del diagramma di consumo e la centrale di Stubach le punte.

La prima può dare una potenza di 3200 HP per 12 mesi e di 9000 HP per 6 mesi con un salto di 325 m. Si può anche ottenere una certa regolazione mediante un serbatoio di 4.000.000 di m³. Il macchinario sarà costituito da due gruppi di 5000 HP.

La centrale di Stubach disporrà di un serbatoio di 14.000.000 di m³ il quale può dare una portata continua di 1100 litri con un salto

di 524 m. Essendo destinata al servizio di punta, la centrale sarà equipaggiata con 4 gruppi da 8000 HP. La centrale di Achensee sarà equipaggiata in un primo tempo con due gruppi da 16.000 HP per il servizio industriale (a pieno sviluppo i gruppi saranno 5) e con 2 gruppi, che poi diventeranno 4, da 8000 per il servizio di trazione. In piena efficienza questa centrale potrà dare 125 milioni di kWh all'anno. Il salto è di 400 m.

Le centrali ed i gruppi destinati al servizio di trazione forniranno corrente monofase a 55.000 volt e 16,6 periodi. Il consumo è previsto in 95 milioni di kWh con un traffico superiore del 30 per cento a quello del 1923.

Le tre centrali saranno collegate fra loro e colle 7 nuove sottostazioni, da costruire, da una linea aerea a 55.000 volt la quale supererà il giogo dei Tauri a 2400 m. sul mare.

Per quanto riguarda i locomotori è prevista una occorrenza di 75 unità. Finora furono ordinati 7 locomotori merci tipo E e 8 locomotori passeggeri tipo 1-C-C-1 per servizio rapido di montagna identici a quelli già in uso sulle altre linee dello Stato. (g. a. r.).

VARIE.

I primi nove anni della passata decade. (Gen. Elect. Rev., gennaio 1926, pag. 3).

La Relazione che riassumiamo si riferisce quasi esclusivamente all'attività della General Electric Co.

Già nel 1916 erano in costruzione turbine a vapore di 35.000 kW, mentre per gli alternatori, nello stesso anno, le unità più grosse erano da 18.000 kW ad asse verticale; nel 1918 e 1919 venivano costruiti gli alternatori da 32.500 kVA, 160 giri, per gli impianti del Niagara, unità che per quell'epoca sembravano insorpassabili, mentre furono poi lasciate molto addietro dalle due unità da 65.000 kVA per gli impianti del Niagara stesso.

In fatto di impianti di sottostazioni automatiche, troviamo che questi nel 1916 erano pochi e limitati alla trazione: nel 1917 si faceva funzionare la prima centrale idroelettrica automatica, nel 1921 si giungeva già ad una centrale idroelettrica automatica con unità da 5000 kVA.

Nel campo della trazione elettrica, i primi anni della decade vanno al loro attivo la ben nota elettrificazione della Chicago-Milwaukee and St. Paul Ry, che fu la prima nella quale si adottò la corrente continua a 3000 volt e la frenatura di recupero. In quell'epoca, in seguito ad altre elettrificazioni importanti a corrente continua eseguite negli Stati Uniti, la G. E. Co. ebbe anche importanti lavori all'estero e precisamente a Cuba, in Giappone, nella Manciuria, nel Brasile (Ferrovia Paulista), nel Sud Africa (Natal), nel Marocco e in Australia. Nel 1923 fu poi la volta dell'elettrificazione di un tronco della rete del Nord in Spagna a 3000 volt e di un tronco della linea del Messico pure a 3000 volt, mentre anche in Francia per la Parigi-Orléans venivano fatte forniture di locomotori a 1500 volt.

Negli impianti industriali meritano di essere considerati a parte per l'imponenza delle unità costruite, gli impianti di laminatoi, poi ovali si giunse a costruire nel 1923 un motore a induzione da 6000 kW per una tensione di funzionamento di 13.200 volt.

Per ciò che concerne l'illuminazione già nel 1916 si riscontrano speciali applicazioni delle lampade Madra nei proiettori.

Nel campo della radio, furono costruiti durante la guerra alternatori ad alta frequenza da 200 kW per la stazione ultrapotente di New Brunswick, N. J. e in pari tempo furono sviluppati i tubi a vuoto, in modo da rendere possibile la costruzione di stazioni trasmettenti per aeroplani del peso di poco più di 10 kg esclusi di accumulatori.

C. G. E.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

L'impiego di valvole fusibili negli impianti ad alta tensione è stato oggetto di una importante Relazione all'Istituto degli Elettrotecnici inglesi. Secondo notizie riportate dal The Electrician del 2 aprile 1926, sarebbero ormai disponibili in commercio i seguenti tipi di valvole fusibili costruite in modo da funzionare senza alcun pericolo né per l'impianto né per il personale: valvole capaci di interrompere correnti di corto circuito coinvolgenti potenze dell'ordine di 70.000 a 100.000 kVA a tensione massima di 600 V; valvole per alte tensioni per capacità di interruzione fino a 40.000 kVA; altri tipi, pure per alte tensioni, e per capacità di interruzione fino ad alcune centinaia di kVA. Secondo l'A. nella memoria citata, queste valvole sarebbero in certe condizioni di impianti, più utili di qualunque altro apparecchio o dispositivo analogo.

ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.

La Società Francese per il progresso delle Scienze terrà il suo Congresso a Lione dal 26 al 31 corrente, sotto la presidenza di M. R.

(*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Co. Gen. di Elettricità.

Tavernier già Ispettore generale des Ponts et Chaussées. Sono all'ordine del giorno anche i grandi problemi relativi alla distribuzione dell'energia elettrica.

Il Presidente Tavernier, che visse qualche tempo in Italia e fu anche per molti anni socio della A. E. I., ha espresso al nostro Presidente Generale il desiderio che qualche elettrotecnico italiano possa partecipare al Congresso. Rivolgersi eventualmente al Segretariato della Società a Parigi (VI), Rue Serpente, 28.

*

L'Esposizione Internazionale per la Navigazione Interna e per la Utilizzazione delle Forze Idrauliche a Basilea. — Abbiamo altra volta dato notizia di questa Esposizione che si è inaugurata felicemente il 1° luglio in occasione dell'apertura all'esercizio delle nuove opere portuali sul Reno.

Parteciperanno alla Mostra, espositori privati appartenenti a 15 Nazioni d'Europa e d'America, mentre 12 Governi vi prendono parte in modo ufficiale.

L'Italia vi è rappresentata largamente. Il gruppo « Navigazione Interna » fa capo al Ministro dei LL. PP., mentre il gruppo « Utilizzazione delle Forze Idrauliche », dipende dal Ministro della Economia Nazionale che ha nominato Commissario l'Ing. A. Taccani.

Nel corso della esposizione, che si chiuderà il 15 settembre, saranno tenuti a Basilea un gran numero di Congressi e di Riunioni di vario genere. Fra queste, è da notarsi, la prima Sessione straordinaria della « Conferenza Internazionale dell'Energia » che si terrà dal 31 agosto al 12 settembre.

Verranno anche organizzate molte escursioni tecniche in varie località della Svizzera, a impianti idroelettrici, di navigazione interna, e ad importanti fabbriche industriali.

*

Esposizione internazionale Radio a Vienna. — L'interessamento sempre crescente per la Radio ha indotto la Fiera Viennese S. A. ad allestire entro la cerchia della Fiera autunnale di quest'anno (3-12 settembre) un'esposizione Radio, per la quale sono giunte già numerosissime prenotazioni dall'interno e dall'estero.

MATERIALI.

Le leghe di cadmio e rame cominciano ad essere usate per le condutture elettriche. Esse hanno una resistenza meccanica molto elevata, dell'ordine di quella del bronzo, col vantaggio però che la loro conduttività è quasi eguale a quella del rame puro. La conduttività diminuisce di circa l'1% per ogni 0,1% di cadmio presente, mentre la resistenza a trazione aumenta col contenuto di cadmio specialmente quando si arriva a tenori superiori al 0,6%. Le leghe cadmio-rame sopportano anche temperature alquanto superiori a quelle del rame senza manifestare fenomeni di ricottura; esse sono anche assai più resistenti che non il rame all'abrasione ciò che le rende particolarmente utili per linee di contatto di trazione. Esperienze compiute su una tramvia inglese avrebbero dimostrato per il conduttore di contatto cadmio-rame una durata tripla di quella del conduttore ordinario in rame. Parecchie linee americane e inglesi hanno adottato conduttori di tal genere.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Una Società per il perfezionamento dell'illuminazione si è costituita in Francia sotto gli auspici della Scuola Superiore di Elettricità e dell'Istituto di Ottica. La Società si propone di raccogliere e vulgarizzare le ricerche e gli studi relativi alla illuminazione, di formare degli ingegneri specialisti nel ramo, di promuovere in ogni modo la migliore utilizzazione degli apparecchi di illuminazione. Verrà anche istituita una mostra sperimentale dove saranno esposti i migliori tipi di apparecchi e saranno date le dimostrazioni sperimentali delle proprietà di ciascuno di essi. La Società ha sede in Parigi, Rue Pelleport, 12.

IMPIANTI.

Una importantissima centrale idroelettrica sarà costruita in Argentina presso il porto di Buenos Ayres. Essa conterrà, secondo il progetto approvato, cinque gruppi di generatori, ciascuno per una potenza di 90.000 kW circa. La potenza complessiva installata risulterà quindi di oltre 450.000 kW. Inizialmente saranno installati soltanto due dei cinque gruppi previsti; il primo entrerà in funzione sulla fine del 1927.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Un nuovo metodo per sfruttare il moto ondoso del mare, è stato proposto dall'ingegnere belga P. von Vlotten. Con questo sistema non viene utilizzato direttamente il moto delle onde per produrre energia, ma invece il moto stesso viene utilizzato per far salire l'acqua lungo una superficie inclinata appositamente costruita lungo la riva. L'onda lambendo tale superficie, trabocca oltre la cresta di essa e parte dell'acqua viene così a trovarsi raccolta in un serbatoio costruito a piccola altezza sopra il livello medio. La forma della superficie inclinata destinata ad essere lambita dalle onde è stata dal Von Vlotten studiata in modo particolare per facilitare la risalita dell'acqua, in base a considerazioni teoriche sui movimenti dell'onda e sulla composizione di essa. L'acqua raccolta nel serbatoio suddetto rifluisce al

mare attraverso turbine a bassa caduta. Il dispositivo può essere specialmente utile su coste battute da moti ondosi rilevanti.

*

Turbogeneratori da 200.000 kW sarebbero allo studio per centrali americane, secondo una comunicazione fatta dall'Ing. S. Insull della Commonwealth Edison Co. di Chicago in una riunione della Camera di Commercio a Londra. Le asserzioni dell'Insull sono però accolte con molta riserva dalla stampa tecnica inglese. L'opportunità di un'opera così rilevante è discussa non soltanto dal lato della difficoltà tecnica costruttiva ma anche da quello della convenienza economica dell'esercizio specialmente in rapporto al possibile fattore di carico.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

Alcuni dati sui raddrizzatori di grande potenza. — (Revue B. B. C., gennaio 1926, n. 1, vol. XIII, pag. 11). I raddrizzatori a vapori di mercurio per grandi potenze sono ormai largamente entrati nella pratica e sono note le connessioni più comuni dei trasformatori e delle bobine di autoinduzione in questi impianti.

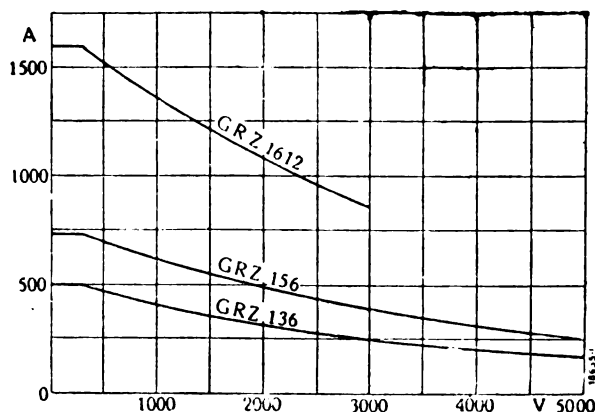


Fig. 1.

Riportiamo qui alcune curve relative di tipi di costruzione Brown Boveri GRZ 1612, GRZ 156, GRZ 136 e GRZ 56, e che danno una chiara idea delle condizioni di funzionamento di questi apparecchi. I diagrammi delle fig. 1 e fig. 2, indicano i carichi ammissibili in ampere (e quindi anche la potenza del raddrizzatore) per le diverse tensioni di funzionamento, che come si vede possono raggiungere per al-

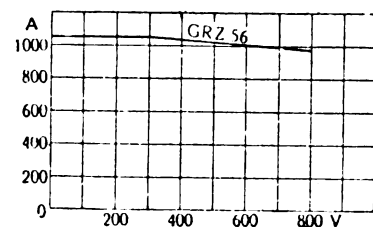


Fig. 2.

cuni tipi, anche i 5000 V. La fig. 3 dà i sovraccarichi ammissibili in percento delle potenze di regime indicate dalle curve precedenti e in funzione della loro durata. Come si vede, la capacità di sovraccarico è notevole e rende perciò questi apparecchi particolarmente adatti ad impianti con richieste di energia molto variabili (trazione, ecc.), tanto più che, come è noto, la loro caduta interna di tensione e quindi i loro rendimenti rimangono costanti entro limiti di potenza grandissimi. Col'a

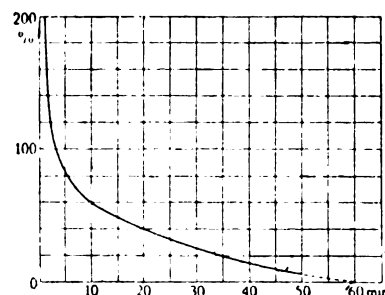


Fig. 3.

semplice inserzione di induttanze nel loro circuito essi possono ormai funzionare egualmente bene in parallelo sia fra loro, sia con gruppi rotanti; a questi ultimi converrà allora far assorbire il carico costante e le punte al raddrizzatore; condizione questa che si ottiene assai facilmente dando alla macchina caratteristica maggiormente decrescente col carico che non sia quella del raddrizzatore insieme alla sua bobina di autoinduzione.

G. Pa.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

Una serie importante di prove su una linea a 120.000 V è riportata nella Revue Gén. d'Electricité del 16 gennaio 1926. Si tratta della linea che collega Chancy-Pougny (Ain) a Jeanne Rose (Saône et Loire), lunga 141 chilometri e capace di trasportare l'energia della centrale di Chancy insieme a quella di parecchie altre centrali idroelettriche nel Giura e di un gruppo di centrali termiche. La linea è composta di due terne di conduttori d'alluminio con anima d'acciaio, sostenute da isolatori a catena di 8 elementi; essa è alimentata per ora attraverso tre trasformatori monofasi da 14.000 kVA, Δ 11.000/120.000 Y col neutro della stella a terra. Nell'articolo citato sono riportate le prove e le misure delle costanti elettriche della linea, della tensione producente l'effetto corona, della presenza di armoniche mediante rilievi oscillografici, ecc.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Tramvai di Lima. — La «Lima Light Power and Tramway Company» che esercisce le tramvie della capitale peruviana, per far fronte al crescente traffico sta aumentando il suo materiale mobile di 54 vetture a due assi per le linee urbane e di 20 a quattro assi per le extraurbane (37 km circa).

Le prime hanno un peso complessivo a vuoto di 13,85 tonn., una capacità totale di 58 posti e sono equipaggiate con due motori in serie da 31 kW l'uno a 500 volt. Le altre pesano 25,9 tonn. hanno una capacità di 78 posti e sono equipaggiate con quattro motori da 39 kW a 600 volt.

Tutte le linee sono a scartamento normale e sono alimentate a corrente continua a 600 volt ottenuta dalla conversione con gruppi rettificanti alimentati a 10.000 volt e 60 periodi e sistemati in quattro sottostazioni.

La parte meccanica delle automotrici è stata costruita nelle Officine Breda di Sesto S. Giovanni (Milano) mentre gli equipaggiamenti elettrici sono stati forniti dalla Società Brown Boveri di Baden (Svizzera). G. Pa.

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::**Movimento delle Società Elettriche.****BILANCI E DIVIDENDI.**

Società Idroelettrica Piemonte.

E' stato approvato il bilancio dell'esercizio 1925-26 che si chiude con un utile di L. 37.000.000 che consente un dividendo di L. 15 per azione.

Soc. Generale Italiana Accumulatori Elettrici — Melzo (Milano) — Capitale L. 8.000.000.

E' stato approvato il bilancio chiuso il 31 marzo 1926, con un utile di L. 2.340.729 che consente di distribuire un dividendo del 25 per cento alle azioni.

Società Generale Elettrica dell'Adamello — Milano — Capitale L. 300.000.000.

Venne approvato il bilancio dell'ultimo esercizio che presenta un utile di L. 19.223.667; viene distribuito un dividendo dell'8,50 %.

Soc. Anon. Forze Idrauliche Trezzo sull'Adda - Benigno Crespi — Milano — Capitale L. 60.000.000.

E' stato approvato il bilancio dell'esercizio chiuso al 31 marzo 1926 con un utile di L. 5.255.553 che consente di distribuire un dividendo di L. 20 per azione.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Compagnia Italiana Cavi Sottomarini — Roma.

E' stato deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 200 milioni a L. 300 milioni mediante emissione di 400.000 azioni da L. 250.

Società Anonima Elettrotecnica R. Grani — Roma.

Venne deliberato di aumentare il capitale da Lire 287.000 a Lire 387.000.

Società Generale Italiana Accumulatori Elettrici — Melzo (Milano).

Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 8.000.000 a L. 12.000.000 oppure a 10.000.000 qualora il Governo opponga restrizione.

Società Anonima Astese Filovie Elettriche — Asti.

E' stato deliberato l'aumento del capitale a L. 500.000.

Società Elettrica Alto Cremonese — Milano.

Venne deciso di elevare il capitale da L. 1.600.000 a L. 2.400.000.

Società Anon. Imprese Elettriche Conti — Milano.

E' stato deliberato di elevare il capitale sociale da L. 160.000.000 a L. 200.000.000 mediante emissione di 160.000 azioni nuove da L. 250.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

Costruzioni Idrauliche e Meccaniche — Milano.

Venne costituita con un capitale di L. 300.000 in 3000 azioni da L. 100.

Società Elettrica Teramo — Roma.

E' stata costituita con capitale di L. 2.000.000 in 10.000 azioni da L. 200.

Società Servizi e Impianti Telefonici e Elettrici — Roma.

E' stata costituita con un capitale di L. 50.000 elevabile a L. 2 milioni.

Apparecchi Luce Elettrica e Affini — Torino.

Venne costituita con capitale di L. 300.000 in 3000 azioni da L. 100.

Società Anonima De Angelis — Roma.

E' stata costituita per il commercio di conduttori isolati e affini, con un capitale di L. 200.000 in 400 azioni da L. 500.

Società Anonima Industriale - Alia — Termini Imerese.

Venne costituita con capitale di L. 500.000 elevabile a L. 1 milione per industria molitoria e illuminazione elettrica.

S. A. L. E. - Soc. Anon. Lavorazioni Elettromeccaniche — Milano.

E' stata costituita con capitale di L. 6000 in 60 azioni da L. 100.

Società Generale Radio — Bologna — Capitale L. 52.500.

E' stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

* *

La crisi francese è ancora lungi dall'aver trovata la sua soluzione. La ridda dei Gabinetti e dei Ministri continua incessante ma la gravissima questione che travaglia il Paese non muove un passo verso la sua sistemazione.

Il parlamentarismo nella sua peggiore manifestazione di parossismo di contrasti politici domina la situazione e spegne ogni energia ed ogni iniziativa. Dopo il cambiamento di parecchi Ministri delle Finanze, si è ritornati a Caillaux, il quale ha cominciato ad assumere la maniera forte. Grande inquietudine hanno destato i suoi primi provvedimenti, specialmente quelli che portarono al cambiamento degli elementi dirigenti della Banca di Francia, rei di difendere con troppa energia le riserve auree del Paese.

Dove si possa arrivare quando questa estrema riserva abbia a venir manomessa liberamente dai Ministri è facile immaginare ed è quindi comprensibile l'agitazione suscitata nel Paese. Del resto Caillaux sembra già avere i suoi giorni di potere contati, di fronte alla aggressiva opposizione di Tardieu.

Si era tentato di giungere ad accordi coi finanzieri inglesi ed americani, ma è stata posta la pregiudiziale della approvazione dell'accordo di Washington pei debiti di guerra, e nelle condizioni attuali tale accordo non ha alcuna probabilità di essere approvato a Parigi.

Del resto si comprende come non sia il momento propizio per battere cassa a Londra dove perdurano e si aggravano le preoccupazioni per la crisi carboniera che non accenna a risolversi. Essa minaccia anzi di creare complicazioni internazionali, avendo il Governo inglese dovuto protestare presso quello russo per l'invio di sussidi fatto dai Soviet agli scioperanti inglesi e che sommerebbero a parecchi milioni di rubli.

Gli effetti dello sciopero minerario si fanno penosamente sentire in Inghilterra. La disoccupazione è in continuo aumento arrivando al 14 giugno a 1.629.900 individui con un aumento di oltre 20.000 sulla settimana precedente. A fine maggio le spese per sussidi ai disoccupati sommano a 1.750.000 sterline per settimana. Le esportazioni inglesi nel mese di maggio hanno segnato una diminuzione di oltre 18 milioni di sterline rispetto al maggio 1925.

La Germania a sua volta è stata nuovamente messa in subbuglio dalla questione delle indennità agli ex-regnanti, la quale ha sollevato tutti i partiti di sinistra contro le pretese nazionaliste. Si è arrivati a un plebiscito nel quale oltre 14 milioni di votanti si sono dimostrati avversari alle pretese degli antichi reggitori. La questione è tuttora dibattuta e divide aspramente il Paese.

Un altro organismo in travaglio è la Società delle Nazioni. Dopo le recenti deliberazioni del Comitato sulla assegnazione dei posti permanenti, il Brasile ha decisamente ritirato la sua adesione alla Società. L'atteggiamento delle altre Nazioni Sud-Americane è ancora incerto, ma regna fra esse un grande malcontento. La Spagna a sua volta ha dichiarato di disinteressarsi d'ora in avanti ai lavori della Società. Non sembra che la proposta di ammissione della Germania sia foriera di molta fortuna per l'attività di questo organismo malato!

*

Nei rapporti politico-economici dell'Italia coll'estero, va ricordata anzitutto la approvazione avvenuta a Belgrado, degli accordi commerciali italo-jugoslavi. E' noto che la questione era ormai pendente da lungo tempo. Ad onta del riavvicinamento politico avvenuto per volontà di Governi fra i due Paesi, l'infausta eredità di rancori e di diffidenze che l'Austria aveva accuratamente coltivato e che ha poi lasciato dietro di sé, non può essere cancellata che da un'opera lunga, paziente ed avveduta. Non è quindi da meravigliarsi se contro la stipulazione degli accordi che sancivano uno stato di più che amichevole convivenza fra l'Italia e la Jugoslavia si siano levate difficoltà e contrasti.

Tutti ricordano per quanto tempo si protrassero le trattative per l'accordo commerciale, specialmente in causa delle difficoltà di politica interna del nuovo Stato. Ma dalla conclusione delle trattative ad oggi, già lungo tempo era trascorso e ancora a Belgrado non si era arrivati alla loro ratifica definitiva. Portati finalmente gli accordi in discussione alla Scupcina, l'abile ed energica difesa del Ministro Nincic poté avere il sopravvento sulle manovre degli oppositori.

cialmente croata, ed ottenere con una maggioranza rilevante, la approvazione di tutte le convenzioni fino ad oggi stipulate fra l'Italia e la Jugoslavia. La discussione alla Scupcina fu per più punti interessante, giovando a mettere in chiaro lo stato d'animo regnante nella opinione pubblica verso l'Italia. Si può in generale asserire che, tolti alcuni avversari irriducibili, il tono mantenuto dai diversi oratori fu nettamente amichevole ed ispirato alla retta comprensione dei reali reciproci interessi dei due Paesi.

Durante la discussione emersero dal discorso del Min'istro Nincic alcune frasi dalle quali le sfere politiche più attente e più sensibili vollero trarre delle deduzioni sulla prossima costituzione di una sorta di triplice di nuovo genere, italo-jugoslavo-romena. Tali voci non sono naturalmente controllabili né è possibile dire quale fondamento possono avere.

Sta di fatto che la ratifica delle convenzioni mette definitivamente sul piede di piena amicizia le relazioni ufficiali italo-jugoslave, mentre d'altra parte i rapporti fra l'Italia e la Rumenia sono ridiventati veramente cordiali. Cessato il malvolere dei precedenti Governi romeni intenti a svolgere una politica di latente ostilità verso il nostro Paese, anche i problemi che sembravano di maggiore asprezza e più difficili da risolvere, furono facilmente superati col buon volere di ambo le parti.

E' così che il problema della sistemazione dei debiti privati romeni del dopo guerra verso l'Italia, e quello della liquidazione del debito di guerra romeno, che si trascinavano da tanto tempo, hanno trovato soddisfacente, equa soluzione. Il debito di guerra romeno, consolidato in 150 milioni di lire sarà pagato in 50 anni con un mite interesse. Contemporaneamente venne concluso un accordo in base al quale il nostro Governo ha autorizzato la Azienda Generale dei Petroli a concedere al Governo romeno un prestito fiduciario di 200 milioni di lire, alla pari, per la durata di dieci anni all'interesse del 7 per cento. Si ha così l'inizio di un nuovo periodo di intensificazione nei rapporti commerciali fra l'Italia e la Rumenia, e l'avviamento ad un diretto interessamento, fino ad ora quasi completamente mancato, dell'Italia nella produzione petrolifera rumena.

L'evidente interessamento dell'Italia ai Paesi balcanici continua naturalmente a riscuotere la maggiore attenzione da parte delle sfere politiche più direttamente interessate. Si è voluto vedere una manifestazione dell'interessamento italiano anche in colloqui che ebbero luogo fra alte personalità Albanesi e Greche.

Certo l'Italia avrebbe interesse ad eliminare le cause di attrito fra i Paesi dell'altra sponda adriatica e non è inverosimile che spieghi la sua influenza per promuovere il ravvicinamento di tradizionali nemici. Il momento è singolarmente favorevole all'opera di riconciliazione spiegata dall'Italia, grazie al nuovo indirizzo, sempre più amichevole, che hanno assunto i suoi rapporti colla Grecia. A questo proposito si annuncia che colla Grecia è stata ulteriormente prolungata la Convenzione commerciale provvisoria, mentre proseguono le trattative per la stipulazione del nuovo Trattato di commercio.

Grandi sforzi vengono compiuti anche per superare lo stato di diffidenza e di larvata ostilità che si era andato stabilendo in Turchia verso di noi. Un'abile opera diplomatica è riuscita a diradare molte nubi e a far scomparire molte diffidenze, dimostrando la ferma volontà di pace dell'Italia. Ora si è giunti allo estremo opposto e, nella stampa estera, si parla addirittura della prossima conclusione non solo di un Trattato di neutralità, ma di un vero trattato di alleanza fra Turchia e Italia.

E' evidente che si tratta di esagerazioni, ma d'altra parte i nostri rapporti colla Turchia acquistano una luce particolare quando siano considerati nei riflessi che essi acquistano nei riguardi dei rapporti italo-russi. Sono note le buone relazioni che regnano fra la Russia e la Turchia e non è da meravigliarsi che quella manovri per giovare di questa come di un ponte per riavvicinarsi all'Occidente europeo. Voci sull'interessamento russo al riavvicinamento italo-turco sono corse a più riprese e, se non sono controllabili, sono almeno verosimili.

Le relazioni commerciali colla Russia vanno incrementando per quanto non raggiungono ancora uno sviluppo proporzionato alle grandi possibilità esistenti in linea teorica. Dai risultati ufficiali italiani risulta che nei primi tre mesi di quest'anno si è notato un aumento notevole in parecchie voci. Particolarmente è accresciuta la importazione degli olii minerali dei quali vennero introdotti in Italia circa 495.000 quintali, contro soli 40.000 quintali del primo trimestre 1925 e contro 23.000 quintali dei primi tre mesi del 1924; più specificamente si introdussero: 54.000 quintali di petrolio, 46.000 quintali di benzina, 387.000 quintali di residui di distillazione e 8000 quintali di oli minerali greggi. Negli stessi primi tre mesi dell'anno in corso vennero importati anche 17.000 tonnellate di frumento. Vennero invece esportate in Russia 81 automobili, contro 47 dello stesso periodo dello scorso anno e 1200 quintali di pelli conciate che l'anno scorso non poterono essere esportate affatto.

E' interessante osservare che per l'esercizio 1926-27 il Governo dei Soviet ha provveduto uno scambio commerciale coll'estero di 850 milioni di rubli per le esportazioni e di 750 milioni di rubli per le importazioni. Ciò dimostra le larghe possibilità che ancora sono aperte alla nostra industria in quell'immenso Paese così favorevolmente situato per le comunicazioni marittime.

Circa i pagamenti di guerra della Germania, il piano Dawes continua ad essere applicato con regolarità. L'Agente generale dei pagamenti, ha versato nel mese di maggio ora decorso le seguenti somme,

provenienti dai pagamenti effettuati dalla Germania. Alla Francia furono consegnati 43.793.371 marchi oro, all'Inghilterra poco più di 22 milioni, al Belgio 8.781.537 marchi-oro, all'Italia 6.662.097 marchi oro, alla Jugoslavia circa 5 milioni e mezzo, e altre somme agli altri creditori, per un totale di 88.173.031 marchi-oro.

La somma introitata dall'Italia, risulta per la maggior parte, come di consueto, da forniture di carbone (3.699.514 marchi-oro), dalle spese di trasporto dello stesso (1.195.815 marchi-oro) e da consegne di prodotti chimici (per 342.682 marchi-oro); altre consegne diverse di materiali furono valutate in 1.383.084 marchi-oro.

Nei primi nove mesi dell'annualità in corso dell'applicazione del piano Dawes, i pagamenti complessivi della Germania furono di 746 milioni di marchi-oro. Essi risultarono così costituiti: 69 milioni per le armate di occupazione, 487 milioni in forniture in natura e 181 di prelevamenti doganali. Non è stato possibile procedere a trasferimenti di capitale dalla Germania all'estero per non alterare la compagine finanziaria in via di risanamento della Repubblica tedesca.

Come è noto, le forme in cui devono essere impiegate le somme depositate dalla Germania nelle casse della Reichsbank deve essere stabilita dal Comitato dei Trasferimenti, del quale fanno parte, oltre all'Agente generale dei pagamenti, anche i rappresentanti dei maggiori Stati creditori. Pare che ora il Comitato abbia riconosciuto che sia possibile cominciare ad eseguire dei veri trasferimenti di capitale e che per ciò i pagamenti da effettuarsi nei mesi di giugno, luglio e agosto abbiano ad essere compiuti in denaro e non più mediante prestazioni in natura.

Frattanto è sorta una prima contestazione riguardo alla applicazione del Piano Dawes, in occasione della progettata diminuzione della tassa sulla birra. Poiché questa tassa fa parte di quelle che la Germania ha dato come garanzia pei pagamenti di guerra, una diminuzione della tassa corrisponderebbe ad una diminuzione della garanzia stessa, e perciò il Commissario internazionale delle entrate controllate si è opposto alla misura presa dal Governo tedesco. Questo ha protestato ed è ricorso all'arbitrato, previsto dall'accordo di Londra. La questione, di non grande rilievo per sé, ha qualche importanza come questione di principio.

*

Il risanamento della nostra bilancia commerciale preoccupa grandemente il Governo il quale ha studiato in proposito una serie di provvedimenti di vario genere. Il Ministro della Economia Nazionale in un suo recente discorso esortava gli italiani a dare la preferenza ai prodotti nazionali, evitando di acquistare all'estero quei materiali o quei generi lavorati che la nostra industria produce non meno bene di quella degli altri Paesi.

E infatti una analisi un poco attenta del nostro movimento di importazione, lascia comprendere quanto vantaggio potrebbe la nostra economia nazionale ottenere se molti italiani non mantenessero la mala disposizione mentale per la quale si preferisce ad ogni costo la produzione estera. Contro questa tendenza occorre operare con una larga opera di persuasione, che può essere atto veramente patriottico.

E' doloroso ad esempio riconoscere che mentre l'Italia manda dovunque all'estero i suoi tessuti di cotone per centinaia di milioni di lire, ne comperi poi da altri Paesi per parecchie decine di milioni; basta contare i tessuti di lana importati per oltre 237 milioni e altri prodotti tessili per quasi 100 milioni, mentre la produzione interna potrebbe essere più che sufficiente al consumo. Anche per quanto riguarda le macchine, notevoli economie si potrebbero compiere nelle importazioni. Perchè ad esempio importare quasi 30 milioni di macchine da scrivere, quando l'industria italiana esporta in gran quantità i suoi prodotti all'estero dove sono apprezzatissimi? Come giustificare che si spendano quasi 100 milioni per acquistare all'estero dei motoveicoli mentre è ben noto che tutto il mondo ammira la nostra produzione in questo ramo dell'industria meccanica?

Altre cifre sono anche meno giustificate di queste perchè corrispondono ad inutili abitudini di fasto e di lusso. Si ricordino ad esempio i 30 milioni mandati all'estero per profumi, i 167 milioni pure spesi all'estero per acquisto di gemme, ed altre voci del genere.

Senza addentrarci in una analisi che sarebbe eccessivamente lunga, rammenteremo ancora le 96.825.529 lire spese per acquistare macchinario elettrico fabbricato in altri Paesi, mentre ormai la nostra industria elettromeccanica non ha più nulla da invidiare a quella estera.

Con una maggior coscienza nazionale ed una migliore organizzazione di qualche ramo della nostra produzione, si potrebbero ottenere risultati notevolissimi per la nostra Bilancia commerciale, la quale deve trovare il suo miglioramento appunto in una restrizione nelle importazioni la quale compensi i sempre maggiori ostacoli che da ogni parte si pongono alla nostra esportazione.

La nostra bilancia commerciale è abbastanza gravata da alcune ben note voci fondamentali e inevitabili senza essere onerata ulteriormente da importazioni superflue. La mancanza di combustibili ci ha costretti ad importare nello scorso anno oltre 1749 milioni di lire di carbon fossile. Nell'anno in corso tale cifra sarà superata. Nel primo trimestre del 1926 abbiamo infatti già introdotto in Italia 3.126.000 tonnellate di carbone, contro 2.440.000 tonnellate dello stesso periodo dell'anno 1925, e di 1.974.000 tonnellate del 1924. In questo aumento così notevole, che giunge al 28 per cento sullo scorso anno, ha certamente gran parte anche la preoccupazione di creare delle scorte in relazione all'andamento della crisi carboniera dell'Inghilterra; ma

l'aumento corrisponde anche ad un effettivo maggiore consumo e rappresenta perciò un fenomeno di carattere permanente.

E' vero che questo fatto è anche un confortevole sintomo di accresciuta attività industriale, ma le cifre citate restano a provare lo sforzo enorme che la nostra produzione deve compiere per superare le condizioni di inferiorità nelle quali la mancanza di combustibile la pone in confronto alla concorrenza estera.

Altra voce molto pesante per le nostre importazioni ma che rappresenta una materia prima non meno necessaria alle industrie, è quella dei rottami di ferro e dei materiali siderurgici in genere. Abbiamo altra volta ricordato il nuovo accordo franco-italiano che ci assicura 120.000 tonnellate di rottami di ferro, aumentabili a 200.000 in corrispondenza all'acquisto di altre 130.000 tonnellate di prodotti siderurgici sul mercato francese.

Questo accordo fra l'Italia e la Francia, fa parte di una larga serie di accordi di indole economica-commerciale che si sono andati stipulando negli ultimi tempi fra le Nazioni produttrici europee. Disgraziatamente questa rete di accordi più che essere indirizzata dal concetto del maggior benessere generale, riveste nel suo complesso un carattere di spiccata tendenza monopolistica che non può non influire dannosamente sui paesi meno ricchi di materie prime, come è l'Italia.

Recentissima è l'istituzione del Sindacato fra produttori di tubi metallici, e quello fra i costruttori di lampadine elettriche. Di ben maggiore portata sono gli accordi, in via di attiva elaborazione, per istituire un Sindacato fra i produttori di materiali metallurgici. Altri accordi si stanno stringendo per la ripartizione dei concimi chimici e di altre materie prime importanti.

Tutti questi nuovi orientamenti, non meno che le disagiate condizioni economiche di tanti Paesi colla conseguente naturale restrizione dei consumi, e le misure di protezione doganale prese da molte Nazioni anche fra le più ricche, costituiscono naturalmente altrettanti inciampi per il nostro movimento di esportazione il quale si trova a lottare contro difficoltà gravissime.

Esaminando il movimento commerciale verso i dieci Paesi coi quali è più intensa la corrente dei traffici, si riconosce che soltanto per due di essi la bilancia commerciale pende a nostro favore. Queste Nazioni sono la Svizzera e l'Argentina alle quali, nei primi tre mesi di quest'anno abbiamo mandato rispettivamente 205 milioni e 8 milioni di merci in più di quante ne abbiamo ricevute. Per tutte le altre Nazioni la bilancia commerciale ci è sfavorevole.

Tra i Paesi consumatori di merci italiane, la Francia ha preso il primo posto assorbendo il 12,5 per cento delle nostre esportazioni complessive; seguono poi l'Inghilterra col 10 per cento, la Germania e gli Stati Uniti per 9 per cento, la Svizzera coll'8 per cento, l'Argentina col 7 per cento, ecc.

Per quanto riguarda le importazioni in Italia, invece, il primo posto è tenuto decisamente dagli Stati Uniti col 23,5 per cento di tutte le nostre importazioni. Stanno a grande distanza l'Inghilterra che rappresenta il 12 per cento, la Germania con l'11,5 per cento, la Francia e l'India, ciascuna coll'8 per cento, ecc.

Tutto quanto siamo venuti esponendo mette bene in evidenza la situazione che si può definire, se non grave, certo preoccupante, dei nostri scambi commerciali. Pur tenendo conto delle note contropartite rappresentate dalle rimesse degli emigranti e dalle spese compiute in Italia da forestieri, resta pur sempre motivo di seria attenzione la ricerca di ogni mezzo atto a risollevarlo lo squilibrio notevolissimo che non può non tornare di grave pregiudizio anche alla nostra rivalutazione monetaria.

*

Come è noto una influenza grande sugli scambi commerciali con l'estero è rappresentata, per noi, anche dall'importazione di prodotti agricoli e più specialmente di grano. L'opera svolta per aumentare la produzione nazionale di questo elemento fondamentale della nostra alimentazione è stata intensa ed energica e se ne possono ora apprezzare i primi risultati.

L'uso delle concimazioni chimiche si è largamente diffusa, tanto che, mentre negli anni precedenti l'incremento medio nel consumo di concimi non superava l'1 per cento, quest'anno il consumo è stato del 30 per cento superiore a quello del 1925. Vennero istituiti oltre 7000 campi dimostrativi. Il numero delle macchine agricole si è largamente accresciuto: in alcune provincie esso si è più che triplicato.

E' ancora difficile naturalmente valutare con sufficiente approssimazione l'aumento di produzione che è stato realizzato quest'anno, come conseguenza della complessa attività svolta. Tutte le calcolazioni che da varie parti sono state avanzate, concordano però nel riconoscere un accrescimento cospicuo nella produzione.

L'annata in corso è stata tipicamente avversa alla coltivazione del grano e non è quindi da attendersi che si raggiungano valori complessivi molto elevati. Tuttavia ritenendo che la media degli anni di bassa produzione sia di circa 43 milioni di quintali, si prevede, in base a calcolazioni molto prudenti, che tale quantitativo sarà superato di almeno cinque o sei milioni di quintali. Si dovrebbe così arrivare a toccare forse i 50 milioni di quintali superando in tal modo la media generale dell'ultimo decennio.

Non mancano autorevoli assertori di una produzione anche maggiore, pari cioè a quello delle annate ottime, che si aggira sui 60 milioni di quintali. Comunque, è innegabile che un risultato cospicuo è stato raggiunto, e tale risultato è tanto più confortevole in quanto, essendo dovuto principalmente a perfezionamenti di metodi culturali

e ad accrescimento di mezzi tecnici a disposizione, esso riveste carattere di perennità. Se sarà possibile proseguire su questa via con eguale successo, non sembra eccessiva audacia confidare nel raggiungimento di una produzione capace di soddisfare al consumo interno. Quel giorno un decisivo passo si sarà compiuto per l'economia nazionale.

L'intenso movimento commerciale coll'estero, trova riscontro nel traffico sempre notevole dei nostri porti. Nel mese di maggio ora decorso, approdarono complessivamente 14.190 navi sbarcando 2 milioni e 304.396 tonnellate di merci e 203.486 passeggeri; partirono invece 14.013 navi imbarcando 632.894 tonnellate di merci e 196.442 passeggeri. La bandiera nazionale partecipò al movimento complessivo col 93 per cento delle navi, col 74 per cento della stazza netta e col 64 per cento del movimento delle merci.

Anche il movimento sulle ferrovie è in aumento. La discussione avvenuta al Senato sul bilancio delle comunicazioni, ha messo in luce per bocca del Ministro delle notizie interessanti. L'esercizio del bilancio chiusosi al 30 giugno 1926 lascia un avanzo netto che non dovrebbe essere lontano dai 300 milioni di lire. Il bilancio preventivo per l'esercizio 1926-1927 considera un avanzo di 350 milioni, con una spesa di 4712 milioni contro un introito di 5062 milioni.

La parte più interessante del bilancio preventivo dell'Azienda Ferroviaria, è rappresentata dal bilancio straordinario. L'Amministrazione potrà nel prossimo esercizio disporre di 2500 milioni per supplire alla deficienza di materiale rotabile. Il parco mobile deve essere fra pochi anni completamente rinnovato. La percorrenza dei treni viaggiatori è salita da 206.000 chilometri, quale era prima della guerra, a 229.000 chilometri, e molte percorrenze sono diventate più celeri grazie agli accorgimenti tecnici adottati.

La spesa di combustibile pel prossimo esercizio era prevista in 576 milioni ma dovrà essere aumentata di circa 50 milioni come conseguenza dello sciopero minerario inglese. I lavori di elettrificazione vengono spinti colla maggiore celerità possibile. Dai 460 chilometri di linee elettrificate che si avevano prima della guerra, si è passati oggi a 914 chilometri e si prevede di arrivare fra non molti anni a circa 1700 chilometri. Nell'ultimo esercizio si sono elettrificate la Napoli-Pozzuoli e la Genova-Sestri Levante mentre già è in corso il prolungamento fino a Livorno. Sono in allestimento la Roma-Avezzano e la Benevento-Foggia. Saranno iniziati presto i lavori per la Bolzano-Brennero e per la Sampierdarena-Ovada.

Anche l'Azienda Postale può ritenersi ormai sistemata: il bilancio ora chiusosi presenterà un avanzo non trascurabile. Pel nuovo esercizio il Ministro prevede una entrata di almeno 70 milioni, con un margine di utile di almeno nove milioni. Alla Azienda dei Telefoni interurbani, tuttora esercita dallo Stato, è stato concesso uno stanziamento di 600 milioni distribuiti in sei esercizi, e destinato al perfezionamento tecnico degli impianti, specialmente nell'Italia Meridionale. E' già stato posato un filo diretto Roma-Bari; è in corso di posa il filo Bari-Napoli e sarà anche messo in opera un filo Milano-Bari.

E' questo un nuovo aspetto dell'interessamento rivolto alle regioni meridionali. Continua anche in esse l'attività dei Provveditorati per le Opere Pubbliche. Nel mese di maggio si disposero concessioni e lavori in numero di 246 per un importo di 84 milioni; nello stesso mese vennero condotti a termine altri 98 lavori per complessive 40.136.000 lire.

Le regioni che profittarono in maggiore misura di questa attività furono la Calabria per la quale furono disposti lavori, durante il mese di maggio, per oltre 26 milioni di lire; la Sicilia, con 17 milioni, gli Abruzzi e Molise con 14 milioni e la Basilicata con più di 10 milioni.

Complessivamente: nei primi nove mesi della loro istituzione, i Provveditorati hanno disposto direttamente pagamenti per 192 milioni; i fondi ancora da erogare per i lavori disposti fino a tutto il maggio ultimo, sono di circa 190 milioni. A queste somme vanno aggiunte 187 milioni di pagamenti effettuati direttamente dal Ministero. Complessivamente dal settembre 1925 al maggio 1926 furono spesi per opere pubbliche nelle regioni meridionali e insulari, 415 milioni di lire, mentre altri 190 milioni sono impegnati per lavori già disposti.

*

La situazione di bilancio al 31 maggio 1926, come si deduce dalle notizie pubblicate dal riassunto mensile del Tesoro, presentava un avanzo effettivo di 811 milioni di lire con un miglioramento di 143 milioni in confronto alla fine di aprile. Confrontando colla situazione al 31 maggio 1925, che recava un deficit di 164 milioni, si vede come si sia realizzato un miglioramento di 975 milioni rispetto allo scorso anno, al netto di maggiori spese per 2492 milioni rispetto al preventivo di bilancio. La disponibilità per stanziamenti non impegnati, era al 31 maggio scorso, di 304 milioni, contro 71 milioni dello scorso anno.

Gli incassi per entrate effettive ordinarie e straordinarie negli undici primi mesi dell'esercizio 1926-1927 superarono i pagamenti per spese effettive, ordinarie e straordinarie, di ben 3050 milioni. Il fondo cassa al 31 maggio, era di 5104 milioni.

L'ammontare complessivo dei debiti pubblici, al 31 maggio, era di 92.033 milioni, con una diminuzione di 222 milioni rispetto alla fine aprile. La circolazione totale, bancaria e di Stato, era, alla stessa data, di 19.817 milioni, con una diminuzione di 183 milioni rispetto alla fine del mese precedente.

Permane la contrazione negli investimenti di capitale nelle Società per Azioni; nel mese di maggio 1926 si ebbero 274 milioni di investimenti netti, contro 621 milioni del maggio 1925.

Il risparmio nazionale, valutato sommando i depositi a risparmio e in conto corrente presso le principali Casse di Risparmio, le Casse Postali, i maggiori Istituti di Credito e le principali Casse Regionali, era valutato al 31 marzo 1926, a 50.730 milioni di lire; l'aumento verificatosi nel bimestre febbraio-marzo è stato di circa 65 milioni di lire.

Nel complesso la nostra situazione finanziaria può essere considerata con fiducia, anche di fronte alla recente crisi subita dai cambi.

Sono interessanti in proposito alcuni dati comparativi sulla circolazione dei vari Stati riferita ad ogni abitante. Da valutazioni ufficiali risulta che la nostra circolazione è di poco più di 350 lire per abitante mentre è di lire 1030 per Belgio e di lire 1350 nella Francia; da noi inoltre, contrariamente a quanto avviene presso altri Paesi, la circolazione per conto dello Stato rappresenta soltanto il 35 per cento di quella totale.

Il Ministro delle Finanze ha tuttavia annunciato una serie di provvedimenti intesi ad influire in senso favorevole sul mercato dei cambi. E' stata accolta con soddisfazione la sua dichiarazione che la perdita del Tesoro nelle manovre per sostenere il cambio della lira, dal 1° luglio ad oggi non ha superato gli 80 milioni.

Il Ministro ha nuovamente smentito le voci corse circa la istituzione di una moneta aurea e ne ha dimostrato con solide argomentazioni le intemperatività. E' stato poi deliberato che le contrattazioni dei cambi possano essere fatte presso tutte le Borse del Regno ma sotto il diretto controllo del Tesoro dello Stato, dalle Banche private che abbiano almeno 100 milioni di capitale versato. Provvedimenti importanti relativi alle restrizioni dei consumi e all'aumento della produzione, sono annunciati imminenti.

*

Nel complesso le nostre Borse hanno continuato durante il mese con l'andamento svogliato e pesante al quale ormai siamo da qualche tempo abituati. Nemmeno le dichiarazioni del Ministro coi dati di positivo ottimismo che esse recavano hanno potuto scuotere l'apatia del mercato.

Saltuariamente si sono manifestati dei momenti di eccitazione che hanno permesso a qualche titolo di realizzare dei benefici non trascurabili, ma ai primi realizzi di beneficio la quota non presentava sufficiente resistenza e si è appesantita. Nel complesso quindi l'andamento del mercato non si presta a osservazioni di qualche rilievo.

Varianti lievi e quasi insignificanti nei titoli di Stato i quali hanno dimostrato di portarsi con sostenutezza.

I bancari sono stati più movimentati, specialmente la Banca di Italia le quali hanno attraversato dei periodi di depressione notevoli e di brillanti riprese: lo spostamento risultante non è però molto sensibile.

Agitati i titoli tessili, specialmente quelli della Seta artificiale e i Cascami, che ebbero momenti di grande favore. Ma anche qui nel complesso prevale la tendenza pesante.

Fra i titoli meccanici e metallurgici si sono distinte per un andamento alquanto mosso soltanto le Fiat; in generale gli altri titoli sono stati piuttosto trascurati.

Calmi e in complesso poco trattati i titoli dei Trasporti, come anche quelli di esportazione e i Saccariferi.

L'andamento dei titoli elettrici, generalmente poco brillanti, è riportato nel solito specchietto e può essere specialmente rilevato dal diagramma semestrale riportato in seguito.

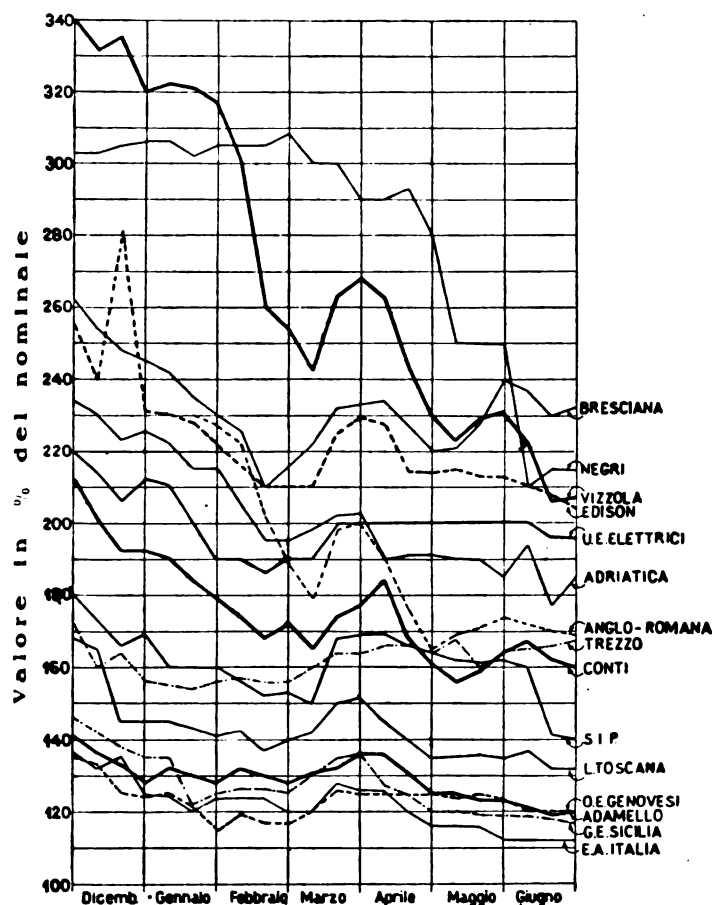
Nel mercato dei cambi è continuata la tensione delle valute pregiate, mentre il franco belga e quello francese non hanno ancora trovato il punto di arresto nella loro discesa.

RENATO SAN NICOLO'.

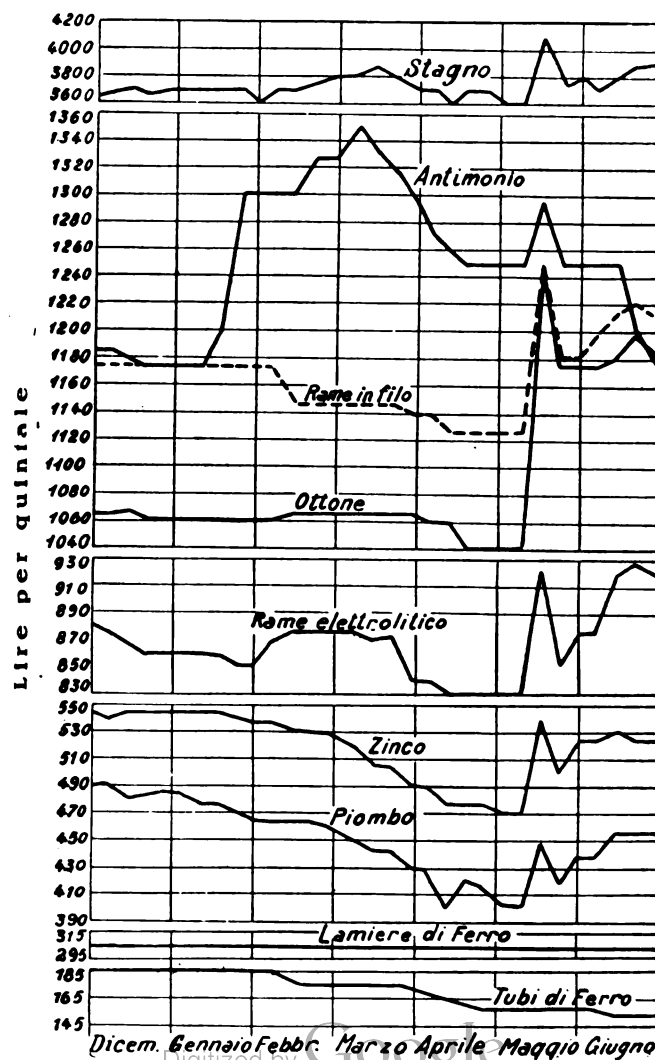
Variazioni dei titoli elettrici nel giugno 1926.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	631	615	611
Conti	250	416	400	400
Vizzola	500	1100	1030	1036
Bresciana	100	233	220	232
Adamello	200	240	236	240
Unione Esercizi Elettrici	50	99	98	98
Elettrica Alta Italia	250	280	280	280
Officine Elettr. Genovesi	250	303	295	300
Adriatica	100	192	177	185
Negri	100	210	215	215
Ligure Toscana	200	273	268	265
Generale Elettr. della Sicilia	100	119	117	117
Elettrica Brioschi	250	375	380	398
Emiliana Esercizi Elettrici	35	41	40	41
Idroelettrica Trezzo	250	411	416	420
Elettrica Valdarno	100	131	130	125
Tirso	250	200	200	205
Terni	400	433	462	467
Elettriche Meridionali	250	283	280	286
Idroelettrica Piemontese	125	200	176	176
Elettrica Sarda	100	170	170	170
Dinamo	100	122	120	121

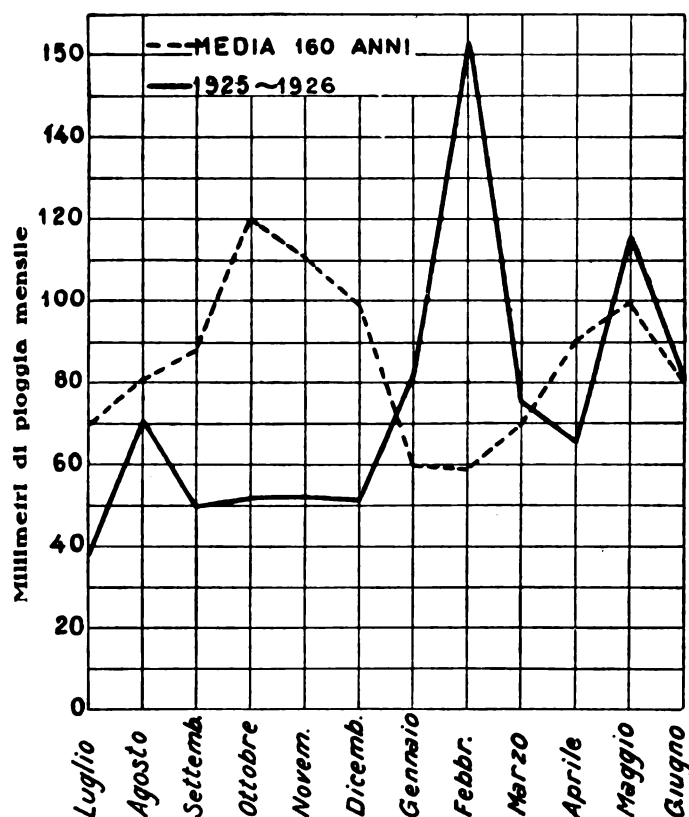
Titoli delle principali Società Elettriche (Riassunto semestrale)



METALLI (Riassunto semestrale)



**Dati pluviometrici mensili
per la Città di Milano
(Riassunto annuale)**



**RIVISTA DELLE INVENZIONI
INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA**

Brevetti Italiani. (*)

- N. 209660 — NOTARI E.: Turbina a vapore inversione di marcia. - 15-4-22.
 N. 209671 — OLIVERO F.: Motore a due tempi. - 19-4-1922.
 N. 208640 — OTTO G.: Motore. - 9-3-1922.
 N. 209465 — PAGET G.: Carburateur à double émulsion. - 13-4-1922.
 N. 202048 — PALMIERI A.: Nuovo sistema di motore a tre valvole la cui valvola di centro l'unica che aziona sulla compressione non è soggetta al forte riscaldamento ed incrostazioni. - 2-8-1921.
 N. 225495 — PARMIGIANI Q.: Candela Parmiggiani a valvola registrabile in marcia. - 18-10-1923.
 N. 201401 — PAROUS C. A.: Perfezionamenti negli elementi motori delle turbine a vapore. - 10-8-1921.
 N. 226366 — PECK W.: Perfezionamenti nelle candele di accensione. - 13 dicembre 1923.
 N. 209633 — PERROT H.: Perfectionnements aux pistons de moteurs à explosion et procédé de fabrication de ces pistons. - 12-4-1922.
 N. 230290 — PLUVIANO C.: Dispositivo per la carburazione di olii pesanti. - 13-5-1924.
 N. 208745 — PONTI E. G.: Carburatore a regolabilità automatica del combustibile. - 25-3-1922.
 N. 209626 — RANDACIO E.: Candela d'accensione per motori a combustione interna. - 11-4-1922.
 N. 169997 — RATEAU A.: Dispositif de réglage automatique de la carburation dans les moteurs à combustion interne. - 9-11-1918.
 N. 209571 — RATEAU Soc.: Moteur à combustion interne. - 29-4-1922.
 N. 208599 — RONCONI D.: Valvola rotativa auto-registrante perfezionata. - 2-3-1922.
 N. 206259 — ROSANI F. e CARPINTERI M.: Dispositivo per l'alimentazione automatica dell'acqua per caldaie. - 19-12-1921.
 N. 230322 — RUDQVIST C. A.: Accenditore di avviamento per motori ad olio grezzo. - 10-5-1924.
 N. 230394 — RUGOLETTO F.: Carburatore per motore d'automobile. - 10-5-1924.
 N. 230481 — SACCHI M.: Disposizione degli elettrodi nelle candele di accensione per motori a scoppio. - 9-5-1924.
 N. 204292 — SALMSON Soc.: Système de décompresseur pour moteur en étoile. - 24-10-1921.

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20% di sconto sulle tariffe normali, sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.
 (N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è p eventuale, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali).

- N. 210053 — SAUNT T. W.: Innovazioni nei motori a combustione interna funzionanti con combustibile liquido. - 20-5-1922.
 N. 206696 — SCHULZE O.: Alimenteur par vide partiel pour les carburateurs de moteurs à combustion interne. - 25-1-1922.
 N. 209228 — SEILLIERE S. R.: Procédé spécial de montage des isolants des bougies d'allumage. - 15-4-1922.
 N. 173088 — SHERRY J. C.: Perfectionnements aux générateurs de vapeurs. - 4-4-1919.
 N. 209086 — SMAL P.: Dispositif mécanique applicable à la distribution des moteurs thermiques à quatre temps. - 1-4-1922.
 N. 181468 — SOC. INT. pour l'EXPLOITATION DE LA BOUGIE « SOL »: Bougie d'allumage à isolant (en porcelaine ou autre matière analogue) fileté cannelé etc. - 7-1-1920.
 N. 208724 — STEWART WARNER SPEDOMETER CORP.: Dispositif de signalisation pour indiquer l'état de température d'un moteur à combustion interne ou analogue. - 22-3-1922.
 N. 198152 — STUMP O.: Carburateur. - 30-4-1921.
 N. 208790 — SULZER FRERES (Soc. An.): Moteur à combustion interne. - 28-3-1922.
 N. 206417 — SVENSKA A. GASACCUMULATOR: Perfezionamenti agli apparecchi per l'alimentazione del combustibile ai vaporizzatori per motori a combustione interna. - 12-1-1922.
 N. 230451 — TEPPATI A.: Perfezionamenti nella costruzione dei motori a scoppio in generale. - 3-5-1924.
 N. 230353 — TERZI S.: Motore a compressione separata e distribuzione spontanea. - 3-5-1924.
 N. 208594 — TESTA N.: Perfectionnements aux procédés et machines pour obtention de force motrice par les turbines à fluides élastiques. - 31-3-22.
 N. 208607 — THORNYCROFT J. I. & Co Ltd.: Perfezionamenti ai generatori di vapore a tubi d'acqua. - 2-3-1922.
 N. 214718 — UGHEMAR Soc. Brev. Soc. Acc. L. Corsi & C.: Perfezionamenti nei motori a scoppio funzionanti ad olio pesante. - 24-10-1922.
 N. 209211 — URBAIN E. S. C.: Dispositif d'avance progressive à l'allumage. - 14-4-1922.
 N. 197944 — WORTHINGTON PUMPT and MACHINERY CORP.: Perfectionnements aux moteurs à combustion interne. - 11-4-1921.
 N. 205075 — BRUSTIA G.: Avvisatore elettrico automatico del transito dei treni su un dato tratto di linea. - 10-11-1921.
 N. 205076 — BRUSTIA G.: Apparecchio meccanico di comando di avvisatori elettrici per linee ferroviarie e tramviarie. - 10-11-1921.
 N. 230269 — BUCHLI J.: Appareto motore per veicoli. - 29-4-1924.
 N. 206677 — CADILE G.: Segnalatore elettrico automatico per passaggi a livello di linee ferroviarie. - 24-1-1924.
 N. 186736 — COMPAGNIE GEN. de SIGNALISATION: Appareil pour l'actionnement électrique des signaux. - 25-6-1920.
 N. 206539 — GAMAROTTA P.: Apparecchio elettrico per la segnalazione automatica e preventiva ai passaggi a livello, del sopraggiungere dei treni. - 4-1-1922.
 N. 206786 — GENERAL EL. Cy: Freno con recupero di energia elettrica. - 7-1-1922.
 N. 210659 — MARCHIO' M. e MINIATI C.: Avvisatore elettrico. - 9-5-22.
 N. 208931 — MOHRHOFF F.: Schema dei circuiti dello scambio elettrico Mohrhoff. - 24-3-1922.
 N. 208267 — SIEMENS & HALSKE A. G.: Metodo di regolazione della velocità nei sistemi elettrici di azionamento specie di scambi e eguali ferroviari e simili. - 1-3-1922.
 N. 206547 — AGEMIAN A.: Dispositivo per produzione continua d'energia elettrica per applicazioni industriali in genere. - 5-1-1922.
 N. 208483 — AKTIENBOLAGET CRYPTOGRAPH: Processo e dispositivo per cifrare frasi di codici telegrafici a gruppi di cifre in gruppi di lettere pronunciabili e per decifrare questi. - 23-3-1922.
 N. 229123 — AKTIENGESSELLSCHAFT f. PATENTVERWERTUNG: Interruttore ad olio con disinserzione per eccesso di corrente. - 28-3-1924.
 N. 209475 — ANSALDO Gio. & C. (Soc. An.): Regolatore di tensione per trasformatori monofasi o trifasi specialmente applicato su veicoli motori elettricamente. - 14-4-1922.
 N. 186577 — ATELIERS de CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES du NORD et de l'EST: Système pour le couplage en parallèle de deux réseaux à courant alternatif. - 19-5-1920.
 N. 203911 — AUTOMATIC ELECTRIC Cy: Système de téléphone automatique à commutateurs rotatifs non numériques. - 1-10-1921.
 N. 209091 — BARTHOLOMEW G. A.: Dispositif accumulateur d'énergie électrique. - 1-4-1922.
 N. 206715 — BARZANO' ZANARDO: Innovazioni negli accumulatori elettrici. - 27-1-1922.
 N. 206280 — BAYLES E. A.: HIGHAM H., ROYSTON E. R.: Perfezionamenti nei condensatori elettrici. - 21-12-1921.
 N. 165154 — BEAUVAIS G. A.: Perfectionnements apportés aux installations électriques, telles, notamment, que celles pour télégraphie et téléphonie à haute fréquence, comportant des lampes à trois électrodes destinées à engendrer des ondes entretenues dans un circuit oscillant. - 19-3-1918.
 N. 165155 — Lo stesso: Perfectionnements apportés aux installations pour la transmission des signaux téléphoniques télégraphiques, ou autres par propagation d'ondes électriques à haute fréquence le long de conducteurs. - 19-3-1918.
 N. 205051 — BELLINI A.: Relais elettromagnetico ad azione ritardata per impianti telefonici. - 8-11-1921.
 N. 230557 — BERGMANN ELEKTRICITAETS WERKE A. G.: Contatore per corrente alternata col ferro di comando disposto obliquamente rispetto alla piastra di fondo. - 17-5-1924.
 N. 208290 — BOSELLI E.: Complesso di dispositivi pratici per impianti di telegrafia e telefonia simultanea. - 3-3-1922.
 N. 209656 — BOTTA P.: Presa di corrente per stabilire deviazioni su condutture elettriche. - 15-4-1922.
 N. 230498 — BRANDI V.: Nuovo ingrediente nella materia attiva degli accumulatori elettrici. - 12-5-1924.
 N. 205153 — BROWN BOVERI & C. A. G.: Dispositivo per l'accoppiamento di due reti di data frequenza mediante trasformatori rotativi. - 19-11-21.

- H. 207987 — La stessa: Installation de distribution à haute tension. — 13-3-22.
 N. 209352 — La stessa: Moteur à courant alternatif à ventilation par circulation. — 29-4-1922.
 N. 210056 — La stessa: Processo per l'esercizio di impianti elettrici di generazione di forza con più officine in località separate. — 20-5-1922.
 N. 230185 — La stessa: Motore ad induzione compensato. — 29-4-1924.
 N. 230305 — La stessa: Rostato rotativo regolabile, destinato particolarmente per motivi d'induzione polifase con avvisatore a forza centrifuga. — 6-5-1924.
 N. 230506 — La stessa: Interruttore a soffio magnetico. — 12-5-1924.
 N. 209301 — BUREAU D'ORGANISATION ECONOMIQUE: Perfectionnement aux appareils multiplicateurs de phases destinés par exemple à alimenter des redresseurs de courant. — 24-4-1922.
 N. 229681 — BURG L. H.: Dispositivo per l'avviamento mediante una corrente elettrica alternata di una macchina contenuta nell'interno di una carcassa chiusa ermeticamente. — 17-4-1924.
 N. 210693 — CANGIA G. D.: Pali standard ad elementi tubolari per linee elettriche ad isolatori sospesi. — 20-5-1922.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Echi della gita in Francia (7-20 giugno 1926)

La cronaca dell'escursione, pubblicata nel fascicolo del 5 luglio, necessariamente rapida e sommaria, ci ha costretto a sorvolare su molti particolari interessanti e non ci ha permesso di ricordare come avremmo voluto tutti coloro che, in Francia ed in Italia, contribuirono al successo di un viaggio che rimarrà memorabile negli annali dell'A. E. I. Pertanto chiediamo qui venia a tutti delle eventuali, non volute, omissioni.

*

Al sontuoso pranzo offerto il 12 giugno dalle Società di Produzione di Elettricità della Regione Parigina, al Restaurant della Porte Dauphine, parlò, applauditissimo, anche l'Ing. Niccolini, il benemerito socio corrispondente dell'A. E. I. a Parigi, nella sua qualità di Direttore di due Società elettriche parigine. È giustamente, l'Ing. Trossarelli, nella sua risposta, rilevò con orgoglio di italiano, l'eminente posizione raggiunta a Parigi dal collega Niccolini.

*

Domenica, 13 giugno a Parigi, ebbe luogo il pranzo ufficiale offerto dalla Société Française des Electriciens in onore dell'Associazione Elettrotecnica Italiana.

Il pranzo si svolse nelle splendide sale dell'Union Interalliée; intervennero, oltre ai rappresentanti e numerosi soci della S. F. E., vari esponenti dell'industria, le rappresentanze ufficiali e numerose Signore della « Bienvenue Française ».

Alla champagne parlarono Légouez, Presidente della Société des Electriciens che porse ai partecipanti il cordiale saluto della S. F. E. Rispose ringraziando il Prof. Ing. Soleri. Indi Lalou, Direttore dei servizi elettrici del Municipio di Parigi ed ex Presidente del Consiglio Municipale, portò l'addio della città e un cordiale augurio di buona prosecuzione del viaggio.

Da ultimo il Console Generale d'Italia, diede ai partecipanti il saluto dei connazionali e ai tecnici francesi un vivo ringraziamento per le cordiali accoglienze prodigate.

*

Un ringraziamento speciale va alla Compagnie des Chemins de Fer de Paris à Orléans, che dopo aver trasportato la comitiva sulla propria rete con un treno speciale composto di sei vetture nuovissime e munite di tutti i conforti, lasciò a disposizione detto treno anche per tutto il rimanente percorso sulle reti del Midi e della P. L. M. fino a Ventimiglia.

*

Fra le ragioni imprescindibili per le quali il nostro Presidente Generale dovette a malincuore rinunciare a seguire la gita in Francia, la più importante sarà stata rilevata dai lettori dalla contemporaneità delle pubblicazioni relative: proprio il 13 giugno, mentre i gitanti erano a Parigi, si svolgeva a Bologna la grande celebrazione Marconiana, organizzata in gran parte dalla nostra A. E. I., nella quale il Prof. Sartori portò al nostro grande consocio il saluto e l'omaggio di tutta l'Associazione.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

La sera di giovedì, 24 giugno, l'Ing. Natale Ratti, di ritorno dal Nord America ha parlato ai soci della Sezione ed agli Ingegneri del Collegio di Milano sulla recente riunione di New York della Commissione Elettrotecnica Internazionale.

Dopo brevi parole del Presidente del Collegio degli Ingegneri, Ing. Gilardi, ha preso la parola l'Ing. Ratti davanti a numerosissimo auditorio di soci della Sezione e di Ingegneri del Collegio di Milano.

Ha riferito dapprima sulla attività della Commissione ed in particolare dei Delegati Italiani su quanto riguarda la standardizzazione e le norme sui motori idraulici. Ha quindi fatto una breve relazione del viaggio fatto in America e delle grandiose accoglienze avute dai colleghi d'America. Ha descritto alcune delle più notevoli cose viste nel grande Continente americano e nel Canada ed ha fatto proiettare interessanti fotografie di paesaggi, di caratteristiche costruzioni, vedute di città e di notevoli impianti.

La interessante e piacevole comunicazione è stata seguita con vero godimento dai presenti che hanno alla fine calorosamente applaudito l'oratore.

* *

SEZIONE DI BOLOGNA

La mattina del 28 marzo 1926, alle ore 11, in un'aula della Regia Scuola d'Applicazione, ebbe luogo una Riunione di Soci per ascoltare la comunicazione del Chiarissimo Prof. Luigi Donati su « Alcune questioni attinenti ai fondamenti dell'elettromagnetismo ».

Un eletto stuolo di Tecnici e di Studiosi era accorso ad udire la parola del Maestro, sempre straordinariamente lucida, specie quando, con quella acutezza che costituisce una delle doti più caratteristiche della sua mente, si addentra ad analizzare i più sottili concetti su cui si impernano i fondamenti teorici degli svariati rami della Fisica. Della comunicazione odierna, dedicata ai bilanci energetici dei sistemi elettromagnetici, in altra parte di questo fascicolo pubblichiamo una esposizione riassuntiva.

La parola del grande scienziato, cui gli anni non hanno per nulla toccato la fervida e fresca intelligenza, fu attentamente seguita dall'auditorio, il quale alla fine salutò il Conferenziere con un lungo applauso, manifestazione ad un tempo di incondizionata ammirazione e di devoto affetto.

* *

SEZIONE DI GENOVA

Assemblea generale straordinaria dei soci 3 giugno 1926

Presidente: Rossi; Segretario: Lombardo.

Rossi: Apre la seduta e legge la lettera di dimissioni del Presidente, Sen. Ing. Ronco; mette in rilievo l'opera svolta dal Sen. Ronco a favore della Sezione e comunica le dimissioni del Consiglio.

Viviani: Dice che le dimissioni del Consiglio sono per deferenza verso il Presidente e propone vengano respinte quelle del Consiglio ed accettate quelle del Presidente essendo motivate da nuove occupazioni.

Assume la presidenza Cornelio, vice Presidente.

Cornelio: Ringrazia l'assemblea della fiducia dicendo che il Consiglio ha fatto quello che ha potuto con l'aiuto del Sen. Ronco il quale ha fatto molto e ne mette in rilievo la sua opera svolta nel senso di procurare nuovi soci specialmente nel campo marinaro dove dell'elettrotecnica giornalmente se ne estendono le applicazioni.

Parlano sull'argomento Bonaria, Viviani, Zambellini e Garibaldi; Cornelio sospende per cinque minuti la seduta.

Cornelio: Riapre la seduta dicendosi commosso della manifestazione di fiducia fatta dall'assemblea al Consiglio che accetta di rimanere in carica e propone l'elezione a Presidente del Comm. Ing. A. Bocciardo.

L'Assemblea approva all'unanimità.

Queirolo: Manda un plauso all'opera del Consiglio.

Bonaria: Dice dell'attività dell'Ing. Queirolo che benché non facente parte del Consiglio svolge opera attivissima a favore della Sezione.

Bonaria: Dice come il 90 per cento dell'attività del Bilancio preventivo sia già incassata.

Cornelio: Spiega dettagliatamente la questione della Sede della Sezione e chiede all'Assemblea ampia facoltà al Consiglio di decidere su questo punto.

L'assemblea approva.

Volterrani: Propone un voto di plauso al Segretario, Ing. Lombardo ed al Cassiere, Ing. Bonaria, per la loro attività nell'organizzare le frequenti e sempre riuscite manifestazioni della Sezione.

L'Assemblea approva all'unanimità.

P.S. - Il Comm. Ing. Arturo Bocciardo dicendosi spiacentissimo non ha accettato la carica di Presidente per le sue molteplici occupazioni che non gli permetterebbero di dedicarsi alla nostra Sezione come desidererebbe.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La Riunione di Brescia.

Pubblichiamo più avanti il programma della XXXI^a Riunione sociale — che, com'è noto si svolgerà a Brescia dal 1° al 7 settembre — quale recentemente fu diramato ai Consoci. Non vogliamo ripetere qui i commenti e le lodi già esposte nello scorso numero per quanto riflette la parte turistica della Riunione; ma dobbiamo insistere sul carattere particolare che si è voluto dare al Congresso, dal punto di vista tecnico, facendo in esso, posto, quasi esclusivamente, alla discussione di argomenti ampiamente esposti e trattati in relazioni pubblicate da quasi un anno. Non è a dire, in primo luogo, che questo anno trascorso abbia invecchiato l'argomento, chè tutto quanto concerne la regolarità di funzionamento degli impianti è necessariamente sempre di attualità, mentre, d'altra parte, si può asserire che nessun mutamento sensibile si è avuto in questi ultimi mesi nelle condizioni dei nostri impianti per quanto ha tratto coi sistemi di protezione in genere. Dati quindi l'attualità ed il generale interesse dell'argomento, noi pensiamo che, con un minimo di buona volontà da parte dei consoci, si potrebbero svolgere a Brescia delle sedute di grandissimo interesse.

Si dice, ed a ragione, che i confronti sono sempre odiosi; ma non si può evitare che, parlando di riunioni e di discussioni tecniche, la mente ricorra ai resoconti di quelle ampie e dense discussioni che si svolgono spesso presso le Associazioni elettrotecniche anglo-sassoni e di cui abbiamo recentemente voluto dare un'idea (*). Si dice anche che in quei paesi, per le condizioni generali dell'industria tanto più ricca della nostra, assai maggiore è il numero dei tecnici che possono studiare ed sperimentare a fondo su determinati problemi; ma se ciò può essere vero fino ad un certo punto per le ricerche più vicine alla scienza e per i problemi attinenti alle costruzioni elettromeccaniche (basta pensare che cosa sono i laboratori dei nostri Istituti e della maggior parte delle nostre fabbriche, rispetto ai laboratori congeneri degli Stati Uniti!), non è vero affatto per quanto concerne gli impianti elettrici. I nostri impianti ed i tecnici che ad essi si dedicano non temono confronti, figurando senza dubbio tra i primissimi di tutto il mondo. Se, pertanto, le discussioni sulle condizioni di funzionamento degli impianti non si sviluppano più ampiamente fra noi è, piuttosto, per quel senso di ritrosia, già tante volte lamentato, pel quale da noi si rifugge dal parlare pubblicamente dei piccoli e grandi guai di... casa propria. In una sua recente Comunicazione alla Sezione di Milano l'Ing. Ratti, reduce dalla riunione della C. E. I. a New York, ricordava con grande elogio la facilità con cui in America gli esercenti rendono noti, nell'interesse generale, inconvenienti e rimedi, incontrati ed attuati nei loro impianti. E per non uscire dal campo che più direttamente ci riguarda, noi ricordiamo interessantissime relazioni di apposite Commissioni di studio, agli Stati Uniti, sul comportamento pratico dei dispositivi di protezione contro le sovracorrenti, con ricchezza di dati statistici sulla frequenza e sulla natura degli accidenti osservati in moltissimi impianti e sui risultati ottenuti coi vari apparecchi.

Certamente, senza far torto a nessuno, la parte « protezioni » è nei nostri impianti quella che si è forse meno svilup-

pata; ma, mentre non sarebbe inutile conoscere le ragioni, se ci sono, dell'ostracismo dato a tanti dispositivi largamente usati altrove, è fuori dubbio che, in questi ultimi tempi, parecchi nuovi sistemi di protezione sono stati adottati anche da noi, e sarebbe bene che, a Brescia, si potessero avere le prime notizie dirette sui risultati ottenuti.

L'impianto del Matese.

Alla riunione di Napoli dello scorso anno si ricollega invece la descrizione dell'impianto del Matese, di cui iniziamo oggi la pubblicazione.

Il bello impianto fu infatti metà di una interessantissima gita durante il Congresso e fin da allora si convenne di comprenderlo nella serie delle descrizioni d'impianti intrapresa da qualche anno con notevole successo.

Non è il caso qui di soffermarci sulle caratteristiche dell'impianto del Matese per quanto senza dubbio esso possa dirsi sotto diversi aspetti veramente originale: vedranno i lettori che il Matese corrobora pienamente l'affermazione testè fatta sull'ecceellenza dei nostri impianti.

Qui vogliamo solo esprimere i nostri più vivi ringraziamenti ai tecnici tutti della Società Meridionale che, capitanati dall'Ing. Cenzato, ci furono larghi di aiuto per la pubblicazione. E dobbiamo in particolar modo ricordare gli ingegneri Motti e Selmo e l'Avv. Aperlo per la preziosa collaborazione data al nostro Segretario di redazione nella compilazione dello scritto.

Temperatura e potenza del macchinario elettrico.

Siamo lieti di pubblicare il testo della breve ma succosa e convincente memoria d'esperto, presentata alla Riunione di New York dal delegato italiano Prof. MORELLI. Pubblicheremo quanto prima anche le relazioni dei singoli delegati sulle discussioni seguite colà e sarà allora il momento di esaminare nella sua sostanza l'importante lavoro compiuto, in vista anche della riunione che la Commissione Elettrotecnica Internazionale terrà l'anno venturo in Italia. Non si deve infatti dimenticare che, in tale riunione di cui il nostro Paese si è assunto l'onore e l'onore, è assolutamente necessario che anche il contributo tecnico italiano allo studio ed alla soluzione dei problemi all'ordine del giorno, sia assolutamente di primo ordine.

LA REDAZIONE.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

(*) Questo giornale, a pag. 354, quest'anno.

L'IMPIANTO IDROELETTRICO DEL LAGO MATESE DELLA SOCIETÀ MERIDIONALE DI ELETTRICITÀ

GENERALITÀ.

La Società Meridionale di Elettricità, che ha sede a Napoli, è stata fondata nel 1899 ed ha spiegato da allora una larghissima attività per lo sviluppo idroelettrico dell'Italia meridionale.

sono le ultime entrate in servizio sulla rete della Società Meridionale di Elettricità, eccezion fatta per la grande Centrale Termica « Maurizio Capuano » che è stata messa in esercizio quest'anno e che è la prima potente centrale termica moderna impiantata in Italia.

I lavori dell'impianto Matese vennero eseguiti negli anni 1920-21 e 22 e le Centrali del Matese furono messe in funzione nel 1923.

Si chiama « Montagna del Matese » l'aspro massiccio montuoso che si eleva, sino a toccare i 2050 metri di altezza con la vetta del Monte Miletto, sulla sinistra del Volturno a Nord della pianura tra Caiazzo e Piedimonte.

È un massiccio quasi totalmente costituito da calcari fessurati e quindi permeabilissimi, con ricca idrografia sotterranea della quale fanno fede le copiose e perenni sorgenti che sgorgano ai piedi della Montagna del Matese. In più parti però e particolar-

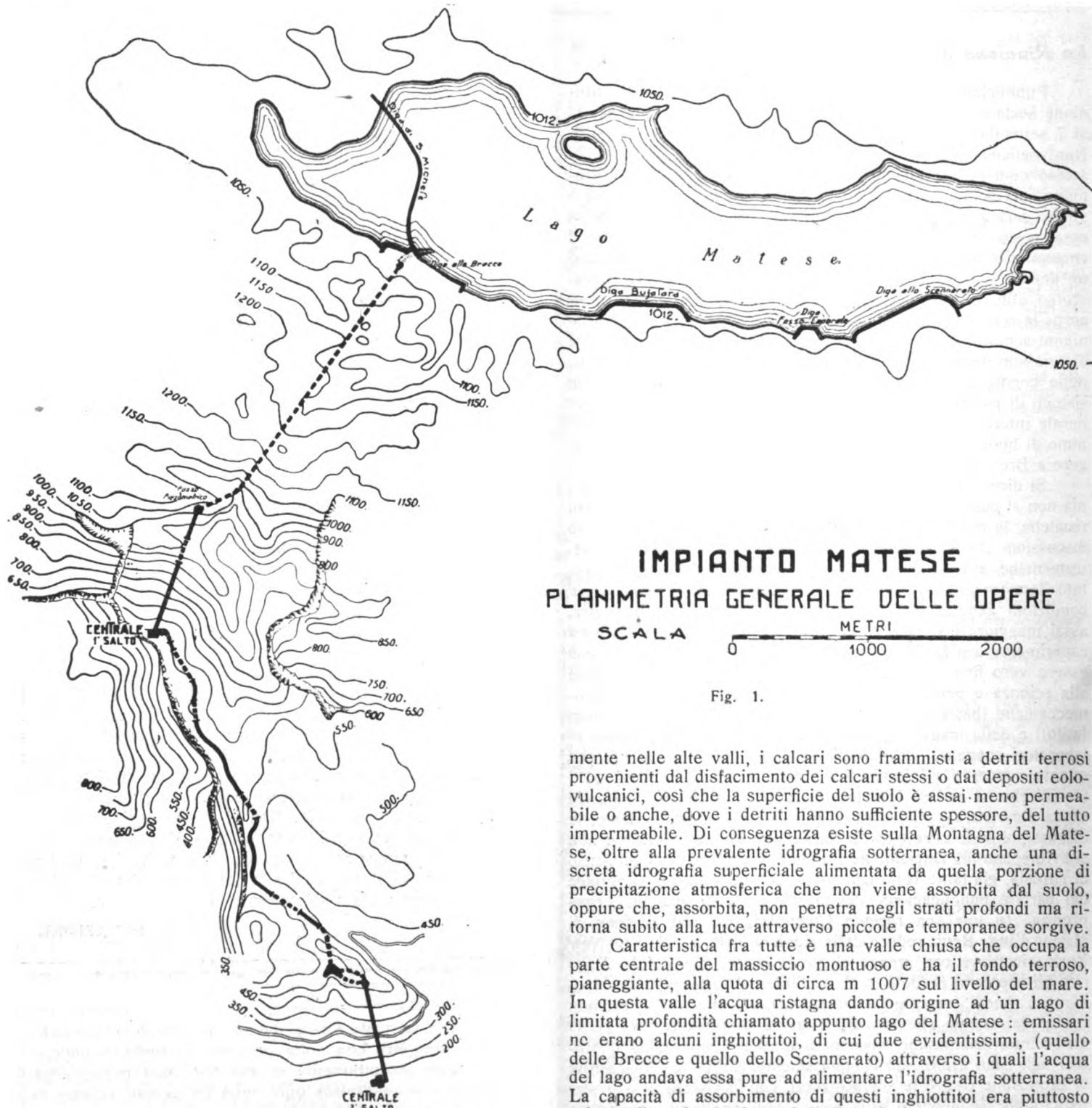


Fig. 1.

mente nelle alte valli, i calcari sono frammisti a detriti terrosi provenienti dal disfacimento dei calcari stessi o dai depositi eolovulcanici, così che la superficie del suolo è assai meno permeabile o anche, dove i detriti hanno sufficiente spessore, del tutto impermeabile. Di conseguenza esiste sulla Montagna del Matese, oltre alla prevalente idrografia sotterranea, anche una discreta idrografia superficiale alimentata da quella porzione di precipitazione atmosferica che non viene assorbita dal suolo, oppure che, assorbita, non penetra negli strati profondi ma ritorna subito alla luce attraverso piccole e temporanee sorgive.

Caratteristica fra tutte è una valle chiusa che occupa la parte centrale del massiccio montuoso e ha il fondo terroso, pianeggiante, alla quota di circa m 1007 sul livello del mare. In questa valle l'acqua ristagna dando origine ad un lago di limitata profondità chiamato appunto lago del Matese: emissari ne erano alcuni inghiottitoi, di cui due evidenti, (quello delle Brece e quello dello Scenarato) attraverso i quali l'acqua del lago andava essa pure ad alimentare l'idrografia sotterranea. La capacità di assorbimento di questi inghiottitoi era piuttosto esigua, di modo che in periodi di forti piogge o di rapido scioglimento di nevi, il lago aumentava di livello e raggiungeva la superficie di cinque o sei km², mentre nei periodi di siccità, il lago, vuotato quasi totalmente dagli inghiottitoi, si riduceva ad un pantano di poche centinaia di m².

L'impianto idroelettrico del Matese è informato al concetto di trattenere le acque in questione isolando con apposite dighe

Essa esercisce attualmente una complessa serie di impianti e di linee, mentre per suo conto o con sua prevalente interessenza altre centrali importantissime sono in costruzione ed altre linee ad altissima tensione entreranno presto in servizio.

Le Centrali del Matese, delle quali intendiamo occuparci,

gli inghiottitoi e di utilizzarle in due salti successivi con un modulo di circa m^3 1,2 al 1° e con una caduta totale di circa 840 metri, quale cioè è il dislivello tra il lago del Matese e la località di Piedimonte, dove le acque vengono restituite al fiume

Galleria forzata, scavata in roccia calcarea, della sezione di circa 4 m^2 , e della lunghezza di km 2,5, prevista per portare 6 m^3 di acqua al 1° .

All'imbocco della galleria vi è l'edificio di presa con griglie

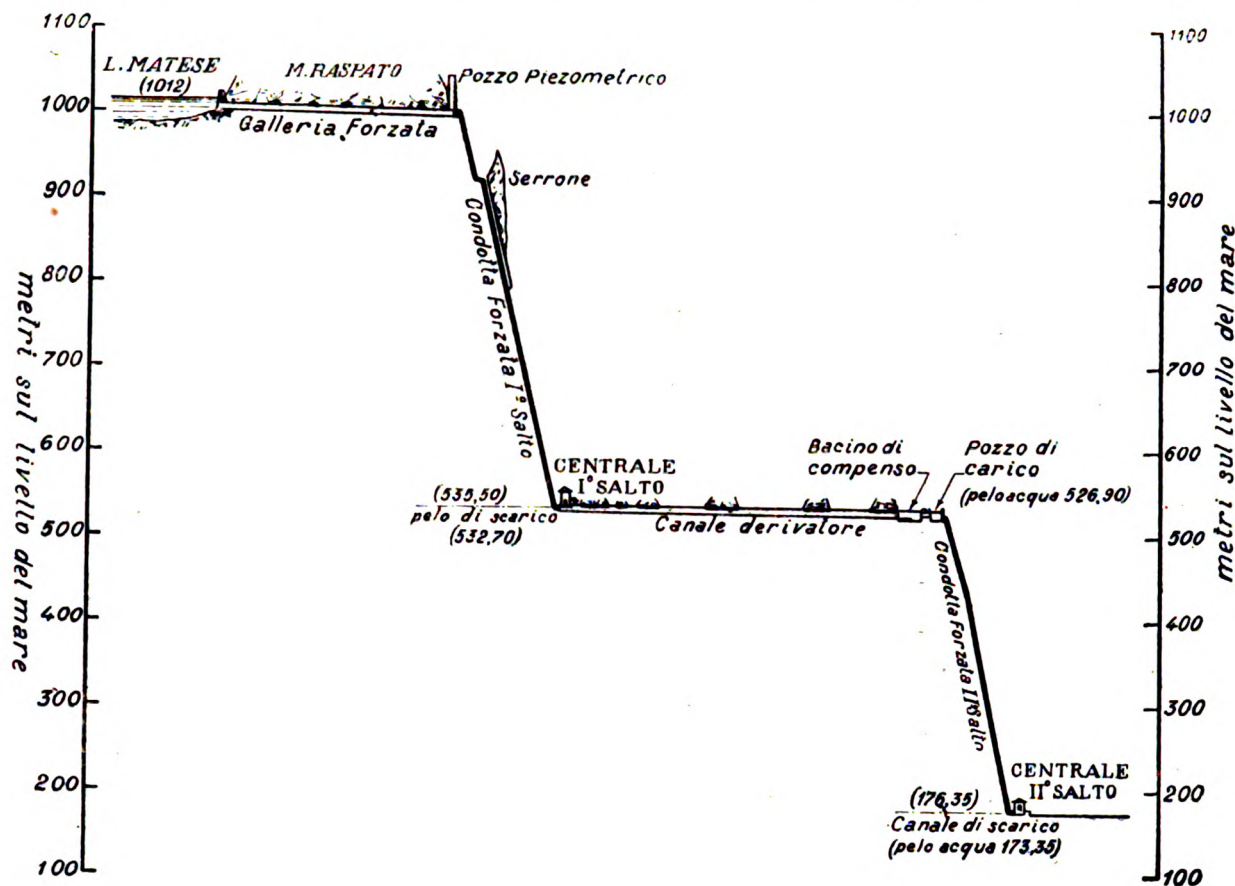


Fig. 2. — Profilo generale dell'impianto del Matese.

Maretta affluente del fiume Torano; fiumi questi ambedue alimentati da alcune delle copiose sorgenti di cui è detto più sopra.

L'impianto è destinato a servire per integrazione e riserva e quindi tutte le opere sono commisurate ad una portata di molto superiore al modulo medio, cioè ad una portata di 6 m^3 al 1° corrispondente ad una utilizzazione annua di meno di 2000 ore.

e paratoie, di cui una di sicurezza; alla fine vi è il pozzo piezometrico con la parte emergente dal suolo costituita da una torre cilindrica di cemento armato.



Fig. 3. — Lago del Matese.



Fig. 4. — Lago del Matese.

Per ora si è installata soltanto una parte del macchinario, così da erogare sino ad un massimo di 3 m^3 al 1° .

L'impianto è costituito dalle seguenti opere, come risulta dalla planimetria di figura 1 e dal profilo di figura 2.

Dighe in terra al lago Matese destinate ad isolare gli inghiottitoi permettendo la sopraelevazione del pelo liquido sino alla quota 1012. In queste condizioni, il volume complessivo è di 14 milioni di mc.; in seguito sopraelevando eventualmente le dighe di altri due metri, si potrà portare il volume massimo di invaso a 25 milioni di mc.

Condotta forzata del primo salto che si innesta alla precedente galleria. Per ora si è posta in opera una sola tubazione per una portata normale di m^3 3 al 1° ; ad impianto completo le tubazioni saranno due.

Centrale del primo salto, in località Vallone Paterno, contenente due gruppi idroelettrici, ciascuno della potenza di 7000 kVA. La centrale è prevista per essere completata con altri due gruppi uguali a quelli già in opera.

Canale derivatore del secondo salto, lungo circa 3 km a pelo libero, della portata di 6 m^3 al 1° , parte in galleria e parte

in trincea coperta con soletta di cemento armato. Il canale contiene anche i cavi a 10.000 volt trasportanti l'energia generata dalla centrale del primo salto.

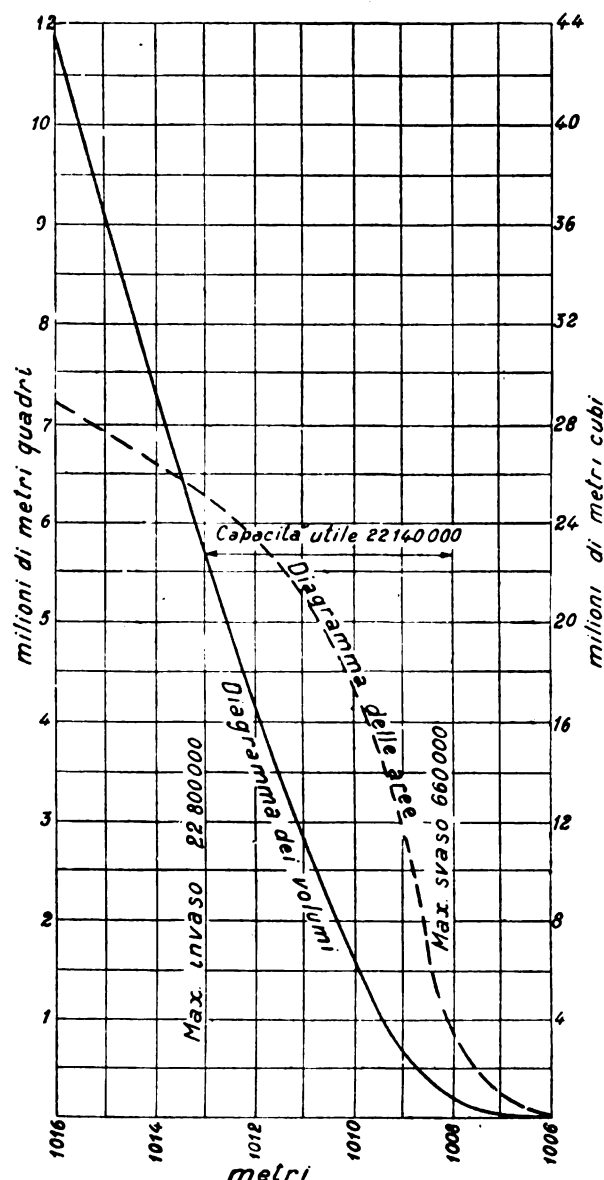


Fig. 5. — Diagramma delle capacità del lago.

Bacino di compenso del secondo salto in località Cila, della capacità di circa 15.000 m³, destinato a permettere la necessaria indipendenza del regime della centrale primo salto rispetto a quello della centrale secondo salto.

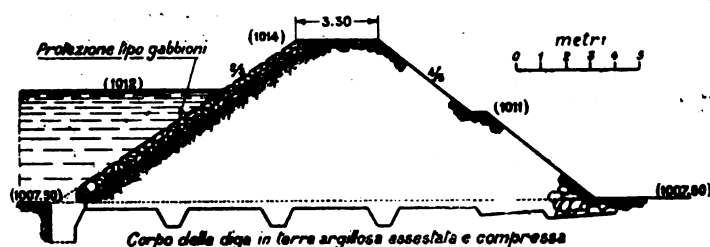


Fig. 6. — Sezione normale delle dighe.

Condotta forzata del secondo salto, per ora semplice e in seguito da raddoppiarsi. Accanto alla condotta forzata trovasi la tubazione che convoglia le acque di sfioro.

Centrale del secondo salto contenente due gruppi idroelettrici (in seguito saranno quattro), ciascuno della potenza di 5000 kVA. L'energia prodotta nelle due centrali primo e secondo salto viene, in questa ultima centrale, trasformata da 10.000 a 64.000 volt mediante tre trasformatori (in seguito quattro), ciascuno della potenza di 12.000 kVA.

Sbarramento del lago Matese.

Data la configurazione delle linee di livello della depressione costituente il lago è bastato un piccolo sovralzamento del

pelo liquido per ottenere degli invasi notevoli. Infatti l'evando di circa quattro metri la quota massima che il lago raggiungeva precedentemente si è potuto costituire un invaso di 14 milioni di m³ con una superficie liquida di circa 5 km². Si potrà in seguito portare la quota massima a 1014 realizzando così un volume di 25 milioni di m³ e uno specchio di 6,5 km² come risulta dal diagramma di fig. 5, il quale dà il rapporto tra le quote di invaso e gli specchi d'acqua e i volumi contenuti nel lago.

Si sono perciò isolati gli inghiottitoi naturali e le altre zone assorbenti che si trovano sulla sponda sud del lago mediante dighe in terra con uno sviluppo complessivo di ben 3600 m.

Una diga lunga poco più di 1000 m. si trova nella località Scennerato, isolante il principale inghiottitoio omonimo; poco discoste si trovano successivamente le dighe del Fosso del Caporale e della Bufalara lunghe rispettivamente 300 e 600 metri circa (fig. 1).

L'altro inghiottitoio importante detto delle Brece viene isolato con la diga più lunga in cui ha sede anche l'opera di presa.

La diga delle Brece, sorta dapprima con l'unico scopo di separare l'inghiottitoio omonimo, si estese poi verso oriente per isolare un altro piccolo inghiottitoio scopertosi, mentre verso occidente, riscontrata una vasta zona più o meno assorbente, si prolungava per tutta la larghezza del lago con il braccio chiamato diga S. Michele. La superficie originaria del lago veniva così divisa in due bacini uno, il principale, costituente il proprio e vero lago, l'altro secondario, detto bacino del Riotorto dal nome del fosso principale che l'alimenta.

Questo bacinetto, che dà dei sospetti sulla impermeabilità del suo fondo, è stato separato con la diga del Riotorto e con quella di S. Michele da tutto il resto, e, mediante la sua paratoia di presa e il suo cunicolo viene sfruttato e rapidamente smaltito ogni volta che si sia riempito almeno oltre la quota 1009,50, lasciando allora chiusa la paratoia di presa del lago.

Le dighe sono costituite da un corpo in terra argillosa ben assestata e fortemente compressa; anteriormente si è costruita un'unghia di guardia che si sprofonda alquanto nel suolo; e il basamento fortemente immerso nel terreno misura uno spessore medio di 29 metri.

Il profilo è trapezio come si vede nella fig. 6: il paramento a valle con inclinazione 4 su 5 è costituito in terra battuta rivestita con zolle erbose; il paramento a monte con inclinazione 2 su 3 è attualmente protetto con breccie, che oramai si è disposto secondo la sua naturale inclinazione ed è risultato la migliore protezione contro il moto ondoso.

Dapprima questa protezione, come segnato in fig. 6, era stata fatta mediante pietrame a secco contenuto in gabbioni di rete metallica, ma risultò insufficiente e quindi è stata completamente sostituita con la difesa di breccie a scarpa naturale.

Le dighe hanno un franco di due metri sulla quota massima, una larghezza media in superficie di m. 3,30 oltre quasi m. 1,50 di ghiaia. Il volume complessivo delle dighe è dell'ordine di 350.000 m³ di cui un terzo circa costituito da breccia e il resto dalla terra compressa.

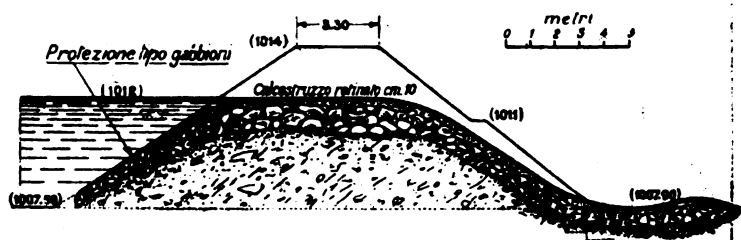


Fig. 7. — Sezione dello sfioratore delle dighe.

Nella diga Scennerato è sistemato lo sfioratore a quota 1012 della lunghezza complessiva di 150 metri più quattro paratoie larghe ognuna circa un metro con la soglia alla quota 1011, manovrabili in caso di necessità. La soglia è costituita da un pendio atto ad accompagnare la lama stramazzone e a sottrarre il basamento della diga all'azione di scalzamento, come è indicato dalla fig. 7. Tutta la soglia e la parete di tracimazione sono costituite in breccie con sovrapposta una coltre di calcestruzzo retinato di 10 cm di spessore.

L'acqua sfiorante defluisce verso l'inghiottitoio Scennerato, capace di smaltire in pieno rigurgito fino a circa 14 m³ al secondo.

Nelle cave da cui si è estratta la terra per la diga Scenne-

rato si raccoglie sempre dell'acqua. Questa proviene in massima parte dal lago per filtrazioni sottopassanti il corpo della diga e in piccola parte dalla zona imbriferà dello S'enne at. Tutta quest'acqua andrebbe naturalmente all'irrigazione se non si fosse pensato di ricuperarla mediante un impianto di elettropompe. Allo scopo si è costruito un edificio in cemento armato

Per facilitare l'afflusso dell'acqua verso la bocca di presa, si è praticata sul fondo del serbatoio una trincea di invito la quale si spinge per una certa profondità entro il lago (fig. 8).

La bocca di presa immette in una galleria col fondo a quota 1007,20 che attraversa tutta la diga e prosegue rettilinearmente fino ad immettere nella vera vasca di carico costruita

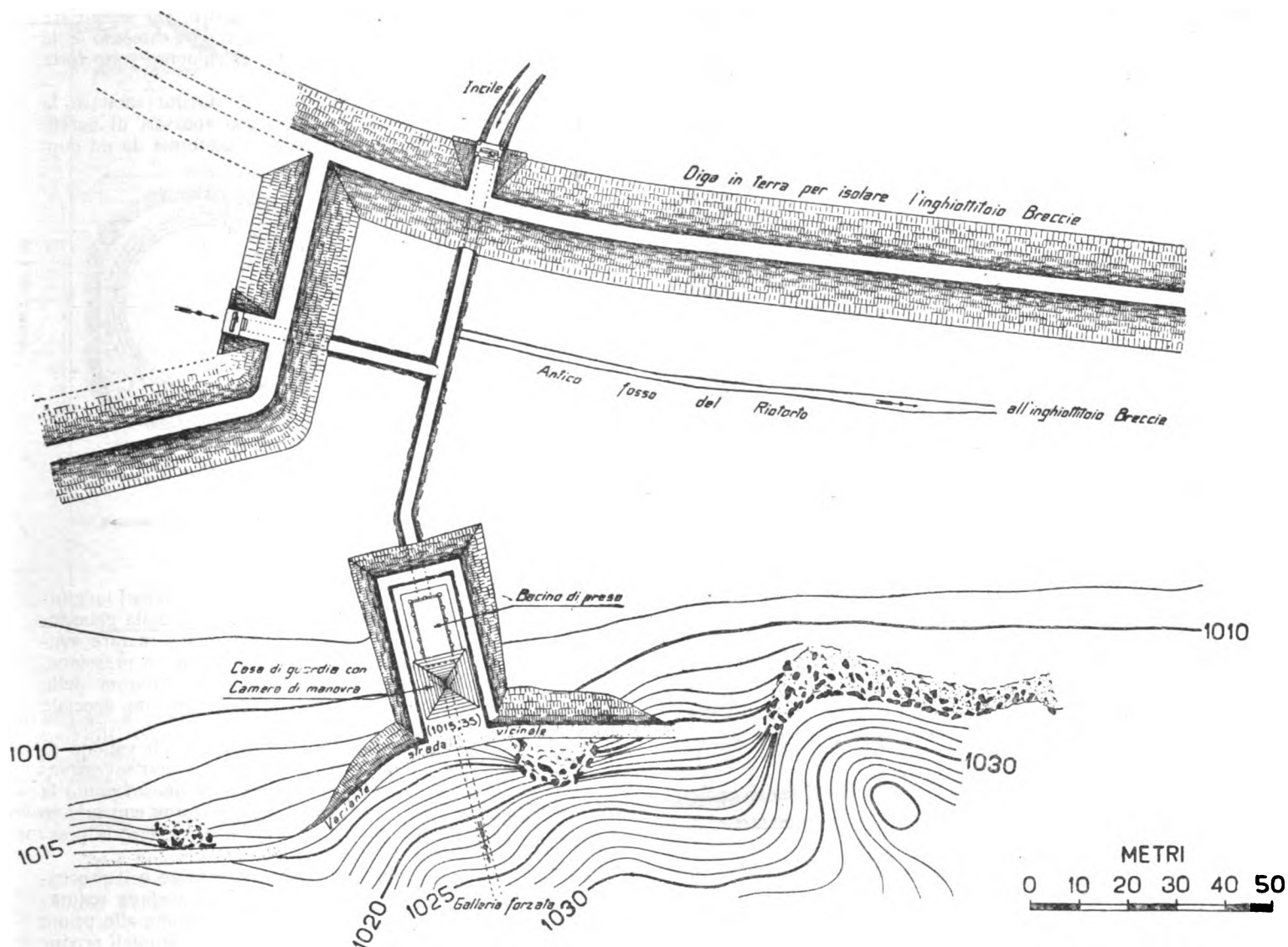


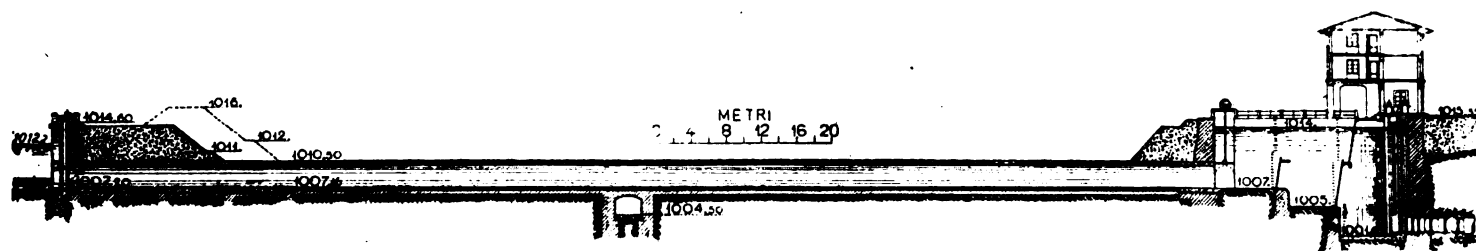
Fig. 8. — Planimetria delle opere di presa alla diga Breccia.

installando nel corpo anteriore una cabina di trasformazione e nel corpo posteriore due gruppi verticali composti ciascuno di un motore trifase della potenza di 30 kW, a 260 V, 900 giri, 45 periodi, e di una pompa centrifuga con prevalenza variabile da m 2,25 a m 6,70 e con portata variabile da 315 a 250 litri/s.

Le pompe sono autoregolatrici entro i limiti del 30 per cento della portata che possono fornire per ogni grado di apertura

a breve distanza dalla diga come è indicato nella sezione di fig. 9.

La lunghezza di questo primo tratto di galleria è di metri 112,50. Lungo il suo percorso fra la diga e il bacino di carico s'innesta presso a poco ad angolo retto il cunicolo che proviene dalla paratoia di presa del bacino Riotorto. Il cunicolo di presa ha la sezione di una ellisse schiacciata per aumentare in



media in cemento armato separando completamente la seconda dalla terza camera, dalla quota 1005 alla quota 1015,35.

La camera posteriore ha il fondo a quota 1001,60. Sulla parete di essa si apre l'imbocco della galleria forzata che adduce le acque al pozzo piezometrico ed alla tubazione forzata della centrale del primo salto.

L'immissione alla galleria è comandata da una paratoia manovrabile a mano dall'alto mediante apposito pozzo di manovra. Una seconda paratoia costituita da un diaframma di calcestruzzo del peso di circa 20 quintali può in caso di necessità essere fatta cadere per sbarrare l'accesso alla galleria forzata.

Sopra la vasca di carico è costruita la casa di abitazione del guardiano: al piano terreno si trova la camera di manovre delle paratoie.

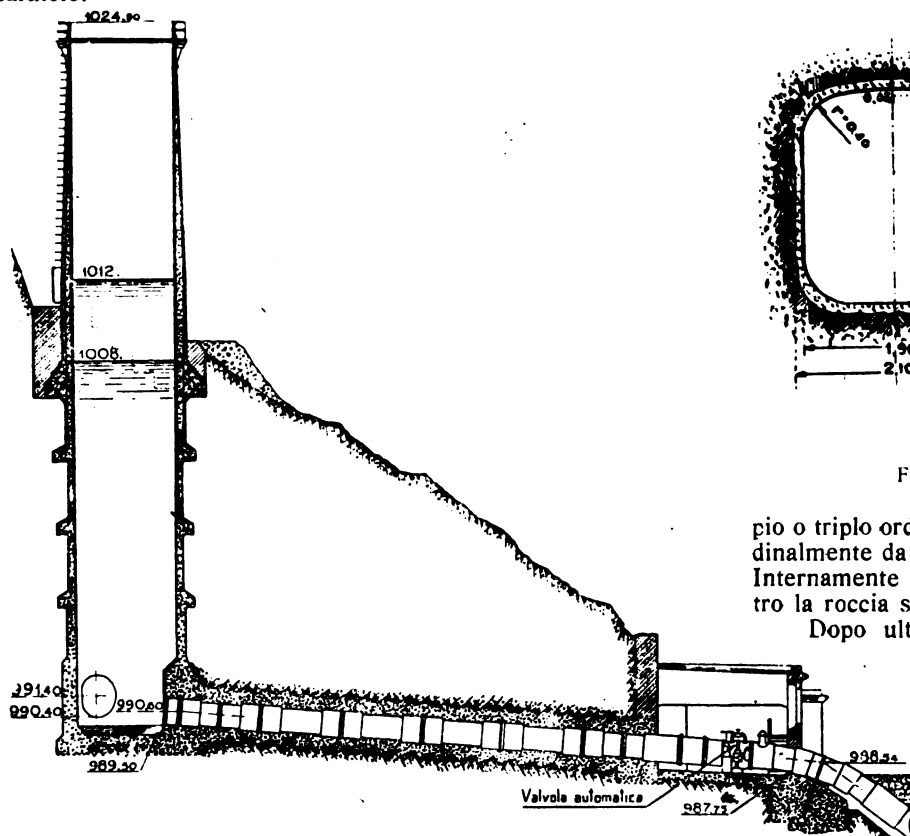


Fig. 10. — Sezione del pozzo piezometrico e dell'inizio delle condotte forzate.

Galleria forzata e pozzo piezometrico.

Il primo tratto della galleria forzata, subito a valle della vasca di carico è rivestito con tubi di lamiera, mentre in tutto il rimanente del suo percorso la galleria è intonacata o murata come è descritto in seguito.

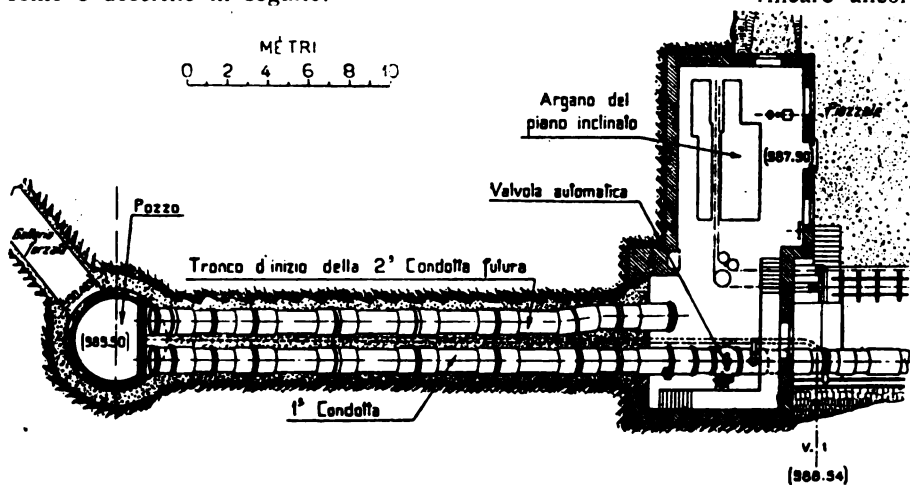


Fig. 11. — Planimetria del pozzo piezometrico e dell'inizio delle condotte forzate.

La galleria è lunga 2,5 chilometri ed ha un percorso quasi rettilineo, con pendenza di 4,8 per mille. Essa attraversa il monte Raspato (1220 m) passa quasi affiorando sotto il vallone di Macchiavite, e mette capo al pozzo piezometrico.

La figura 12 rappresenta le sezioni normali della galleria scavata nella roccia calcarea. La sezione varia di forma secondo i tipi di terreni che si sono incontrati ma la luce libera si mantiene eguale a circa 4 metri quadrati.

Dove la roccia si presentava sana e tale da non esercitare spinte, si è adottata una sezione rettangolare a spigoli arrotondati e la parete di roccia fu semplicemente intonacata con uno strato di cement gun. Nei tratti nei quali le condizioni dei terreni attraversati si presentavano meno favorevoli si è proceduto ad un vero e proprio rivestimento di calcestruzzo armato o no, secondo i casi. Il rivestimento fu coperto internamente di intonaco di cemento liscio, mentre, per assicurare l'indispensabile continuità di contatto fra il rivestimento e la roccia in posto, si procedette a iniezioni di cemento sotto forte pressione.

In tratti particolarmente difficili si è dovuto adottare la sezione circolare di 1 metro di raggio con spessori di parete rilevanti in cemento armato. L'armatura è costituita da un dop-

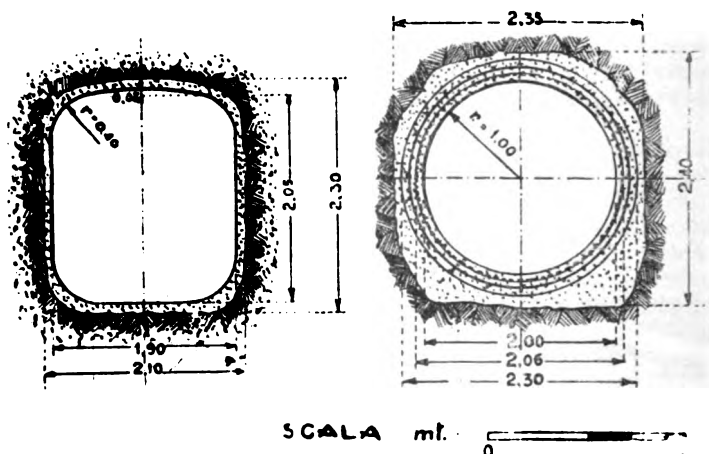


Fig. 12. — Sezioni della galleria forzata.

pio o triplo ordine di tondini piegati a circolo, e collegati longitudinalmente da altri tondini disposti secondo l'asse della galleria. Internamente si dispose sempre l'intonaco liscio, mentre contro la roccia si eseguirono le iniezioni di cemento in pressione.

Dopo ultimati i lavori, tutta la superficie interna della galleria fu pennellata con cemento speciale impermeabilizzante.

Dove la galleria sottopassa il vallone di Macchiavite, lo spessore di terreno sovrastante si riduce a pochi metri. In questo punto la galleria è completamente rivestita con tubi in lamiera con spessori atti a sopportare la pressione dell'acqua.

Particolarmente interessante è il processo per il quale si arrivò alla perfetta tenuta.

Come sempre accade in tali casi, si verificarono alle prime prove, delle fessure localizzate, nel rivestimento, le quali producevano delle perdite di qualche decina di litri per secondo. Mediante opportune iniezioni di cemento si ripararono le avarie prodottesi e si ripeterono nuovamente le prove. Si ebbe a verificare ancora qualche nuova fessura ma con perdite molto minori di quelle della prima volta. Riparando anche queste, e ripetendo più volte le prove, si arrivò in capo a qualche settimana a rendere completamente impermeabili le pareti della galleria.

A progressiva 2416,13 ha termine la galleria forzata la quale sbocca nel pozzo piezometrico, costruito col duplice scopo di attutire gli effetti di un eventuale colpo di ariete che avesse a verificarsi nelle condotte forzate, e di sopprimere alle improvvisi chiamate d'acqua della centrale del primo salto.

Il pozzo è costituito da un edificio cilindrico alto m. 35,40 col fondo a quota 989,50 e la bocca a quota 1024,90. Esso è parzialmente ricavato in iscavo, e in parte è costruito fuori terra. La sezione del pozzo piezometrico è circolare con diametro costante di m. 5. Il livello statico dell'acqua nel pozzo sarà al massimo a quota 1014, onde rimarrà un

marginale di contenimento di 10 metri per trattenere le eventuali oscillazioni che si verificassero (figure 10 e 11).

Il pozzo piezometrico, per la parte in iscavo è completamente rivestito con parete di calcestruzzo armato, fortemente immersa nel terreno circostante mediante grosse riseghe anulari. La porzione emergente dal terreno costituisce una vera torre in cemento armato che trova la sua fondazione in una più robusta risega praticata presso la superficie del suolo. Tale ri-

sega di fondazione è poi fortemente immersata in un blocco di muratura (fig. 18).

La galleria forzata sbocca nel pozzo col suo asse a quota

a volta, con una base di m. 4,40 e un'altezza massima di metri 2,40. Entro il tappo di calcestruzzo che chiude la galleria trova posto, oltre alle due tubazioni principali, anche un piccolo

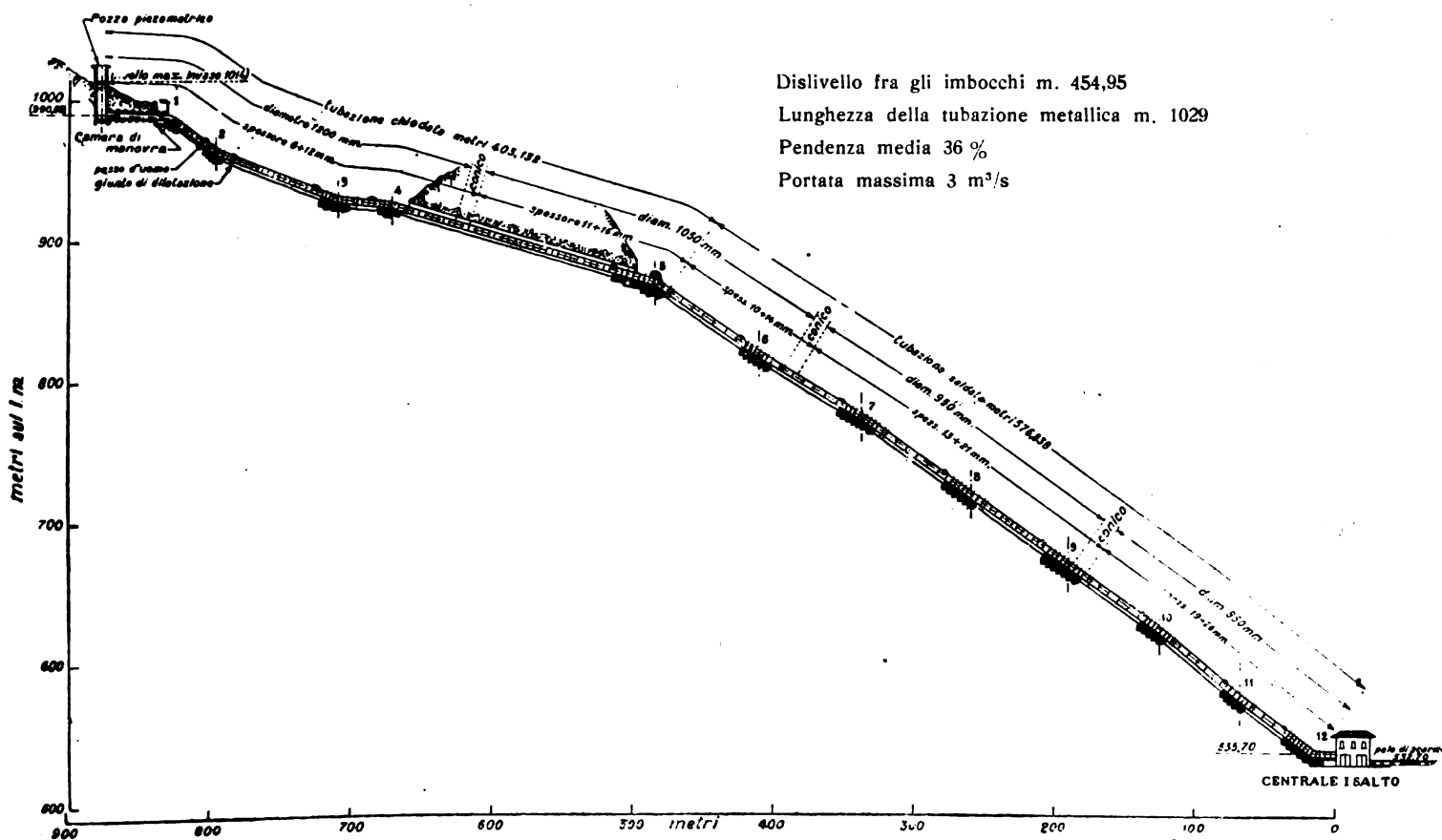


Fig. 13. — Profilo della condotta forzata del primo salto.

991,40 e quindi poco al di sopra del fondo di esso (quota 989,50). Dallo stesso pozzo, in direzione obliqua rispetto all'asse della galleria, si dipartono due condotte forzate coll'asse d'imbocco a quota 990,60, come si vede nella pianta di fig. 11.

Tubazioni forzate del primo salto.

Si è fin'ora installata una sola tubazione (fig. 18). Tuttavia nel primo tronco è già messo in opera quello che deve costituire l'inizio della futura seconda tubazione di cui è prevista la installazione.

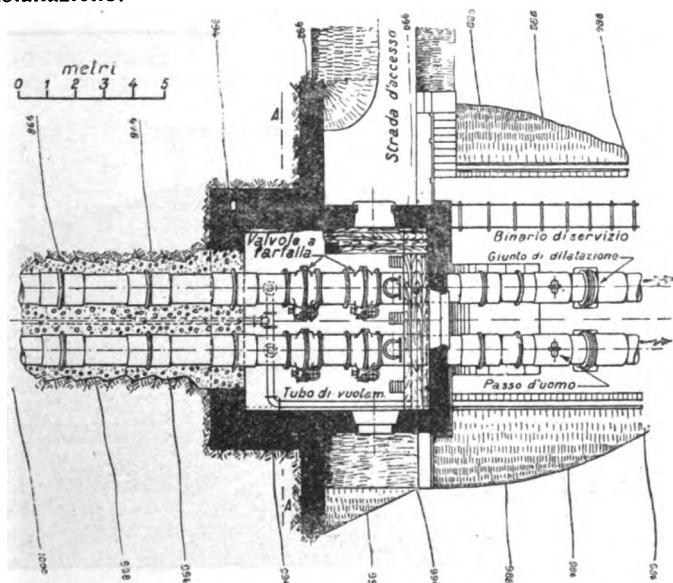


Fig. 14. — Pianta della camera delle valvole.

Questo primo tronco doppio è quello che va dal pozzo piezometrico fino all'affioramento delle tubazioni sul versante della montagna, ed è lungo circa 26 metri. Le tubazioni sono posate in una galleria ricavata nella roccia e successivamente riempita completamente di calcestruzzo. I tubi hanno in questo tratto un diametro interno di 1200 mm. e spessore di 6 mm. La galleria ha una sezione rettangolare superiormente deformata

tubo di scarico del pozzo piezometrico, di 200 mm. di diametro (figure 14, 15 e 16).

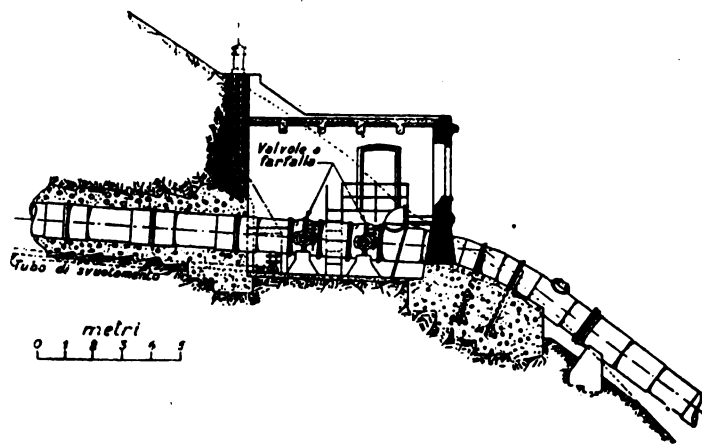


Fig. 15. — Sezione della camera delle valvole.

Dove le due tubazioni sboccano all'aperto è costruita la camera delle valvole. Essa ha pianta quadrata con m. 6,50

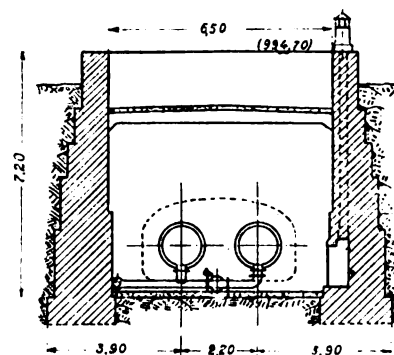


Fig. 16. — Sezione della galleria delle condotte forzate.

di lato ed è coperta con tetto piano a nervature e soletta di cemento. Ad essa si perviene mediante una piccola strada d.

servizio. All'entrata nella camera delle valvole, le due tubazioni che si erano mantenute parallele cogli assi a m. 1,90 uno dall'altro, divergono leggermente fino a portare la distanza fra gli assi a m. 2,20. Una delle due tubazioni è per ora chiusa e termina nella camera stessa in attesa di essere prolungata fino alla centrale (fig. 14 e 15).



Fig. 17. — Centrale primo salto.

La camera delle valvole è stata prevista per l'installazione di due valvole a farfalla una di seguito all'altra. Attualmente sull'unica tubazione montata è installata una sola valvola che è del tipo a farfalla, automatica per eccesso di velocità. Tale valvola è anche comandabile a mano sul posto, ovvero a distanza dalla centrale primo salto. Un ingegnoso dispositivo permette di provare, ogni volta che si desidera, l'efficienza del circuito di comando, mentre una suoneria dà l'allarme in centrale qualora la valvola scattasse intempestivamente.

Nella stessa camera delle valvole è anche installata sulla condotta una valvola di rientrata d'aria per ovviare il pericolo di schiacciamento della tubazione nel caso di chiusura brusca della valvola a farfalla.

Dalla tubazione, inferiormente si stacca un piccolo tubo di 200 mm. di diametro, governabile con apposito rubinetto e che serve a vuotare in caso di necessità il tronco di tubazione a monte (fig. 14 e 15). Il tubo di scarico si unisce a quello proveniente dal pozzo piezometrico ed insieme mettono capo ad una cunetta praticata parallelamente alla condotta forzata. Un apposito by-pass permette il graduale riempimento della condotta.

La condotta forzata ha un andamento planimetrico rettilineo. Essa ha una lunghezza complessiva, fra il pozzo piezometrico e l'entrata in centrale, di m. 1029; il dislivello fra i due imbocchi estremi è di m. 454,95, cosicchè la pendenza media risulta del 36 %.

Appena fuori dalla camera delle valvole, vi è il primo ammassaggio a cui fa seguito un giunto di dilatazione. Altri 19 ammassaggi si notano lungo il percorso e alcuni fra essi di rilevante importanza. Fra due ammassaggi consecutivi sono sempre montati i giunti di dilatazione; sono anche predisposti parecchi passi d'uomo per l'ispezione interna della tubazione (figura 13).

La condotta si svolge per la maggior parte a cielo libero sul versante montano. Fra le progressive 355 e 549 vi è però un tratto di tubazione posata in galleria. Non si hanno a notare, lungo il percorso, speciali opere d'arte.

Il diametro della tubazione varia da mm. 1200 appena dopo la camera delle valvole fino a un minimo di mm. 850 in-

fieriormente. Nella parte superiore, dal pozzo piezometrico fino alla quota 872, dove corrisponde una altezza idrostatica di 140 metri, la tubazione è chiodata, mentre nella parte inferiore essa è saldata. Gli spessori variano da un minimo di 6 mm. nei primi tronchi, fino ad un massimo di mm. 16 per la tubazione chiodata, e da mm. 10 fino a mm. 28 nei tronchi saldati.

La portata massima che la tubazione è chiamata a fornire è quella di 3 m³/s; in corrispondenza di essa, la velocità massima dell'acqua nei tubi è di m. 5,35 per secondo.

Inferiormente, la condotta dopo aver attraversato un robustissimo blocco di ammassaggio, compie un angolo in pianta disponendosi orizzontale e parallela alle pareti dell'edificio della centrale verso monte (fig. 19). Questo tronco orizzontale è una parte del tronco ad U che ad installazioni ultimate, collegherà inferiormente le due tubazioni.

Dal tronco orizzontale si dipartono perpendicolarmente due tubi di alimentazione delle due turbine Pelton installate in centrale.

A fianco delle tubazioni è rimasto il piano inclinato armato con binario Decauville che venne impiegato per i lavori di montaggio. Il binario è servito da una funicolare a un solo carrello con fune di coda e dispositivo per regolare automaticamente la tensione della corda.

Centrale del primo salto.

L'officina sorge in fondo ad uno stretto vallone, circondata da boschi secolari di faggio; a sud solamente il panorama si allarga verso la piana del Volturro ed il lontano Vesuvio (fig. 17).

Ad essa si accede mediante una stradetta, che parte dalla stazione superiore della funicolare secondo salto ed è servita da Decauville a trazione elettrica con locomotore a batteria. L'edificio è a pianta rettangolare ed ha il lato maggiore parallelo alla direzione del vallone. Sul ripido pendio della montagna è stato creato un vasto piazzale su cui è stata costruita la centrale con la palazzina per il personale di servizio lasciando scoperta un'area per il futuro ampliamento dell'officina (fig. 19).

Sala macchine.

Attualmente la sala macchine misura 22 metri di lunghezza per 13 di larghezza. E' costruita interamente in muratura di pietrame, ed è coperta con tetto piano in soletta di cemento, sostenuto da travate trasversali in cemento armato. Quando verranno installati gli altri gruppi l'edificio sarà ampliato costruendo verso sinistra un'altra ala eguale a quella esistente.

Una gru elettrica a ponte da 24 tonnellate fornita dalla San Giorgio di Sestri Ponente, serve la sala macchine. Il piano di scorrimento di essa è a quota 542,30; le rotaie sono sostenute da una travata poggianti su lesene sporgenti dalle pareti.

Nella sala sono installati due gruppi turbo-alternatori con eccitatrici coassiali da 7000 kVA l'uno (fig. 21).

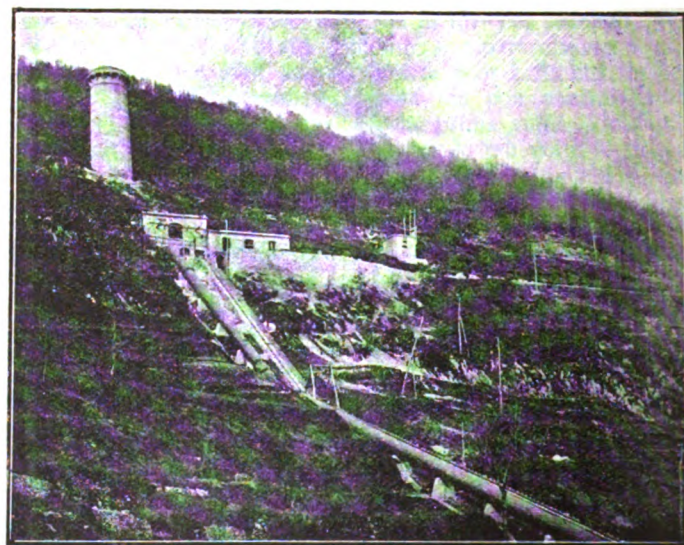


Fig. 18. — Pozzo piezometrico e condotta forzata del primo salto.

Nel senso della sua maggiore lunghezza sotto il piano del pavimento sono ricavate due gallerie; la prima a sezione rettangolare a doppia volta superiore ed inferiore, con pareti rivestite di calcestruzzo di cemento, larga 3,40 m, alta tra le imposte della volta m. 3,50, serve per il scarico dell'acqua delle turbine: la galleria sbocca dall'edificio e mette capo ad una

vasca di calma a pianta quadrata di circa m. 6 di lato col fondo alla quota 530,30. Dal bacino di calma l'acqua normalmente tracina per una soglia a quota 532,40 nella vasca di presa del canale derivatore per il secondo salto. E' però possibile, aprendo una paratoia a mano montata sul lato guardante il vallone, di scaricare completamente l'acqua dalle motrici attra-

nali, che corrono paralleli e separati fra loro da un sottile diaframma (fig. 20), lunghi m 2 e alti m 1,50 all'imposta della volta, col fondo alla quota 531, viene scaricata all'aperto.

I cunicoli sboccano sul lato sud dell'edificio e sono provvisti all'estremità di portelle rapidamente chiudibili in caso di necessità, mediante sgancio.

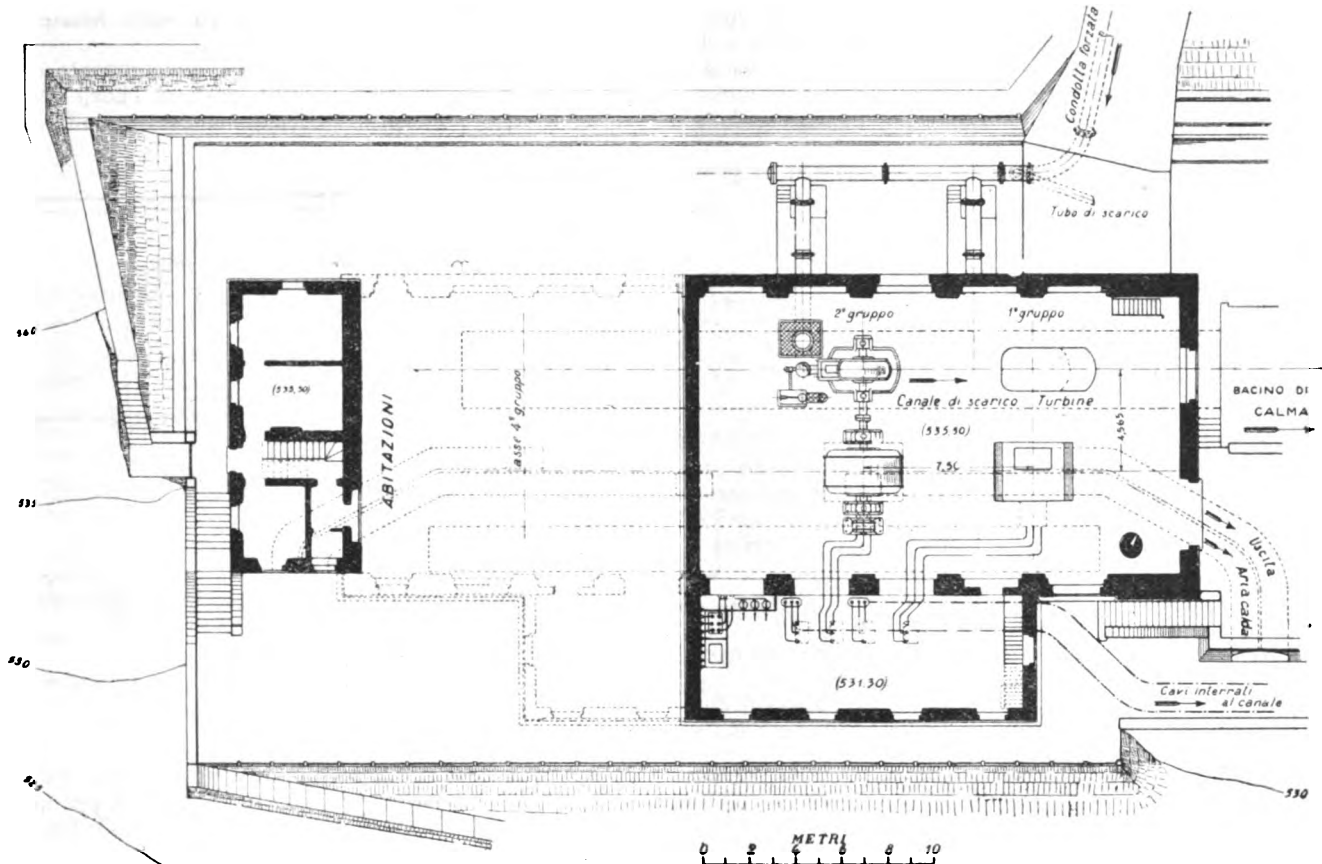


Fig. 19. — Centrale primo salto.

verso uno scivolo nel sottostante torrente e in tal modo si può tenere in esercizio la centrale primo salto, anche quando l'altra centrale fosse fuori servizio (fig. 23).

Viceversa, se per un caso qualsiasi, la centrale primo salto dovesse restar ferma, allora vi è la possibilità di alimentare ugualmente l'impianto secondo salto. Infatti, come si vede nella fig. 23 esiste una derivazione nella condotta forzata del primo salto che adduce l'acqua ad una valvola di riduzione (normalmente chiusa) che aperta può senz'altro attraverso un bacino

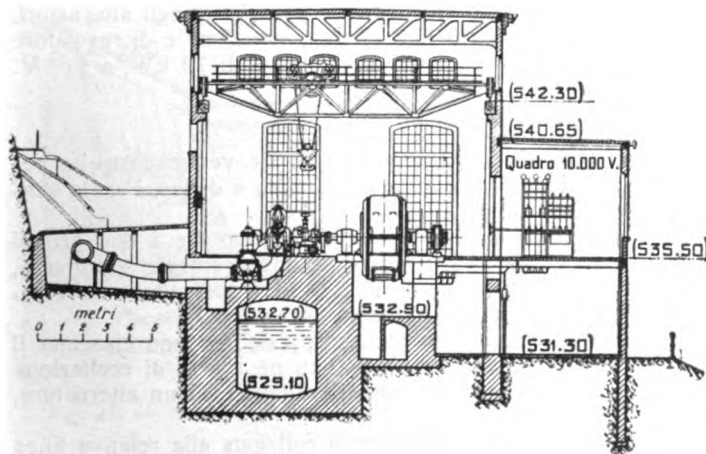


Fig. 20. — Sezione trasversale della centrale primo salto.

di calma far tracimare l'acqua nella vasca di presa del canale derivatore del secondo salto.

L'altra galleria che sottopassa la sala macchine nel senso della sua maggiore lunghezza è il corridoio dei conduttori di macchina e vi si trovano pure installate le bobine di impedenza come si vedrà appresso.

L'aria di ventilazione per gli alternatori viene aspirata attraverso il sotterraneo del locale quadro; poi attraverso due ca-

Edificio Quadro.

Annesso al lato maggiore della sala macchine dalla parte del vallone si trova l'edificio quadro particolarmente semplice poichè, come si vedrà, la trasformazione e la regolazione della energia prodotta nell'officina primo salto viene effettuata nella centrale inferiore. E' a pianta rettangolare di m 10,75 per m 4,75: il pavimento del piano superiore è a livello con quello della sala macchine a quota 535,50 (fig. 19, 20 e 22).

Il piano inferiore ha il pavimento alla quota 531,30 ed è diviso da un muro divisorio in due locali: uno più grande dove oltre ai trasformatori servizi ausiliari trovano posto le partenze dei cavi per la centrale inferiore, e l'altro minore che ospita la batteria.

Al piano superiore nel vasto vano ottenuto nelle pareti della sala macchine vi sono i pannelli dei due gruppi: sul lato sinistro vi sono i pannelli dei servizi ausiliari e un gruppo convertitore per la carica degli accumulatori. Al centro vi è un sistema di sbarre di smistamento così come meglio sarà detto tra poco.

Macchinario della centrale del primo salto.

Nella centrale sono installati due gruppi turbo-generatori con eccitatrici coassiali da 7000 kVA l'uno.

Le turbine sono state fornite dalle Officine Meccaniche Riva e gli alternatori con relative eccitatrici dal Tecnomasio Italiano. Le garanzie e le caratteristiche offerte dai gruppi sono qui sotto elencate.

Turbine.

Le turbine che azionano gli alternatori sono del tipo Pelton ad unico ugello: ognuna costruita per una caduta media netta di 460 metri e un volume d'acqua di litri 1500 (circa 10/10 di apertura) sviluppando la potenza all'asse di circa 5400 kW alla velocità di 540 giri per la frequenza normale di 45 periodi.

La ruota è costruita in acciaio fuso con le pale riportate: il distributore pure in acciaio è a getto circolare con regolazione ad ago e con deviatore a tegolo ed è comandabile anche a mano.

L'albero è in acciaio fucinato con flangia direttamente ricavata alla forgia — i supporti sono a lubrificazione automatica e a circolazione d'acqua di raffreddamento.

Le macchine sono provviste di regolatore automatico a pressione d'olio, comandato con cinghie, munito di apparecchio compensatore della staticità e di dispositivo per variare i giri per poter generare corrente a frequenze diverse tra 42 e 46 periodi ossia tra 504 e 552 giri. Vi è pure il limitatore automatico di velocità in caso di fuga. La manovra d'apertura e di chiusura avviene mediante servomotore idraulico e le variazioni di carico sono ottenute, oltre che a mano, mediante motorini agenti sulla leva del regolatore comandati, di regola, dalla centrale inferiore invece che dalla superiore.

Ogni turbina è provvista della sua saracinesca con by-pass e servomotore idraulico di manovra.

Garanzie.

1). *Rendimento.* — Alla velocità media di 528 giri sono garantiti con la tolleranza dell'1 per cento i seguenti rendimenti:

a 10/10 di apertura	81 %
a 7,5/10	82 %
a 5/10	79 %

2). *Variazioni di velocità.* — Con un $P D^2$ pari a 55.000 kgm^2 passando dal funzionamento a vuoto a quello a pieno carico si verificherà un aumento di velocità che può essere regolato a piacere tra 0 e 5 %. Per repentini distacchi di carico si avrà uno scarto momentaneo di velocità sul nuovo regime:

Stacco di carico	1/4	1/2	totale
Scarto di velocità	3,5	6 ÷ 7	12 ÷ 14 %

Inoltre è stato previsto che possano sopportare senza inconvenienti la propria velocità di fuga non superiore a 950 giri.

Per un brusco distacco simultaneo dal pieno carico di entrambe le turbine l'aumento di pressione che si verificherà nella condotta forzata non sarà superiore al 18 %.

Ogni turbina completa pesa 29 tonnellate.

Alternatori.

Gli alternatori per corrente trifase sono capaci di sviluppare in modo continuo 7000 kVA per $\cos \varphi$ compreso tra 1 e 0,7 alla tensione di 9500 ÷ 10.500 volt con frequenza rego-

labile tra 42 e 46 periodi variando i giri fra 504 e 552 al minuto con opportune manovre sul regolatore delle turbine.

Gli alternatori sono del tipo chiuso-ventilato ad asse orizzontale con albero flangiato per accoppiamento diretto con la motrice.

Sono montati su unica piastra di fondazione per i supporti e per lo statore. La ruota polare è costituita da un mozzo e da una corona di lamieroni di ferro su cui sono fissate le dieci espansioni polari.

Lo statore è diviso in due parti, l'avvolgimento è a stella formato da sbarre di rame isolate, posti in canali semiaperti. I supporti sono a lubrificazione automatica con raffreddamento a circolazione d'acqua.

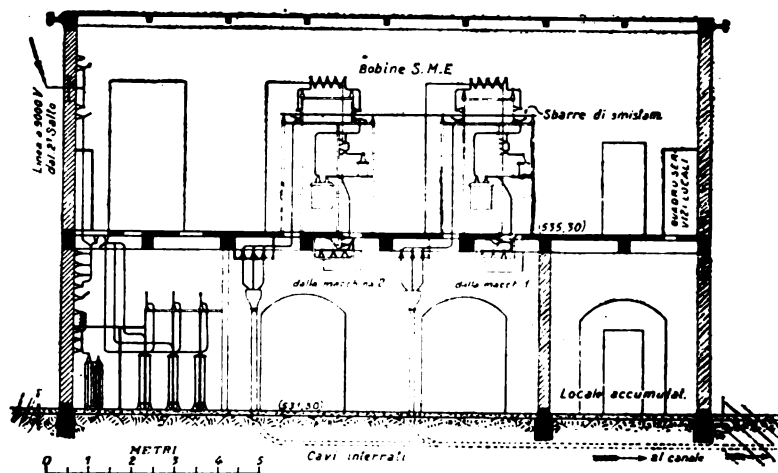


Fig. 22. — Sezione longitudinale del locale quadro.

Garanzie.

1) Sopraelevazione massima di temperatura di 40° sull'ambiente per il pieno carico costante di 7000 kVA per qualunque condizione di sfasamento tra 1 e 0,7, frequenza e tensione.

2) Sopraccarico ammissibile del 10 % sul carico massimo per dodici ore continuative senza inconvenienti.

3) Rendimenti garantiti sono i seguenti:

per il funzionamento a 10.000 volt, 44 periodi

al carico	1/1	1/2
$\cos \varphi = 1$	96 %	93,5 %
$\cos \varphi = 0,75$	95 %	92 %

Passando dal funzionamento a 44 periodi a pieno carico di 5250 kW al funzionamento a vuoto senza variare nè l'eccitazione, nè la velocità, si verifica una variazione di tensione del 10% per $\cos \varphi = 1$ e del 28% per $\cos \varphi = 0,75$.

Il peso di un alternatore completo con l'eccitatrice annessa è di 75.000 kg; il $P D^2$ di ogni alternatore è di 55.000 kgm^2 .

Le eccitrici sono direttamente accoppiate agli alternatori, sono provviste di poli ausiliari di compensazione e di regolatore automatico di tensione; hanno una potenza di 70 kW, a 110 V.

Collegamenti elettrici e quadro.

Come si è già accennato, la centrale venne costruita per essere in gran parte regolata e comandata a distanza dalla centrale del secondo salto.

Il parallelo e la ripartizione del carico fra i due gruppi vengono pure effettuati dal personale della centrale sottostante, cosicchè nella centrale del primo salto resta soltanto a compiersi una semplice sorveglianza.

Le eccitrici direttamente accoppiate servono ciascuna il proprio alternatore; non sono installati nè sbarre di eccitazione nè alcun dispositivo per smistare l'eccitatrice di un alternatore, sull'altro.

Normalmente ogni macchina è collegata alla relativa linea partente per il secondo salto; eventuali commutazioni di una macchina sulla linea corrispondente all'altra vengono compiute soltanto in via eccezionale, valendosi delle apposite sbarre ausiliarie.

Ogni alternatore è munito del suo regolatore automatico di tensione, del limitatore di corrente e dei dispositivi che ne provocano la diseccitazione in caso di corti circuiti o di eccesso di tensione.

Le manovre elettriche, le segnalazioni e l'illuminazione di riserva funzionano, come di solito, a corrente continua, alimen-

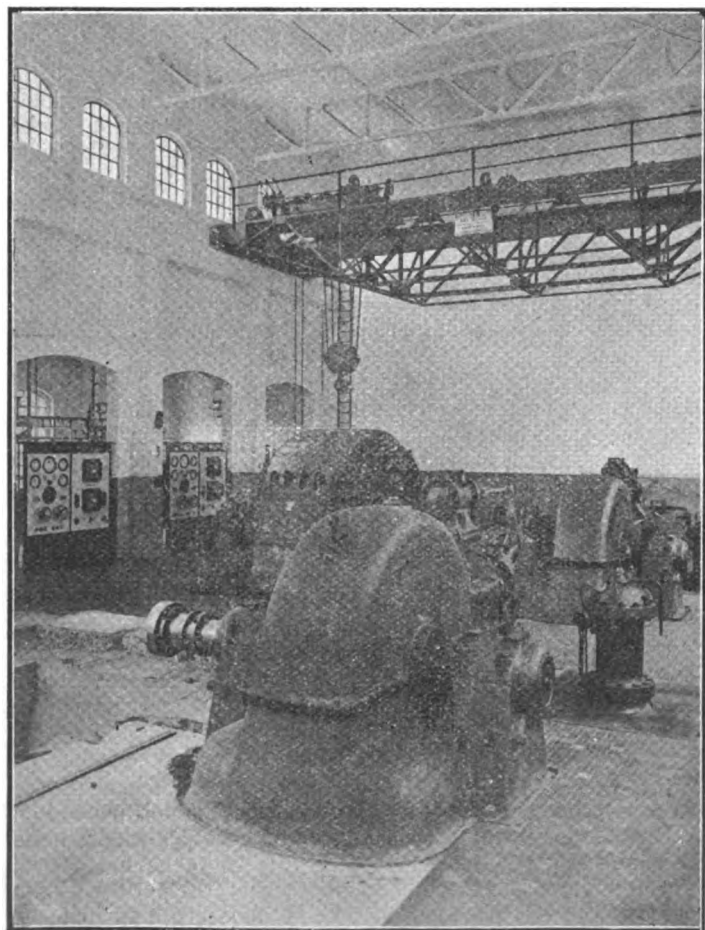


Fig. 21. — Sala macchine della centrale primo salto.

tata da una batteria a 66 elementi della capacità di 74 ampère-ora.

I rimanenti servizi sono invece a corrente alternata fornita da due appositi trasformatori della potenza di 20 kVA cia-

cale quadri. Il pannello dei servizi ausiliari è invece collocato nello stesso locale del quadro, a piano terreno, contro la parete minore a valle, sopra la batteria degli accumulatori.

Un centralino telefonico serve a collegare la centrale primo

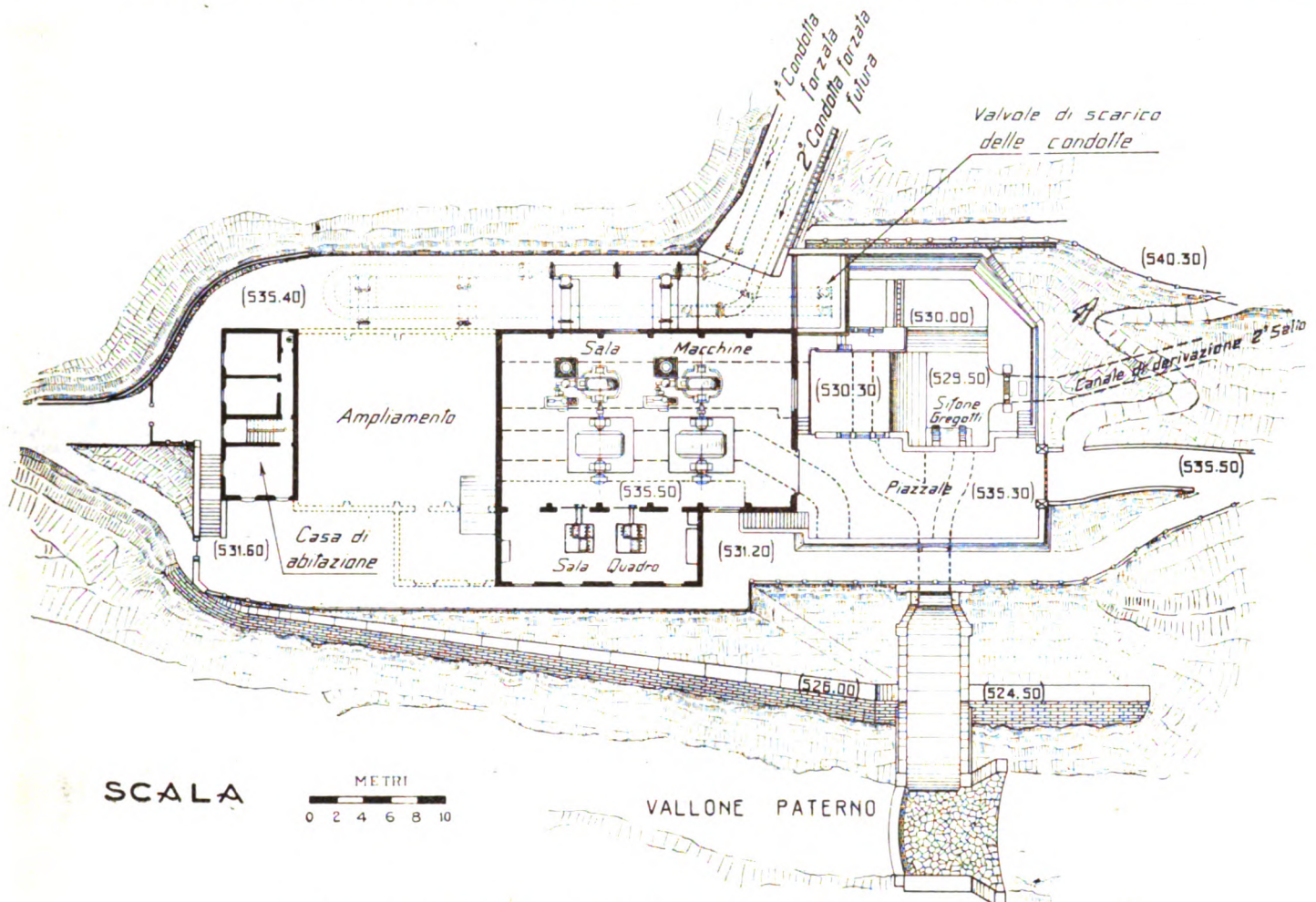


Fig. 23. — Planimetria centrale primo salto e opere di presa del secondo salto.

scuno. Essi, normalmente, non sono allacciati alle sbarre di questa centrale, che di solito non sono in tensione, ma ad una linea aerea a 9250 V che parte dalla centrale del secondo salto e che distribuisce energia nei Comuni limitrofi.

Nel progettare il quadro, si è seguito il concetto di raggruppare le poche manovre, nel locale a piano terreno in comunicazione colla sala macchine. In questo locale perciò si trovano due intelaiature in ferro, una per ciascuna macchina,

salto con quella secondo salto attraverso una linea di servizio in cavo: esiste una seconda linea aerea che oltre a collegare le

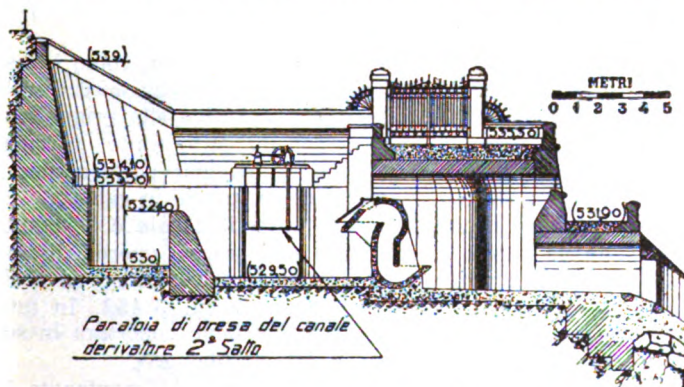


Fig. 24. — Sezione trasversale delle opere idrauliche allo scarico della centrale primo salto.

le quali contengono: l'interruttore in olio principale, l'interruttore in olio di collegamento colle sbarre ausiliarie, i coltelli prima e dopo tali interruttori, e i trasformatori di corrente e di tensione per gli apparecchi di misura e per i regolatori automatici.

Nel sotterraneo vi sono soltanto: le connessioni fra macchine e quadro, le estremità dei cavi partenti per il collegamento colla centrale inferiore e le bobine di impedenza.

I pannelli di comando delle macchine sono collocati al livello del piano della sala macchine e sono disposti in modo da riempire vaste aperture ricavate nella parete fra sala macchine e lo-

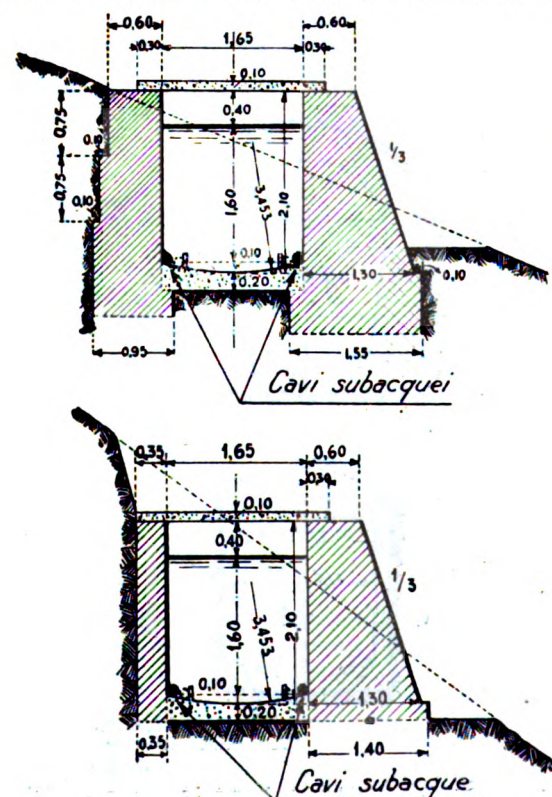


Fig. 25. — Sezioni normali del canale derivatore pel secondo salto, in trincea.

due centrali lo mette in comunicazione anche col guardiano del lago.

Canale derivatore del secondo salto.

La presa delle acque per l'alimentazione della seconda centrale avviene nella vasca (vedi fig. 23) in cui sfiora l'acqua di scarico delle turbine e in caso eccezionale l'acqua prove-

Nella parete della vasca, dal lato opposto a quello dove trovasi la centrale, si apre una bocca rettangolare che immette immediatamente nel canale derivatore. La bocca di presa ha le dimensioni di m. 2,10 di larghezza per m. 2,10 di altezza, ed ha la soglia a quota 529,50 allo stesso livello del fondo della

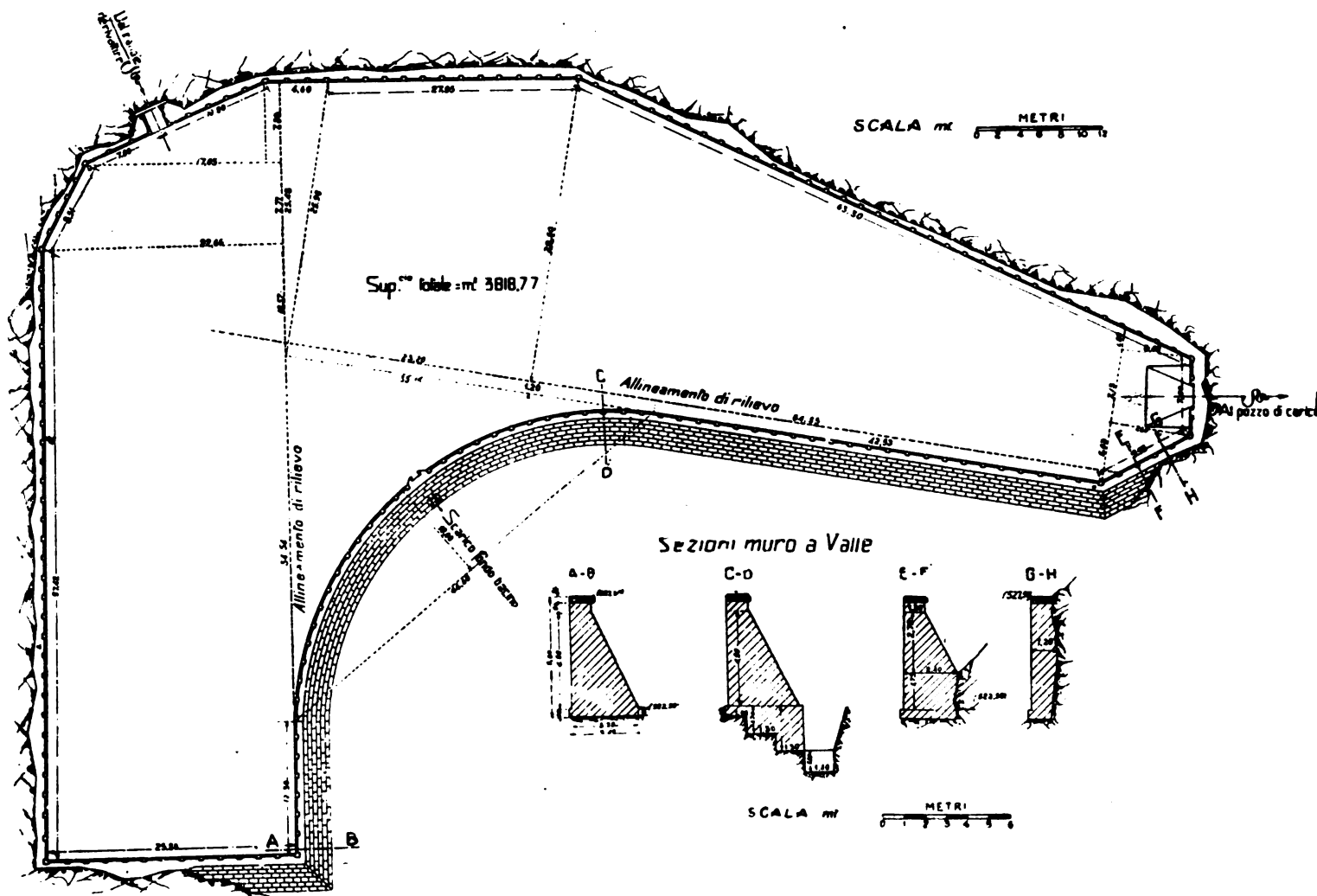


Fig. 26. — Bacino di compenso fra primo e secondo salto.

niente dalla valvola a riduzione posta sulla condotta. Sulla parete a valle della vasca è installato un sifone autoscaricatore Gre-

vasca. Per la regolazione della derivazione è sistemata una paratoia manovrabile a mano mediante apposito congegno a ruota elicoidale.

Il canale di derivazione è lungo complessivamente 2820 metri, e funziona a pelo libero con pendenza costante dell'1,7 per mille. Ha sezione rettangolare di m 1,65 di larghezza e con altezza di acqua di m 1,60; è proporzionato per una portata di 6 m³/s.

Lo sviluppo planimetrico è alquanto tortuoso, come è reso necessario dalle accidentalità del terreno nel quale il canale si svolge. Appena uscito dalla vasca di carico alla prima centrale, il canale entra in galleria per un certo tratto; il rimanente del percorso si sviluppa per la maggior parte a mezza costa, con intercalati però parecchi brevi tronchi in galleria.

Nei tratti in trincea a mezza costa il canale è sostenuto verso valle da parete in muratura con scarpa esterna di uno su tre. Il fondo è costruito in gettata di calcestruzzo ed è sistemato ad arco di cerchio con raggio di m. 3.453. In tutti i tratti all'aperto il canale è protetto mediante copertura in soletta di cemento dello spessore di 10 cm (fig. 25).

Dove il canale si addentra in galleria si è mantenuta la sagoma rettangolare provvedendo a rivestire il fondo e le pareti verticali dello scavo con una gettata di calcestruzzo di cemento dello spessore di 15 cm. La parte superiore dello scavo, foggata a volta, si è lasciata senza rivestimento (fig. 27).

In alcuni tronchi di galleria si sono incontrate formazioni rocciose non sufficientemente sane per permettere una costruzione così semplice. Si è allora ricorsi a praticare lo scavo con sezione rettangolare di m 2,75 di base, superiormente completata con volta a tutto sesto. Lo scavo è stato completamente rivestito con una robusta camicia in muratura; lo spessore minimo della volta in muratura è, in chiave, di 40 cm., mentre le pareti verticali sono foggiate a scarpa verso l'interno. La sezione liquida assume quindi una forma trapezia di altezza

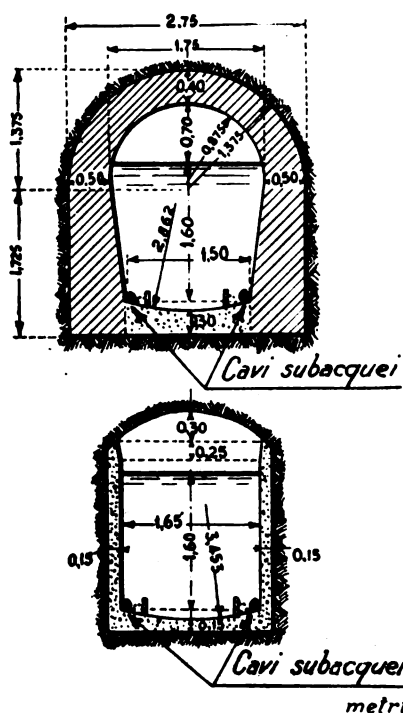


Fig. 27. — Sezioni normali del canale derivatore pel secondo salto, in galleria.

gotti che mantiene il livello d'acqua a quota 532. L'acqua di sfioro attraverso lo scivolo descritto precedentemente va a finire nel vallone (fig. 24).

m 1,60 e colla base maggiore superiore di m 1,75 e quella inferiori di m. 1,50 (fig. 27).

Entro il canale sono collocati i due cavi che servono, come sarà detto più avanti, al collegamento elettrico delle due centrali. I cavi sono sul fondo del canale adiacenti alle pareti laterali.

Dal bacino di compenso

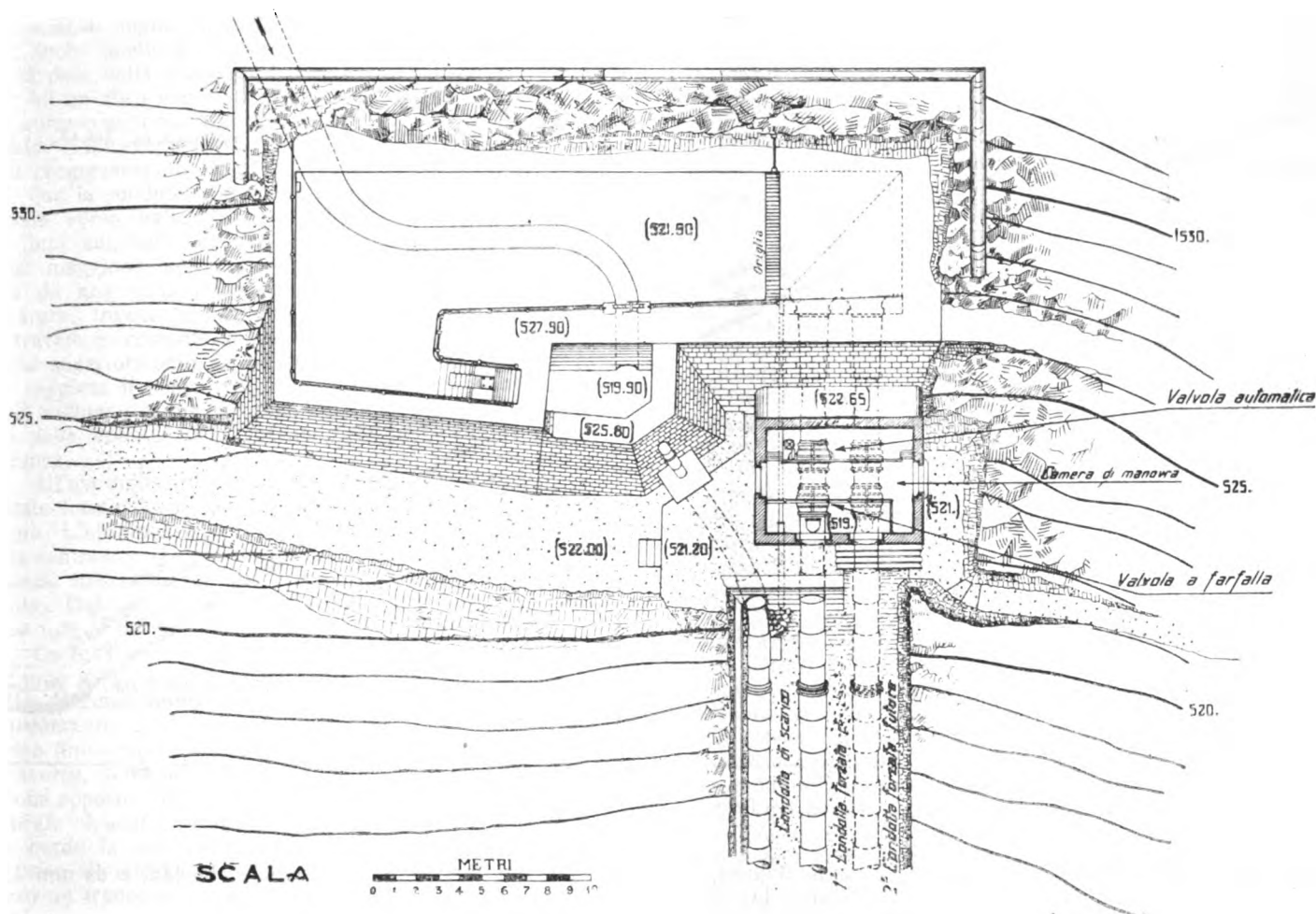


Fig. 28. — Planimetria vasca di carico del secondo salto.

Bacino di compenso fra il primo ed il secondo salto.

Alla progressiva 2820, in località Cila, il canale di derivazione sbocca in un bacino di compenso, costruito allo scopo di permettere una certa elasticità di funzionamento fra le due centrali. Il bacino venne ricavato sbarrando con un lungo

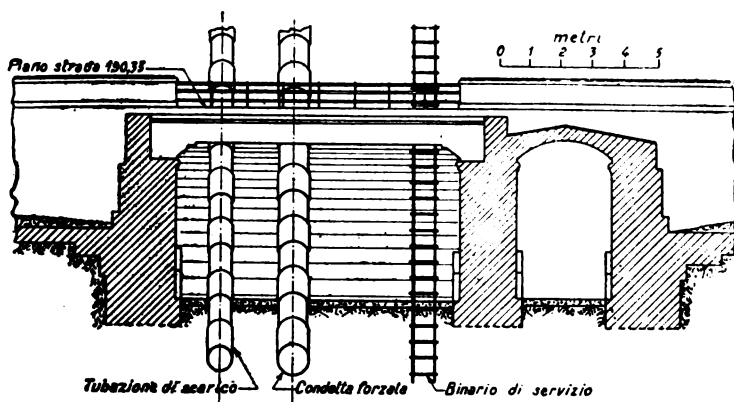


Fig. 29. — Sezione trasversale dell'attraversamento della strada della Madonna delle Grazie.

Verso l'estremità del braccio maggiore il bacino, che in certi punti raggiunge una larghezza di quasi 30 metri, si restringe gradatamente fino a metri 7 sulla parete di fondo. In questa parete è praticata la bocca di accesso ad un nuovo breve

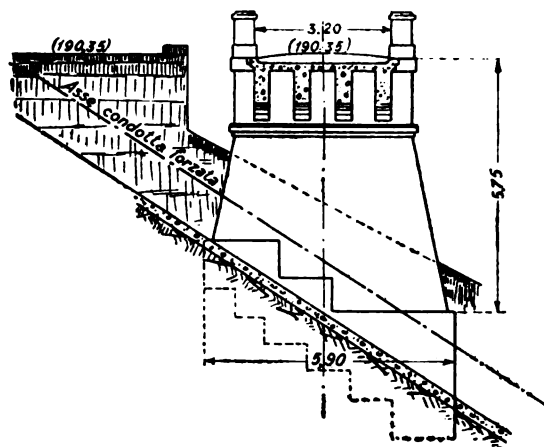


Fig. 30. — Sezione longitudinale dell'attraversamento della strada della Madonna delle Grazie.

muraglione in pietrame un valloncetto naturale esistente in quella località; ha una forma ad L e lo sbocco del canale derivatore avviene in esso proprio nel vertice dell'angolo, sul lato maggiore, uscendo da un tronco di galleria (fig. 26).

L'altezza del muraglione di contenimento, è di m 4,50; il muro ha sezione trapezia con paramento a monte verticale e paramento a valle inclinato del 50 %. Lo spessore in sommità è di m 1; la testata superiore è ricoperta con un solettone in cemento di 20 cm. di spessore. Il ciglio del sommo della so-

tronco di canale il quale immette le acque nella vasca di carico delle tubazioni del secondo salto.

Vasca di carico e tubazioni forzate del secondo salto.

La vasca di carico ha una forma pressochè rettangolare, con una lunghezza di m 30 e una larghezza di circa m 6. Il canale adduttore delle acque provenienti dal vicino bacino di compenso sbocca nella vasca sulla parete maggiore di essa, verso monte, ad un estremo della vasca (fig. 28).

Il fondo della vasca è a quota 519,20; l'altezza d'acqua è di circa m. 7,70. La vasca, ricavata parzialmente in scavo nella roccia è chiusa verso valle da un muraglione in muratura di pietrame col ciglio superiore a quota 529,00.

Il muro di contenimento ha il profilo normale di una diga di ritenuta a gravità del tipo triangolare. Il paramento a monte

mm. ad un minimo di 900 mm. I primi 400 metri di tubazione sono chiodati, mentre la parte inferiore della condotta, dove il carico statico supera i 145 m; è costruita con tubi saldati; nel punto dove cominciano i tubi saldati, il diametro della condotta è di 1000 mm.

Gli spessori delle lamiere variano da un minimo di mm 6

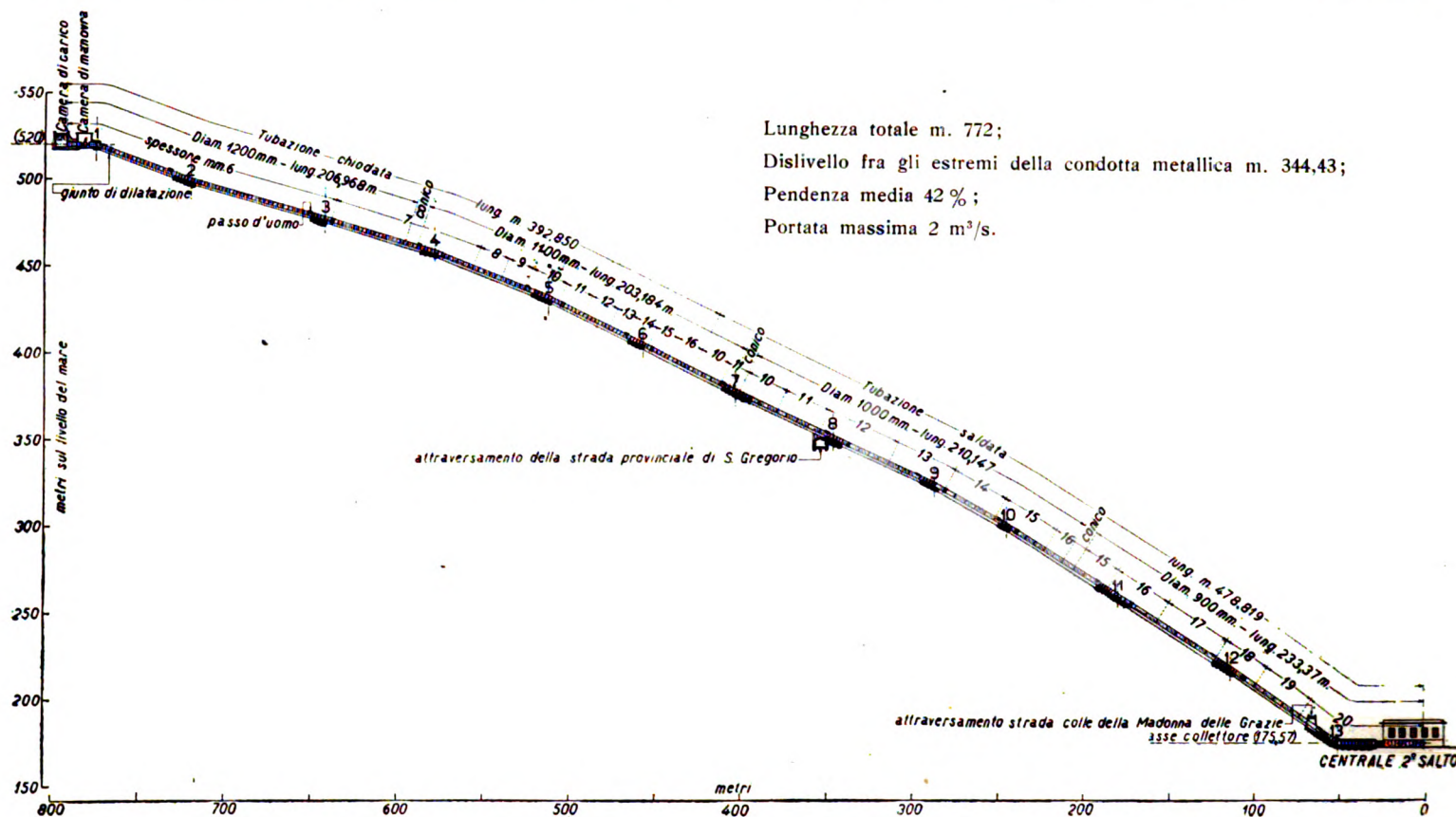


Fig. 31. — Tubazione forzata secondo salto.

è verticale; quello a valle è inclinato di 7 su 5, mentre gli ultimi due metri in alto sono a paramento verticale. Lo spessore minimo del muro in sommità è di m 1,30; l'altezza massima è di m 8,70 dal fondo della vasca. Le fondazioni sono solidamente immerse nella roccia.

Su un angolo della parete a valle è installato un sifone Gregotti il quale scarica in apposito pozzo ricavato a ridosso della parete della vasca e nel quale si innesta la tubazione di scarico.

Nello stesso pozzo mette capo lo scarico di fondo della vasca, comandato da apposita paratoia.

Verso l'estremo della vasca di carico, opposto a quello dove sbocca il canale di adduzione dell'acqua, è sistemata attraverso la vasca una griglia in ferro, dietro alla quale avviene l'innesto delle tubazioni forzate della centrale.

Vi è per ora in opera una sola tubazione, ma nel progetto di completo sviluppo dell'impianto è prevista la posa di una seconda tubazione destinata ad alimentare due nuovi gruppi che saranno installati in centrale.

La tubazione attraversa tutto lo spessore del muraglione di contenimento, mantenendosi coll'asse a quota 520,00. La bocca della tubazione nella vasca non è protetta da paratoia.

A ridosso del muraglione, è costruita la camera delle valvole. Ha una pianta rettangolare di m 7,50 per m 5, disposta col lato maggiore parallelo alla direzione della vasca, ed è coperta con un tetto piano in cemento armato (fig. 27).

Entro la camera è installata sulla tubazione, analogamente a quanto si è visto per il primo salto, la valvola a farfalla a chiusura automatica per eccesso di velocità con comando a mano e con comando a distanza e con gli stessi dispositivi di prova e di allarme per chiusura intempestiva.

La tubazione forzata è lunga complessivamente m 772; il dislivello fra gli estremi di essa è di m 344,43, la pendenza media è quindi del 42 % circa. Essa è calcolata per una portata di 2 m³/s e la velocità massima dell'acqua raggiunge i 4,70 metri per secondo (fig. 31).

Il percorso planimetrico è rettilineo e la tubazione si svolge completamente allo scoperto sul pendio montano.

Il diametro della condotta varia da un massimo di 1200

a un massimo di mm 16 per i tronchi chiodati, e da mm 10 a mm 22 per i tronchi saldati.



Fig. 32. — Centrale secondo salto.

A ridosso della vasca di carico è costruito il primo amarraggio; fra gli altri che si susseguono durante il percorso, al-

cuni ve ne sono di rilevante importanza. I diversi tronchi sono provvisti di giunti di dilatazione e di passi d'uomo.

Lungo il percorso della tubazione si sono dovute costruire alcune opere d'arte.

Così per l'attraversamento della strada provinciale per San Gregorio a progressiva 335, si è provveduto a deviare alquanto verso valle un tronco della strada. La tubazione sovrappassa la strada mediante una arcata in muratura di 6 metri di luce e m 4,50 di monta, la quale sostiene, oltre alla tubazione forzata, anche quella di scarico, il binarietto di servizio e la sede per la posa della seconda tubazione.

Ad un altro manufatto di qualche importanza ha dato luogo l'attraversamento della strada comunale della Madonna delle Grazie. L'attraversamento avviene quasi alla fine della condotta, a progressiva 48 (figg. 29 e 30).

Qui la condotta sottopassa la strada, la quale è stata pure deviata verso valle. Si è costruito un nuovo cavalcavia a due luci adiacenti, di cui la minore ha tre metri di luce e la maggiore ne ha nove. L'apertura minore è costituita da una volta in muratura impostata su piloni pure in muratura. Invece la luce maggiore è ottenuta mediante quattro travate in cemento alte m 1,25 per 25 cm di spessore, collegate superiormente da un solettone pure in cemento armato che sopporta il piano stradale. Data la forte pendenza del declivio montano in questa zona le fondazioni dei piloni di sostegno della volta e delle travate hanno rivestito notevole importanza.

All'estremità inferiore la tubazione forzata si dispone orizzontale formando un gomito trattenuto da un blocco di ammassaggio. L'ultimo tronco corre a fianco della parete dell'edificio della centrale ed è chiuso alla sua estremità; dopo la posa della seconda tubazione, le due condotte saranno collegate con un gomito. Dal tronco orizzontale si distaccano perpendicolarmente i due tubi di derivazione per le turbine installate nella centrale.

La tubazione di svuotamento della vasca di carico, corre per tutta la sua lunghezza accanto alla tubazione forzata. Lungo il suo percorso sono installate delle bocche di entrata d'aria. Il suo diametro che è all'inizio di 1500 mm si restringe gradualmente fino a 800 mm. Giunta al piano, la tubazione di scarico attraversa, sottopassandola, la tubazione forzata e mette capo ad una apposita vasca di smorzamento ricavata nel piazzale della centrale. L'acqua defluente dalla condotta sboccando nella vasca perde la sua energia e successivamente, trabordando da apposito sfioratore sul lato maggiore della vasca, viene, attraverso un tronco di canale, immessa nel canale di scarico delle turbine.

Le tubazioni sono servite da un binarietto che corre a fianco di esse, dalla centrale alla vasca di carico e da una funicolare a due carrelli.

Le tubazioni e le condotte forzate del primo e secondo salto sono delle Officine Nazionali di Savigliano.

(Continua).

Pubblicazioni dell'A. E. I.

L'ELETTROTECNICA — Ogni annata	L. 75, —
più per postali	9, —
Abbonamento (nel Regno)	75, —
(estero)	150, —
Un numero separato (nel Regno)	3, —
(estero)	4, —
più per postali	1, —
NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana	1,50
più per postali	0,80
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:	
Vol. I. - II° Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Province redente	20, —
più per postali	2, —
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	20, —
più per postali	3, —
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)	2,50
più per postali	0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	1, —
più per postali	0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	3, —
più per postali	1, —
NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche	4, —
più per postali	1, —
Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI-NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)	3, —
più per postali	1, —

IL VERO SIGNIFICATO DELLA TEMPERATURA AMBIENTE, DEI LIMITI MASSIMI DI TEMPERATURA E DELLE SOPRAELEVAZIONI DI TEMPERATURA □ □ □ □

ETTORE MORELLI

Rapporto presentato alla riunione di New York della C. E. I.
Aprile 1926

I.

Nei tempi passati, prima che la *Commissione Elettrotecnica Internazionale* si occupasse della questione delle temperature, era invalso l'uso di stabilire le condizioni di riscaldamento delle macchine elettriche indicando esclusivamente la *massima sopraelevazione di temperatura* sopra l'ambiente da raggiungersi nelle prove ed in esercizio. In alcune Norme era anche stabilita una *temperatura ambiente* massima di riferimento.

Fu nella riunione plenaria del 1911 a Torino che, specialmente per opera del compianto Ing. Jona, fu richiamata l'attenzione sopra l'importanza della *temperatura limite* raggiunta dalle parti in contatto cogli isolanti, come quella che doveva essere il cardine di tutte le regole che si riferivano al riscaldamento delle macchine.

Tale concetto da quel momento informò le discussioni e le deliberazioni della Commissione, specialmente per opera di Eric Gérard, di Gisbert Kapp ed altri. Secondo questa concezione si tendeva a partire, nella questione riguardante il riscaldamento delle macchine, dalle considerazioni del fenomeno fisico della conservazione degli isolanti sottoposti alle alte temperature. Si voleva cioè porre come base quelle temperature ammissibili nei conduttori, oltre le quali la vita degli isolanti impiegati si riduceva a durata troppo piccola.

Era questo un campo nel quale esistevano poche esperienze ben decisive e malgrado le molte ricerche fatte rimangono molte incertezze intorno ai valori stessi; per cui allora si intese di stabilire il concetto di base salvo poi applicare man mano quei valori per le diverse qualità di isolanti che l'esperienza avrebbe di volta in volta dimostrato essere i migliori. Le prescrizioni sulle temperature vennero quindi stabilite col procedimento seguente: Determinata per una certa categoria di isolanti la *temperatura massima limite ammissibile*, da quella si doveva dedurre la *temperatura misurabile*, la quale evidentemente, salvo che per il caso di misure con termo-rivelatori elettrici applicati al rame stesso, riusciva inferiore. Si era in secondo luogo fissato a 40° la *temperatura ambiente convenzionale di riferimento*, e la differenza fra la temperatura limite e quella ambiente, dava la *sopraelevazione di temperatura* che doveva servire per le prove di collaudo delle macchine. In queste condizioni la temperatura ambiente era in certo qual modo convenzionale, scelta col criterio che nel servizio normale non si dovesse mai sorpassarla, giacchè altrimenti si sarebbero anche sorpassati colla sopraelevazione concessa i limiti massimi di temperatura consentiti.

Più tardi vi fu da parte di qualche Comitato Nazionale una reazione contro questo modo di procedere, reazione derivante in parte dal considerare la temperatura ambiente di 40° adottata come eccessivamente alta, in parte da una abitudine mentale per effetto della quale si trovava pericoloso iniziare gli acquirenti di macchine ai segreti del calcolo e della costruzione delle medesime.

II.

Ora in tutto questo processo, nel quale hanno forse eccessiva importanza le *considerazioni di carattere puramente tecnico*, è mancata la sincerità di dichiarare senz'altro che vi era implicata una *questione gravissima di interesse commerciale*.

Infatti se il limite massimo di temperatura ammesso è questione che ha da vedere colla conservazione delle macchine, ed è quindi una questione più specialmente tecnica, se la temperatura ambiente è in parte derivata da ragioni fisiche regionali e da convenzioni, la sopraelevazione di temperatura è in-

vece legata alla costante termica delle macchine e quindi alle loro dimensioni ed al loro costo.

Si comprende infatti che data una certa potenza di macchina e data quindi una certa quantità di energia trasformata in calore nell'interno di essa in correlazione col rendimento, la temperatura che la macchina assumerà dipenderà dalla sua costante termica; quindi se a parità di altre condizioni costruttive si concede una maggiore sopraelevazione di temperatura, si concede anche che il volume e la superficie esterna della macchina siano minori. Od in altre parole a parità di dimensioni della macchina si potrà concedere una maggiore quantità di perdite se la sopraelevazione ammessa è maggiore e quindi proporzionalmente usare la stessa macchina per sviluppare una potenza maggiore.

Comunque si consideri la cosa, *l'aumento nella sopraelevazione di temperatura ammessa, significa aumento di potenza specifica della macchina e cioè la possibilità di fornire collo stesso peso una potenza maggiore od una potenza uguale con un minor peso.*

III.

Così stabilite le questioni fondamentali è tempo di chiarire una volta per sempre tutto ciò che si riferisce a questi tre elementi, *temperatura limite, sopraelevazione di temperatura, temperatura ambiente.*

A) Come abbiamo detto le *temperature massime*, ammissibili o misurabili, rappresentano una entità fisica sulla quale l'ultima parola deve essere data dall'esperienza. E' stata stabilita una serie di valori delle temperature limiti, diversi a seconda del metodo con cui sono misurate e questi valori potranno in avvenire essere aumentati o diminuiti a seconda delle risultanze sperimentali. Rimane dunque questa una questione continuamente aperta nelle Norme ed il nostro Comitato di Studi sulle macchine dovrà occuparsene in modo continuo. Sarebbe anzi bene che un Sottocomitato di questo Comitato di studi avesse l'incarico di tener sempre aperta la questione seguendo tutto ciò che di nuovo viene fatto nei grandi Laboratori delle fabbriche e degli Istituti scientifici, riscontrato nell'esercizio degli impianti.

B) La seconda quantità che deve essere presa in esame è la *sopraelevazione di temperatura*, la quale determina la potenza specifica delle macchine e cioè la potenza per kg. di materiale impiegato in esse. I valori che la Commissione Elettrotecnica Internazionale ha adottato e che sono contenuti nella pubblicazione n. 34, sono di *carattere conservatore*, cioè danno un valore di potenza specifica piuttosto basso. Forse ha influito sulla loro scelta il concetto che fosse desiderabile unificare le macchine su un campione largo, capace di sopportare senza soffrirne tutti gli incidenti di servizio e di assicurare una lunga durata; e questa direttiva non può essere condannata.

E' noto che sono state fatte proposte di diminuire a 35° la temperatura ambiente anziché conservarla a 40°, ed esse hanno appunto per ultimo scopo quello di ottenere una maggiore sopraelevazione di temperatura e quindi una potenza specifica maggiore. Spetta al Comitato di Studio sulle Macchine di determinare definitivamente che cosa si vuole, le attuali proporzioni e quindi l'attuale potenza specifica, oppure se si vuole aumentare la sopraelevazione ed avere delle macchine di minor peso. Ora tanto l'una quanto l'altra soluzione può avere argomenti in pro ed in contro, e quindi tanto l'una che l'altra possono essere scelte, ma ciò che è importante è che tutti siano d'accordo e adottino una sola serie di valori, giacché in via generale non è possibile confrontare fra di loro due macchine la cui sopraelevazione ammessa sia diversa.

Sono infatti queste, due unità di misura fra le quali il rapporto non è semplice.

IV.

Veniamo ora alla *temperatura ambiente*. Questo elemento è il più complesso in quanto è diverso se si considerano specificazioni puramente destinate alle prove, oppure specificazioni da tenersi presenti in esercizio.

Per quanto riguarda la prova, una volta stabilita la serie dei limiti massimi di temperatura e quelli delle sopraelevazioni, la temperatura ambiente è semplicemente il risultato di una sottrazione, è cioè quella temperatura ambiente che sommata alla sopraelevazione ci dà la temperatura limite massima per una data qualità di isolante. Essa è quindi la massima temperatura alla quale la prova dovrebbe essere fatta. E' evidente che per quanto riguarda la specificazione della prova, la temperatura ambiente è una semplice indicazione, giacché la sua influenza

sul risultato della prova di sopraelevazione, è, come risulta da molti esperimenti, entro limiti pratici, trascurabile.

Se noi consideriamo invece la *temperatura ambiente in servizio*, essa assume tutt'altro aspetto. Innanzi tutto essa ci dice immediatamente che la temperatura ambiente convenzionale non deve essere superata in esercizio se si vuole assicurare la buona conservazione degli isolanti, per cui assume veramente l'importanza di una prescrizione di servizio. Ma sotto questo rapporto la temperatura ambiente si lega colla temperatura massima reale del luogo in cui la macchina deve funzionare e quindi si collega colla questione della *temperatura climatica*.

Parecchi Comitati Nazionali hanno sollevato delle obiezioni contro la scelta dei 40° di temperatura ambiente, portando come argomento il fatto che nei loro Paesi tale temperatura ambiente non è mai raggiunta. La ragione vera di questa obiezione consiste nel fatto che il valore della temperatura ambiente viene ad essere strettamente collegato colla prestazione della macchina od in altre parole colla sua potenza specifica. Infatti se una macchina costruita per funzionare in un ambiente di 40° con una determinata sopraelevazione di temperatura, viene usata invece in un ambiente di 20°, la sopraelevazione a cui si può sottoporla, senza che superi i limiti massimi concessi, sarà aumentata di 20° e quindi la sua potenza specifica diventerà assai maggiore, senza che gli isolanti vengano sollecitati al di là del concesso. L'obiezione quindi è giustificata da parte di quei Paesi nei quali le temperature anche estive sono basse e nei quali quindi è difficile che si riscontrino Officine in cui la temperatura ambiente raggiunga i 40°.

La Commissione qui si trova davanti ad un problema assai grave, in quanto vi è una contraddizione da risolvere che può essere concretata nel modo seguente.

Scopo della Commissione è di stabilire delle prescrizioni le quali sieno eguali per tutti i Paesi produttori e costruttori di una stessa macchina, in modo che le offerte che provengono da qualsiasi parte sieno confrontabili fra di loro. E' questo un canone su cui basa l'azione della Commissione e che è per noi intangibile. D'altra parte le diversità di temperatura fra Paese e Paese esistono e non possono essere modificate.

Bisogna perciò trovare un compromesso il quale rispetti il principio base e nello stesso tempo possa essere accettato dai Paesi a temperatura bassa, senza che debbano totalmente rinunciare a un beneficio che, in ultima analisi, viene loro concesso dalla natura.

Non bisogna dimenticare però che le necessità e le ragioni prime delle specificazioni della Commissione Internazionale sono quelle che debbono facilitare lo scambio di macchine fra i vari Paesi, perciò la macchina costruita in un Paese freddo può essere destinata ad un Paese caldo e quivi usata.

Comunque è da scartare qualsiasi proposta la quale possa portare a temperature ambiente multiple, sia in un solo Paese, sia in Paesi diversi.

Le soluzioni che si presentano quindi non possono essere che due: o scegliere la temperatura massima presumibile nei Paesi temperati, facendo quindi eccezione solo per i Paesi tropicali, oppure scegliere la media delle temperature massime dei Paesi temperati, facendo allora un maggior numero di eccezioni non solo per i Paesi tropicali ma anche per parecchi di quelli temperati.

La Commissione ha ritenuto colla scelta dei 40° di mettersi per la prima strada, supponendo che 40° sia la massima temperatura che si possa riscontrare nelle Officine di produzione o di distribuzione dei Paesi temperati. Spetta alla Commissione di rivedere questa decisione in base alle proposte che possono essere fatte dai vari Comitati. Sappiamo del resto che è stato proposto di sostituire la temperatura di 35° a quella di 40°, differenza che dopo tutto non è molto grande, se si tien conto delle gravi incertezze nella determinazione delle temperature, sia dell'ambiente, sia delle macchine.

V. — Conclusioni.

1) La serie delle *temperature limiti* delle macchine elettriche è un dato sperimentale in continua evoluzione man mano che la Tecnica progredisce nello studio delle temperature interne delle macchine e nella fabbricazione dei materiali isolanti.

2) E' desiderabile che un *Organo permanente della Commissione* tenga dietro continuamente al progresso in questo campo e proponga di volta in volta le modificazioni da apportare alla serie delle temperature limiti.

3) La *sopraelevazione di temperatura* delle macchine influendo sulla potenza specifica di esse è da considerarsi una questione di carattere commerciale.

4) L'effetto di una variazione in un valore delle temperature limiti delle macchine deve portare di conseguenza un'analoga variazione nel valore corrispondente della *sopraelevazione di temperatura*.

5) Per le *prove delle macchine* è sufficiente la prescrizione della sopraelevazione di temperatura determinata dalla Commissione coi criteri suesposti; l'indicazione della temperatura ambiente di riferimento deve considerarsi soltanto come indicazione precauzionale.

6) La *temperatura ambiente di riferimento* dovendo essere unica per tutti i Paesi, resta ancora da considerarsi se si deve sceglierla come valore massimo, oppure come media dei valori massimi constatabili nei Paesi temperati.

7) In generale lo scopo della Commissione essendo l'unificazione internazionale, la serie dei valori delle sopraelevazioni e il valore della temperatura ambiente devono essere identiche per tutti i Paesi.

L'INDUZIONE PIÙ CONVENIENTE NEL NUCLEO POLARE (B_p) DELLE MACCHINE A CORRENTE CONTINUA □ □ □ □

F. TEDESCHI

Quando il progettista di una macchina a corrente continua deve scegliere l'induzione B_p nel nucleo polare, conosce tutte le caratteristiche meccaniche, elettriche e magnetiche dell'indotto; ha già stabilito l'induzione massima nel traferro; quella nei denti e nella corona d'indotto, quindi sa quante ampère-spire per polo gli occorrono per vincere la riluttanza di queste parti del circuito magnetico.

I criteri ai quali egli si può attenere per la scelta dell'induzione nel traferro e nei denti, riguardano soprattutto la commutazione; quelli per la scelta dell'induzione nella corona riguardano la necessità di non superare una certa perdita di watt nel ferro, per evitare dannosi riscaldamento.

Il valore di B_p invece, ha importanza soprattutto nei riguardi dello spazio, compreso fra un polo principale ed un ausiliario, che si rende disponibile al rame del campo e del polo ausiliario. Nelle macchine moderne dove le ampère-spire A per cm. di periferia d'indotto sono forti, il rame necessario all'avvolgimento del polo ausiliario (sul quale bisogna mettere un numero di ampère-spire proporzionale ad A)⁽¹⁾ occupa sempre un volume considerevole. Se, come è logico, non si vuol dare all'altezza radiale del polo valori eccessivi, è evidente come interessi ricercare la soluzione del minimo volume occupato dal ferro del nucleo polare principale e dal rame della bobina di campo, quando siano stabiliti la densità di corrente nelle spire, il rapporto fra l'altezza radiale del polo e quella della bobina, la lunghezza assiale del polo.

Quando invece le dimensioni della macchina risultano progettate piuttosto con larghezza, la soluzione precedente non interessa più; in questo caso è conveniente ricercare quella che rende minimo il costo totale del polo principale e del suo avvolgimento, quando siano stabiliti la densità di corrente nelle spire, il rapporto fra l'altezza radiale del polo e quella della bobina, la lunghezza assiale del polo.

1. - Ricerca del minimo volume.

Con un metodo grafico abbastanza semplice e pratico è possibile trovare il valore di B_p che, per una data lunghezza assiale del polo, rende minima la somma $2a + b$ (vedi fig. 1) dove:

a = spessore, in cm., della bobina di campo occupato dalle ampère-spire che servono a vincere la riluttanza del nucleo;

b = larghezza in cm. del nucleo polare.

(1) Rigorosamente parlando questa affermazione non è esatta: ma nei casi pratici la proporzionalità si può, con tutta sicurezza, ritenere verificata.

Per maggiori delucidazioni conf. Arnold - la - Cour. - Die Gleichstrommaschinen - 1° volume - Ed. J. Springer - Pag. 426, n. 111 e pag. 443, n. 114.

Dell'intero spessore della bobina, la parte non occupata dalle ampère-spire per polo necessarie per il nucleo polare, non dipende affatto dall'induzione B_p .

Quindi l'induzione che rende minima la somma $2a + b$ rende minimo anche il volume occupato dal ferro e dal rame induttore, quando, è bene ripeterlo, siano prefissati:

$$\text{il rapporto } \alpha = \frac{\text{altezza radiale del polo}}{\text{altezza radiale della bobina}} = \frac{h}{h_1};$$

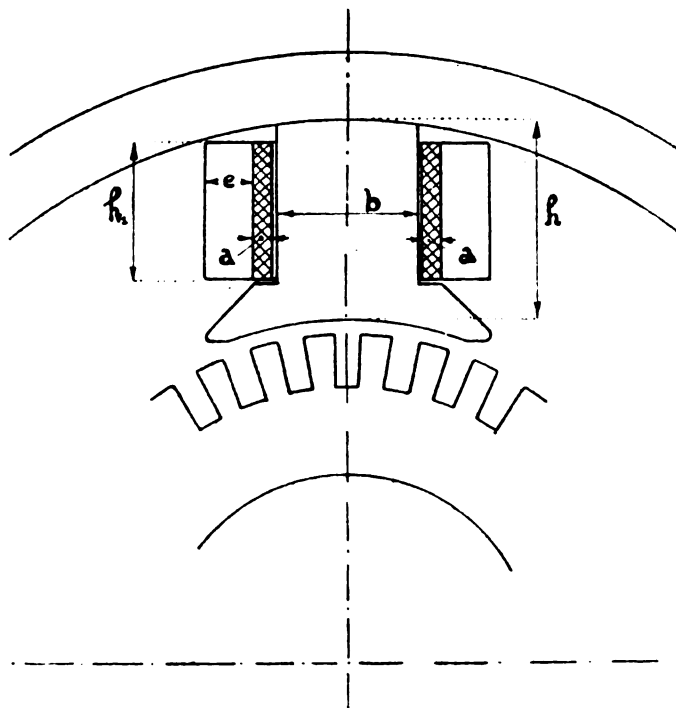


Fig. 1.

a) larghezza del nucleo polare (in cm.);

b) spessore della bobina occupato dalle ampère-spire necessarie per vincere la riluttanza del nucleo polare (in cm.).

la densità σ in amp/mm² nelle spire della bobina di campo; il coefficiente ξ di stipamento dell'avvolgimento di campo⁽²⁾. Una volta trovato B_p , si ricavano a e b , tutti i dati degli induttori e quindi h e h_1 , lo spessore totale della bobina di campo; e si verifica se i valori di α , σ e ξ ricavati coincidono con quelli ammessi a priori.

L'esperienza permette al progettista di fissare α , σ , e ξ con buona approssimazione.

L'induzione B_p nel nucleo è:

$$B_p = \frac{\Phi_p}{0.9 l_p b} \quad (1)$$

dove:

l_p = lunghezza assiale del polo in cm.;

Φ_p = flusso attraverso il polo.

Tanto Φ_p che l_p sono quantità note⁽³⁾.

Ad ogni valore di b corrisponde un determinato B_p e un determinato valore di ampère-spire per cm., A_s .

Poichè si può mettere A_s sotto la seguente forma:

$$A_s = \frac{100 \sigma \xi a}{\alpha} \quad (2) \text{ e ricavare:}$$

$$2a = \frac{\alpha A_s}{50 \sigma \xi} \quad (3)$$

(2) Vedi A. BARBAGELATA: *Macchine elettriche* - Parte I^a, pag. 95 e seguenti.

(3) Veramente è il flusso Φ nel traferro che si conosce esattamente, mentre $\Phi_p = \Phi + \Phi_d$, dove Φ_d (flusso disperso) si può calcolare con buona approssimazione solamente quando è noto il disegno della macchina, col metodo abbastanza rapido di R. Richter (vedi *Elektrische Maschine* - Ed. Springer - 1° volume, pag. 193-198). In prima approssimazione è sufficiente ritenere $\Phi_p \approx (1.15 \div 1.2) \Phi$, salvo verificare poi a macchina interamente progettata.

(4) Infatti: $h A_s = a h_1 \xi \sigma \cdot 10$

$$A_s = 100 a \xi \sigma \frac{h_1}{h} \text{ dove } \frac{h_1}{h} = \frac{1}{\alpha}$$

risulta che prefissati, in base all'esperienza acquisita dallo studio di altre macchine, i valori di α , σ , ξ , anche $2a$ diventa indirettamente una funzione di B_p .

E' possibile allora (vedi fig. 2) mettere in diagramma i valori di B_p , come ordinate, in funzione dei corrispondenti valori di b (curva II) e $2a$ (curva I) come ascisse. Ora, se da un punto M dell'asse delle ordinate si conduce la parallela all'asse delle ascisse fino ad incontrare in C e D le curve dei diagrammi, il segmento CD darà senz'altro la somma $2a + b$, e i segmenti CM e MD indicheranno rispettivamente b e $2a$, corrispondenti all'induzione scelta OM .

Il punto M dell'ordinate per il quale la somma $CM + MD = CD$ è minima ci darà senz'altro il valore $OM = B_p$ dell'induzione più conveniente nel nucleo polare.

Se si adotta la medesima scala per le ascisse b e $2a$ il segmento cercato CD è quello minimo che si misura direttamente sul diagramma; in caso diverso il segmento cercato CD risulta composto di due parti CM e MD che bisogna leggere nelle rispettive scale; e allora la lunghezza minima reale non coincide più con quella minima che si misura direttamente sul diagramma, il che obbliga a qualche tentativo prima di arrivare alla soluzione desiderata.

Poichè i valori di $2a$ e b che corrispondono alla medesima induzione sono sempre molto diversi fra loro, la scelta della stessa scala per i due assi delle ascisse è in generale incomoda, salvo far coincidere l'origine delle ascisse b anzichè con lo zero, con il più alto valbre possibile (come si è fatto nella fig. 2).

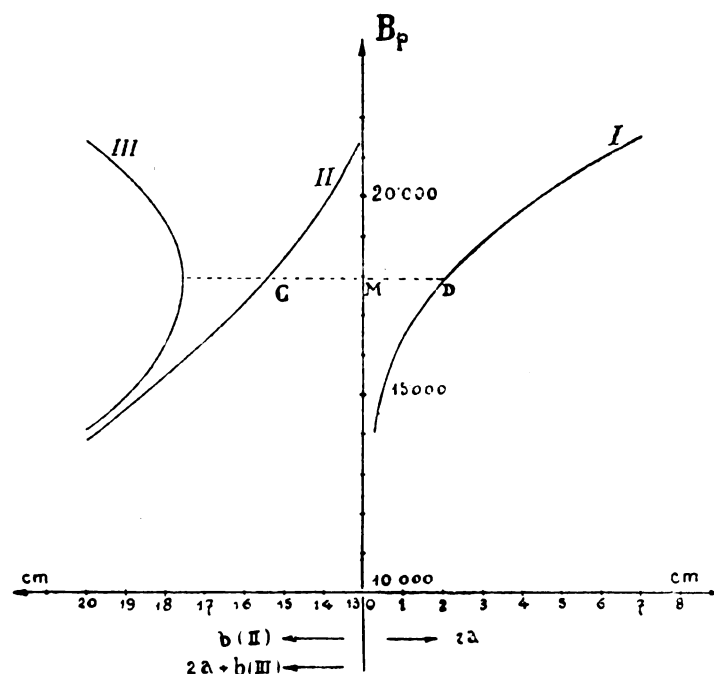


Fig. 2.

Diagramma per la ricerca del minimo volume degli induttori di una dinamo di 300 kW.

Più semplicemente ancora, esprimendo direttamente B_p in funzione di $(2a + b)$ (curva III della fig. 2) è facile trovare il valore di B_p che corrisponde alla minima ascissa.

Nella curva III della fig. 2 il minimo valore di $2a + b$ è 17.55 cm, cui corrisponde $E_p = 17.950$.

$$2a = 2.05 \text{ cm.}$$

$$b = 15.50 \text{ cm.}$$

Il procedimento indicato si presta meglio ad una verifica che ad un vero calcolo di B_p .

Scelto un valore di B_p , come si fa ordinariamente, si calcola tutto l'induttore (ferro e rame) con i metodi soliti: conoscendo allora α , σ , e ξ si verifica col sussidio del diagramma della fig. 2 se l'induzione scelta è, o no, la più conveniente.

Le eventuali modifiche da apportare alla dimensione b non sono di solito così profonde da mutare gran che α , σ , ξ e non costringono quindi quasi mai ad una seconda verifica dopo che, sulla base del nuovo valore di b , si è ricalcolato l'avvolgimento di campo.

Si può per maggior chiarezza, dare un esempio verificando l'induzione nel nucleo polare di una dinamo di 300 kW interamente progettata.

I dati costruttivi che riguardano gli induttori sono i seguenti:

Nucleo polare in lamiera comune;

$$l_p = 32 \text{ cm;}$$

$$b = 17 \text{ cm;}$$

$$\Phi_p = 8 \times 10^6;$$

$$B_p = 16.300;$$

Spire per polo 1050 con filo del diametro di 26/10 di mm;

Il filo ricoperto ha $d_o = 29.5/10$ mm;

Bobina avvolta a strati sfalsati;

Corrente di eccitazione 8.95 ampère;

Densità nel rame induttore $\sigma = 1.7 \text{ amp/mm}^2$;

Rapporto $\alpha = 1.22$;

Coefficiente di stipamento $\xi = 0.71$.

$$(\xi = 0.907 \frac{1}{1 + \frac{2\varepsilon}{d}} \text{ dove } \varepsilon = d_o - d).$$

In base a questi dati la (1) diventa:

$$B_p = \frac{8 \times 10^6}{0.9 \times 32 \times b}$$

$$B_p = \frac{278000}{b} \quad (1a)$$

e a sua volta la (3) diventa:

$$2a = \frac{1.22 A_s}{50 \times 1.7 \times 0.71}$$

$$2a = \frac{A_s}{50} \quad (3a)$$

Per ogni valore attribuito a b , si ricavano i corrispondenti valori di B_p , A_s , $2a$, $2a + b$ (vedi tabella); e si costruisca il diagramma della fig. 2.

Tabella con i possibili valori di b ; B_p ; A_s ; $2a$; $2a + b$; C_R ; C_f ; C in una dinamo di 300 kW.

b cm	B_p	A_s amp-spire per cm	$2a$ cm	$2a + b$ cm	C_R Lire	C_f Lire	$C = C_R + C_f$ Lire
13	21.400	370	7	20	1400	189	1589
13.5	20.600	276	5.52	19.02	1250	196	1446
14	19.850	221	4.41	18.40	1125	203	1328
14.5	19.150	173	3.40	17.70	1030	210	1240
15	18.500	130	2.60	17.60	950	213	1168
15.5	17.950	102	2.05	17.55	895	225	1120
16	17.350	80	1.60	17.60	860	232	1092
17	16.350	46	0.92	17.92	800	247	1047
18	15.450	23	0.56	18.56	775	251	1036
19	14.600	18	0.35	19.36	765	275	1040
20	13.900	14	0.27	20.27	770	290	1060

Dal diagramma risulta che la minima somma $2a + b = 17.55$ cm si ottiene per $B_p = 17.950$, a cui corrispondono i valori:

$$b = 15.50 \text{ cm}$$

$$2a = 2.05 \text{ cm}$$

Però il diagramma ci indica che per valori di B_p compresi fra 17.000 e 19.000 la somma $2a + b$ può ritenersi praticamente costante, perchè assume valori compresi fra 17.70 cm e 17.75 cm, mentre variano notevolmente le proporzioni fra $2a$ e b ossia fra rame e ferro.

Anche per non saturare eccessivamente il nucleo, e per ottenere una macchina più economica converrebbe scegliere $B_p = 17.000$.

A questo valore dell'induzione corrispondono:

$$2a = 1.35 \text{ cm.}$$

$$b = 16.35 \text{ cm.}$$

Riassumendo:

1) il procedimento indicato serve abbastanza bene nei casi pratici, quando interessi la massima economia di spazio, come metodo di verifica;

2) i risultati ai quali porta, non vanno naturalmente presi alla lettera: nel senso che spesso è utile, anzi necessario, scostarsi un poco dal minimo indicato o per evitare eccessive saturazioni nel nucleo, o per progettare una macchina più economica.

Comunque esso permette sempre di trovare l'induzione

più conveniente dal punto di vista dello spazio occupato dal polo col suo avvolgimento, compatibilmente con le altre esigenze costruttive;

3) mostra l'influenza che esercitano sull'induzione corrispondente al minimo volume i valori di α , σ , ξ . E' interessante osservare che se nell'esempio precedente, ricorrendo ad una migliore ventilazione si elevasse la densità σ , l'induzione corrispondente al minimo volume non sarebbe più 17.950.

2. - Ricerca del minimo costo.

Per la ricerca del minimo costo (mano d'opera esclusa) del nucleo polare e del rame induttore, conviene praticamente procedere ad una verifica sulla macchina interamente progettata.

Se si indica con:

c_f il costo in lire al kg del materiale usato per il nucleo polare;
 c_R il costo in lire al kg del rame rivestito dell'avvolgimento di campo;

C_f il costo di un polo (ferro) (mano d'opera esclusa);

C_R il costo di una bobina di campo (mano d'opera esclusa);

si avrà:

$$C_f = \text{peso ferro} \times c_f;$$

$$C_R = \text{peso bobina} \times c_R;$$

e quindi:

$$C_f \approx 0.9 b h l_p 10^{-3} \cdot 7.8 \cdot c_f \text{ lire}$$

$$C_f \approx 7.10^{-3} c_f b h l_p \text{ lire} \quad (4)$$

$$C_R \approx 2(b + l_p) + \pi(a + e) \{ \xi(a + e) h, c_R \cdot 10^{-3} \cdot 8.9 \text{ lire} \quad (5)$$

Nelle uguaglianze (4) e (5), ξ , b , h , l_p , a , sono quantità note e hanno il significato che già conosciamo:

$(a + e)$ è lo spessore in cm della bobina supposta di sezione rettangolare (vedi fig. 1);

$2(b + l_p) + \pi(a + e)$ è la spira media dell'avvolgimento induttore;

7,8 è il peso specifico in kg/dm³ del nucleo polare (supposto in lamiera);

8,9 è il peso specifico del rame in kg/dm³.

A questo punto facciamo osservare che se la macchina è interamente progettata e noi supponiamo di voler variare nel progetto il valore B_p dell'induzione nel nucleo, nell'e (4) e (5) dovremo solamente considerare come variabili dipendenti da B_p le quantità a e b .

E precisamente per una serie di valori attribuita a B_p , dovremo assegnare ad a e b i corrispondenti valori ricavati dal diagramma della fig. 2.

In sostanza C_f e C_R sono funzione soltanto di B_p , e noi potremo costruire per punti la curva

$$C = C_f + C_R = f(B_p)$$

Dalla curva si ricava senz'altro il valore di B_p che rende minima la somma $C = C_f + C_R$.

In base a questo valore trovato di B_p , e ai corrispondenti valori di a e b si ricalcola l'avvolgimento di campo: ma le modifiche da apportare non sono così profonde (di solito) da mutare gran che α , σ , ξ , e non costringono quasi mai ad una seconda verifica.

Tornando al caso della dinamo da 300 kW il calcolo in base a $\Phi_p = 8 \times 10^6$ e $b = 17$ cm stabilisce:

$$h = 24.8 \text{ cm.} \quad l_p = 32 \text{ cm.} \quad a + e = 4.2 \text{ cm.}$$

$$h_1 = 20.2 \text{ cm.} \quad \xi = 0.71 \quad a = 0.5 \text{ cm.}$$

Inoltre:

$$c_f = 2,60 \text{ lire/kg} \quad c_R = 13,60 \text{ lire/kg.}$$

Anche variando la dimensione b , e rimarrà sempre costante ed uguale a $4,2 - 0,5 = 3,7$ cm, mentre varierà naturalmente la dimensione a .

Nel caso in questione la (4) e la (5) diventano:

$$C_f \approx 14.5 b \quad (6)$$

$$C_R \approx 1.73(a + 3.7) \{ \pi(a + 3.7) + 2(b + 32) \} \quad (7)$$

Attribuendo a B_p una serie di valori compresi fra 14.000 e 20.000, si ricavano dal diagramma della fig. 2 i corrispondenti a e b da mettersi nella (6) e nella (7): e si costruisca la curva

$$C = C_R + C_f = f(B_p)$$

come è stato fatto nella fig. 3.

L'induzione B_p che rende minimo il costo del polo e della bobina di campo (mano d'opera esclusa) è:

$B_p = 15.500$; cui corrispondono

$C = 1035$ lire circa;

$b = 17.90$ cm;

$a = 0.30$ cm.

Come si vede l'induzione scelta nel progetto, $B_p = 16.300$, fa salire il costo C a 1045 lire: con una differenza praticamente trascurabile perchè il flusso attraverso il polo non si può mai determinare con esattezza assoluta.

Il costo C , si è detto, è quello della sola materia prima, mano d'opera esclusa.

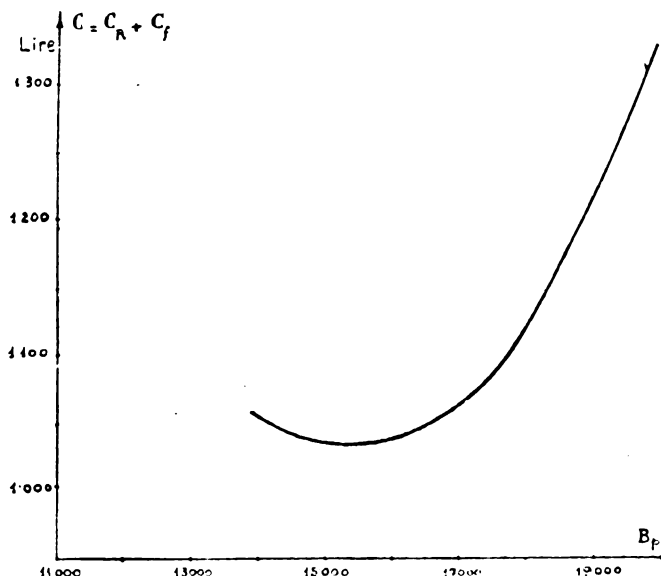


Fig. 3.

Diagramma per la ricerca del minimo costo degli interruttori (rame e ferro) in una dinamo di 300 kW. Il diagramma si riferisce ad un solo polo.

Il prezzo di quest'ultima è oggi giorno di entità notevole, ma praticamente può ritenersi lo stesso per bobine di campo non molto diverse fra loro come peso e come diametro di filo e per nuclei polari non molto diversi fra loro come peso e come forma; nel presente studio si è quindi potuto trascurare, senza alcun timore di pregiudicare le conseguenze alle quali si è arrivati.

E' bene ripetere che le due ricerche, dal punto di vista pratico sono comode quando si deve eseguire una verifica, come è stato fatto nell'esempio della dinamo da 300 kW.

In merito a quest'ultima volendosi attenere alla soluzione del minimo costo, la dimensione scelta $b = 17$ cm si può ritenere soddisfacente.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sui "controller",

Riceviamo:

Nel giornale L'Elettrotecnica del 15 maggio u. s., nell'articolo «Campi magnetici di soffiamento nei combinatori tramviari», dell'Ing. P. Lombardi, è riprodotto (fig. 1) un diagramma, che dà le curve di distribuzione del campo magnetico lungo la linea di rottura degli archi, per i controller del tipo a soffiamento centrale. Tali curve sono state rilevate dall'Ing. P. Lombardi su quattro tipi di controller, tra cui uno delle Officine di Charleroi (Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi), e da esse risulta come il campo magnetico trovato in detto controller sia inferiore agli altri.

A tale soggetto, mi permetto far osservare, che le condizioni nelle quali l'autore ha effettuate le misure, non corrispondono al funzionamento normale dei controller A. C. E. C.

Infatti, l'Ing. P. Lombardi, per effettuare dette misure, ha soppresso i cilindri di manovra, che gli A. C. E. C., appunto allo scopo di aumentare il campo magnetico, costruiscono in ghisa malleabile o acciaio colato.

Se quindi le misure del campo, non sono, per alcuni tipi di controller, influenzate dalla soppressione dei cilindri, essendo questi di materiali diamagnetici (legno, bronzo), nei controller A. C. E. C. invece, tale soppressione falsa notevolmente le misure, portando l'intraferro normale di 46 mm, a 250 mm.

All'aumento di campo risultante da tale diminuzione dell'intraferro, bisogna ancora aggiungere che nei controller A. C. E. C., un più energico potere soffiante dell'arco, è dovuto ad una concentrazione delle linee di flusso sull'estremità delle braccia del cilindro di manovra, cioè nella regione di formazione degli archi.

Anche la curva di magnetizzazione, riprodotta nella fig. 2, risulterà modificata, per il controller A. C. E. C., in conseguenza della diminuzione dell'intraferro, dovuta alla presenza del cilindro.

Con perfetta osservanza.

STEFANO ROSSI DANIELLI
Ingegnere degli A. C. E. C.

Charleroi (Belgio), 19 giugno 1926

✱

L'Ing. Paolo Lombardi ci comunica queste controsservazioni:

La osservazione, mossa in termini cortesi dall'Ing. S. Rossi Danielli, mi ha indotto ad eseguire alcune nuove misure in aggiunta a quelle sui combinatori tramviari, già comunicate, in parte, nella mia nota precedente («L'Elettrotecnica» 15 maggio 1926).

Il risultato di tali nuove misure ha perfettamente giustificato la obbiezione, circa le conseguenze che la rimozione del cilindro di manovra ha portato nelle misure del campo di soffiamento nel controller Charleroi.

Mentre infatti negli altri combinatori a soffiamento centrale, derivati da tipi americani, tale organo di manovra consta di un albero centrale di piccolo diametro in materiale magnetico, cui sono affidati manicotti coassiali in bronzo con i sostegni per i settori di contatto, nel cilindro del controller belga sono invece in materiale magnetico anche i manicotti esterni e le sporgenze su cui si fissano i settori; vi si ottiene così un utile accrescimento dell'intensità di campo nella zona di formazione degli archi, alla punta dei settori stessi.

In verità alcune prove su combinatori A. E. G. Thomson Houston, dirette a verificare quanto influisca la presenza del cilindro sui risultati delle misure di campo, hanno dimostrato la lieve entità di tale influenza, ed è parso che autorizzassero la rimozione del cilindro, la quale, d'altra parte, ha consentito una maggiore libertà nella esecuzione delle prove. Per esempio, i risultati delle misure di campo sul controller A. E. G. Thomson Houston K 10, eseguite con e senza il cilindro, differiscono di poche unità per cento, come il piccolo diametro dell'asse di acciaio (22 mm) e la sua distanza dalla zona di campo esplorata permettono di prevedere.

Nel combinatore Charleroi, invece, la rimozione del cilindro ha modificato notevolmente i valori del campo, rispetto a quelli che vi si hanno senza togliere tale organo di manovra.

Col consenso dell'Azienda Tramviaria del Governatorato di Roma ho potuto rilevare sullo stesso controller, già altra volta studiato a cilindro rimosso, la distribuzione del campo di soffiamento, ed il suo modo di variare con la corrente eccitatrice, senza asportare il cilindro.

La curva di distribuzione del campo serba l'andamento già noto, ma i valori che l'intensità di campo assume — per una corrente eccitante di 120 A salgono a circa 95, 160, 150 Gauss rispettivamente alla sommità, all'altezza della spirale di eccitazione, ed alla base del combinatore.

Anche le ordinate della curva della intensità di campo all'altezza della bobina eccitatrice, in funzione della corrente che la percorre, si modificano naturalmente. Per 100, 200, 300 400 A di eccitazione, si hanno rispettivamente circa 150, 174, 183, 190 Gauss.

Con perfetta osservanza

PAOLO LOMBARDI.

Roma, 11 luglio 1926.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

PH. SCHUCHMANN — **La regolazione della lunghezza d'onda di apparati radiotrasmittenti.** (Telefunken Z., ottobre 1925, Vol. VII, N. 40-41, pag. 29).

PH. SCHUCHMANN e W. SCHREIHAGE — **Misura di piccole variazioni di frequenza mediante l'oscillografo.** (Idem, pag. 37).

Col crescere di numero delle stazioni rad'io la costanza delle lunghezze d'onda emesse è divenuta una esigenza sempre più importante della moderna tecnica delle radiocomunicazioni. Specialmente a grande distanza questo requisito ha valore capitale, perchè per la buona ricezione sono necessari apparecchi oltremodo selettivi.

Si può ritenere che allo stato attuale della tecnica una buona trasmissione su onda di 15 km debba mantenere invariata la sua lunghezza d'onda entro i limiti dell'1 per mille e che questa tolleranza vari all'incirca proporzionalmente alla lunghezza d'onda. Si rileva perciò quanto sensibili debbano essere i regolatori di velocità delle macchine trasmittenti, quando si tratti di alternatori, la cui velocità è quindi sempre proporzionale alla lunghezza d'onda.

Le variazioni di velocità possono dipendere principalmente da variazioni di tensione o di frequenza della rete da cui si ricava l'energia e dal fatto che le macchine devono passare, durante la trasmissione, dal regime a carico massimo a quello a vuoto con ritmo telegrafico. Per il caso di comando diretto dell'alternatore mediante un motore a induzione la Siemens Halske ha sviluppato un sistema di regolazione ⁽¹⁾, che si basa sulla variazione dello scorrimento, ottenuta mediante variazione della resistenza nel circuito secondario (rotore). Una parte della resistenza viene alternativamente esclusa ed inserita, mediante appositi relais, in accordo con la manipolazione. Ma questa compensazione non basta, perchè occorre anche eliminare gli effetti delle variazioni di tensione e di frequenza della rete e quelli di ogni altra causa accidentale di variazione del regime.

Per questo scopo serve un dispositivo a risonanza, sensibilissimo ad ogni più lieve variazione della frequenza generata. E' noto che in un circuito risonante, di basso decremento, la intensità di corrente varia in modo caratteristico al variare della frequenza e presenta un massimo per la frequenza, su cui esso è accordato, o frequenza di risonanza. Questo massimo è tanto più aguzzo quanto più piccolo è il decremento del circuito, e lo si può rendere assai acuto ricorrendo a due o più circuiti risonanti accoppiati fra loro induttivamente. E' noto altresì che in un circuito risonante l'angolo di fase della corrente rispetto alla tensione impressa varia bruscamente da valori negativi a positivi, quando si passa per la risonanza.

Su questi concetti si basa il sistema di regolazione descritto dall'A., di cui lo schema di principio è riportato in fig. 1.

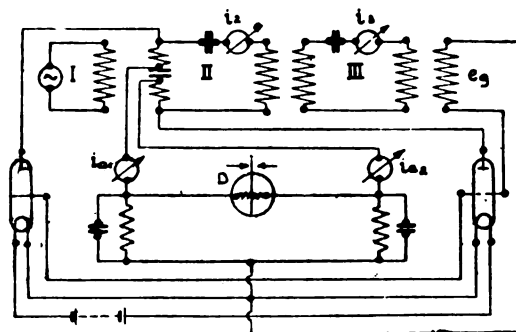


Fig. 1.

I circuiti oscillanti II e III, accordati alla frequenza f , da tenere costante, sono accoppiati lentamente al generatore I. II è il così detto circuito di anodo con decremento relativamente grande, III è il circuito risonante con piccolo decremento. Se la frequenza varia la fase nel circuito III si inverte rapidamente. Non è difficile provocare colla differenza del 1% della frequenza variazioni di fase di 30° rispetto alla risonanza. Si tratta ora di generare effetti di corrente continua, che al ritardo di fase della corrente i_3 azionino un relais in una direzione e viceversa all'anticipo di fase, e che per $\varphi = 0^\circ$ lascino il sistema in equilibrio.

A tal fine la tensione indotta in II, ripartita in due parti simmetriche, viene applicata agli anodi di due triodi eguali; mentre la tensione e_v indotta in un apposito secondario dal circuito III viene portata in comune alle griglie dei due triodi medesimi. Nella condizione

⁽¹⁾ Per la soluzione data dalla Gen. El. Co. al medesimo problema vedi L'Elettrotecnica, 1920, vol. VII, pag. 458 e Boll. R. T., vol. I, n. 10, pag. 229.

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25% ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20% per spese di Amministrazione.

di risonanza la tensione in II è in quadratura con la corrente nel circuito medesimo, questa è in quadratura con la f. e. m. e con la corrente indotta in III e queste ultime in quadratura con la e_p , la quale risulta quindi anche in quadratura con le due tensioni, opposte fra loro, derivate dal circuito II e agenti sugli anodi dei triodi. In tal condizione le due correnti anodiche medie i_{a1} e i_{a2} sono eguali ed il relais D è in equilibrio. Quando per contro si è fuori della risonanza, la differenza di fase fra tensione anodica e tensione di griglia varia (in valore assoluto) in senso opposto nei due triodi, le due correnti anodiche medie diventano squilibrate ed il relais D è azionato in un senso o nell'altro a seconda che la lunghezza d'onda generata è in eccesso o in difetto. Questo dispositivo agisce poi, mediante un servomotore elettrico, sul reostato di scorrimento del motore.

S'intende che la regolazione è molto più semplice quando l'alternatore è comandato da un motore a corrente continua, secondo il ben noto sistema Leonard.

L'A., insieme con lo Schreihage mostra poi come sia possibile controllare con sufficiente esattezza le variazioni della lunghezza d'onda, emessa da una stazione lontana, mediante l'oscillografo. Essi usano uno schema, in cui l'alta frequenza in arrivo f viene sovrapposta alla frequenza f' generata dall'eterodina, così che dopo raddrizzamento risulta una frequenza musicale $f - f'$ dell'ordine di 1000 per sec. Le oscillazioni vengono accuratamente filtrate con appositi circuiti prima e dopo del raddrizzamento. Dopo di ciò, con una seconda eterodina, si sovrappone alla frequenza di circa 1000, un'altra frequenza perfettamente costante che produca con essa battimenti di frequenza assai più bassa (dell'ordine di 50). La corrente risultante viene inviata in un oscillografo e l'oscillogramma, col suo alternativo dilatarsi e restringersi indica la durata di ciascun battimento, che viene misurata riferendosi ad un altro oscillogramma prodotto simultaneamente da una corrente alternata di frequenza rigorosamente nota. Seguendo in tal modo sugli oscillogrammi l'andamento del segnale si vedono variare le lunghezze dei singoli battimenti e si ricava la corrispondente variazione percentuale della frequenza durante ciascun segno dell'alfabeto telegrafico. Secondo l'A. questo metodo permette, nel caso di onde relativamente lunghe, di misurare variazioni di lunghezza d'onda dell'1 per mille con approssimazione del 10 % circa sul valore della variazione stessa.

C. Hr.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

V. GALLINA — Sui metodi termici in generale e sui procedimenti elettrotermici per la misura delle piccole velocità dei liquidi. (Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti: Comunicazione alla Seduta del 20 giugno 1926).

Accennato al principio sul quale si fondano i metodi termici per la misura della velocità dei fluidi in genere ed al procedimento elettrotermico proposto dal Bordoni, per primo, per la determinazione della velocità dei gas, l'A. passa ad esaminare l'andamento del fenomeno quando si operi con i liquidi e si seguano alcuni procedimenti particolari tra i molti che si possono adottare nella pratica applicazione. Espone quindi i risultati di diverse esperienze eseguite sull'acqua (conduttore fermo ed acqua in moto) con filo esploratore di nichel, rettilineo e disposto normalmente alla velocità, riscaldato dalla corrente di una batteria di accumulatori, determinando in condizioni di regime per velocità diverse, per una temperatura fissa dell'acqua, la resistenza del conduttore col metodo del ponte di Wheatstone, e la tensione applicata, col metodo di opposizione.

Il criterio informatore seguito nell'ideare il dispositivo è stato quello di riportarsi quanto più è possibile ai casi pratici, e ciò allo scopo di stabilire se simili procedimenti siano applicabili per la misura specialmente delle velocità piccole. Per queste infatti da un lato le previsioni teoriche fanno presumere una sensibilità assai grande, e dall'altro sono poco adatti i metodi e strumenti attualmente in uso in idraulica, che si prestano meglio per velocità maggiori.

I risultati sperimentali ottenuti confermano le previsioni.

Le velocità intorno alle quali fu sperimentato variano da alcuni millimetri a 15 cm per secondo e la temperatura dell'acqua da 13° a 15°. Indicando con t e v rispettivamente la temperatura e la velocità dell'acqua, con r_t la resistenza del filo esploratore a t ; con T_0 , r_{T_0} , i_0 e V_0 rispettivamente la temperatura e la resistenza del filo, l'intensità della corrente e la tensione applicata allo stesso in acqua calma ($v = 0$); con T , r_T , i_T e V rispettivamente la temperatura e la resistenza del filo, l'intensità della corrente e la tensione applicata allo stesso per una velocità v generica in condizioni di regime stazionario, l'A. determina in successive serie di esperienze per ciascuna delle quali la temperatura dell'acqua si mantiene costante, il rapporto:

$$\epsilon = \frac{\frac{r_T - r_t}{i_T^2 r_T}}{\frac{r_{T_0} - r_t}{i_0^2 r_{T_0}}} = \frac{(r_T - r_t) r_T}{V^2} \cdot \frac{V_0^2}{(r_{T_0} - r_t) r_{T_0}}$$

in funzione delle diverse velocità v dell'acqua.

Il rapporto scende rapidamente, dal valore 1 iniziale, per velocità

da zero a qualche centimetro, e poi più lentamente: per velocità maggiori la curva ϵ , in un piano ϵ, v , tende quindi a disporsi parallela all'asse delle ascisse.

Nell: condizioni particolari del dispositivo e del procedimento usato per $v = 15$ cm/sec. la ϵ scende al valore di 0,38 circa; la sensibilità, per v compresa tra 0 e 5-6 cm è grandissima: si potrebbero apprezzare, volendo, variazioni di velocità minime, dell'ordine ad es. del decimo di millimetro, ciò che non è normalmente richiesto dalle esigenze pratiche, se si mira esclusivamente alla conoscenza della velocità di traslazione, anche, perchè l'entità dei moti verticosi rende probabilmente illusorie per questo intento tali approssimazioni.

L'A. si ripromette di sperimentare ora a temperature superiori ed inferiori alle predette per stabilire entro quali limiti si possa prescindere dalla temperatura del liquido; ed inoltre a velocità maggiori per vedere quale grado di sensibilità conservi il metodo confrontato coi molinelli e col tubo di Pitot.

In un dispositivo pratico, quando si mantenga costante la tensione applicata al filo (basta all'uopo una resistenza regolabile aggiunta al circuito ed un voltmetro indicatore) ci si può ridurre a determinare semplicemente la resistenza del filo al variare della velocità.

Questi procedimenti permetteranno anche la esplorazione della velocità nelle immediate vicinanze delle pareti di condotti, l'andamento della quale forma oggetto di una questione controversa in idraulica alla cui soluzione mancano dati sperimentali decisivi, e potranno servire probabilmente per iniziare anche qualche interessante ricerca sull'effetto dei moti verticosi.

i. c. l.

MOTORI ELETTRICI.

Motori per macchine di sollevamento per miniere. (Revue B B C, novembre 1925, Vol. XII, N. 11, pagina 233).

I sistemi di comando per congegni d'estrazione si riducono essenzialmente a due tipi: con motore a corrente continua e con motore a induzione. Quest'ultimo può essere attaccato direttamente su qualsiasi rete di distribuzione, al più con un trasformatore intermediario quando la tensione sorpassi i 6000 V. Le spese d'impianto sono relativamente piccole e la sua robustezza lo rende particolarmente adatto ai bruschi sforzi d'estrazione. S'incontrano invece sensibili difficoltà nella regolazione della velocità, che, essendo fatta con l'inserzione di reostati, dà luogo a perdite, e d'altra parte, al ricupero, il rotore deve essere messo senz'altro in corto circuito per evitare il pericolo dell'imbullamento. Una frenatura più decisa si può ottenere o col l'invertire due fasi (contro corrente) o con un freno meccanico. Nonostante la poca maneggiabilità di questi motori, la Brown Boveri ne ha costruiti parecchi, anche per potenze rilevanti, in cui un particolare dispositivo automatico mette in corto circuito il rotore non appena si sorpassa la velocità di sincronismo, ed il frenamento meccanico è regolabile ad aria compressa. I bruschi colpi di corrente alla centrale si possono in parte eliminare coll'uso di volani, sfruttando così la caratteristica, discendente col carico, di questi motori: ciò importa naturalmente una lieve riduzione nel rendimento.

L'uso di un motore a corrente continua costringe generalmente all'impianto di un gruppo Leonard di conversione. Le maggiori spese d'impianto sono però compensate dalla grande facilità di comando: la velocità può essere mantenuta costante anche indipendentemente dalle cadute di tensione (risentite specialmente alle grandi velocità) dando una opportuna eccitazione composita alla dinamo del gruppo convertitore e si può anche, con un altro accoppiamento elettrico, ottenere il rallentamento della marcia in relazione al carico e alla velocità, in modo completamente automatico. La regolazione ed il ricupero si fanno quindi facilmente e senza perdite, e le ripercussioni sulla rete alimentatrice non sono mai troppo brusche: nel caso poi che per il gruppo convertitore si usi un motore sincro si ha la possibilità del rifasamento della corrente.

Quando l'energia sia prodotta dallo stesso utente, l'impianto di un gruppo turbo-generatore riesce in generale di grande vantaggio: alla turbina a vapore è allora accoppiata, oltre all'ordinario alternatore per tutti gli altri servizi (oppure pompe, compressori, ecc.) anche una dinamo che alimenta il motore d'estrazione.

Le punte di carico vengono allora coperte dalla turbina stessa, che riceve il vapore supplementare da valvole e tubature apposite. Con questo sistema è stato possibile ottenere rendimenti globali notevolissimi.

Il rendimento degli impianti con motori asincroni, direttamente accoppiati alla macchina di estrazione, è invece, come si è accennato, sempre alquanto basso; e particolari difficoltà si incontrano, se si devono tenere due diverse velocità per i materiali e per le persone, giacchè allora si deve ricorrere o a freni (solo per piccoli motori) o al cambiamento del numero dei poli o a due motori con ingranaggi diversi. In generale però la velocità di 10 m/sec soddisfa ugualmente bene ai due servizi, e se il tragitto è piuttosto lungo e la velocità ridotta, in modo che il numero degli avviamenti sia piccolo e di breve durata, il rendimento degli impianti con asincrono può anche superare quello globale con gruppi Leonard.

Nei tipi costruiti dalla Brown Boveri, con una sola leva capace di due spostamenti, uno normale all'altro, si comanda il freno ad aria

ed il motore, sia nel caso dei gruppi Leonard, sia in quello del motore a induzione: naturalmente questo sistema risulta di grande vantaggio pratico, specialmente nella necessità di pronte manovre inattese.

G. Pa.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

V. D. LANDON e K. W. JARVIS — **Sull'effetto rigenerativo negli apparati radio riceventi a triodi.** (Proc. Inst. Radio Eng., dicembre 1925, Vol. 13, N. 6, pag. 709).

Se in un ordinario triodo, usato come amplificatore, si accoppia opportunamente il circuito di griglia con quello di placca, è noto che può ottenersi un aumento di amplificazione la cui ampiezza è funzione dell'accoppiamento medesimo. Si ha cioè un effetto *rigenerativo* il quale risulta tanto più efficace quanto più ci si avvicina, senza però raggiungerlo, al limite critico di accoppiamento: limite caratterizzato da ciò che il triodo entra automaticamente in oscillazione e funziona quindi da generatore.

Le interpretazioni che si danno di tale effetto, sono generalmente due:

a) La rigenerazione è determinata dal fatto che l'accoppiamento fra il circuito di griglia e quello di placca compensa lo smorzamento del circuito oscillatorio di ricezione;

b) La rigenerazione è dovuta a ciò che, alle primitive variazioni di tensione di griglia determinate da oscillazioni in arrivo, si aggiungono, concordanti, quelle conseguenti all'accoppiamento fra griglia e placca.

Ma è facile vedere che, partendo da una qualunque di dette interpretazioni, chi si proponga di analizzare matematicamente l'effetto rigenerativo, si trova presto in contrasto fra i risultati cui logicamente giunge e quello che invece avviene realmente in pratica. Così, accettando la (a), in corrispondenza del limite critico di accoppiamento e prima che il triodo entri in oscillazione, si dovrebbe avere una amplificazione infinita: amplificazione infinita di cui, l'intuizione e la realtà, negano decisamente l'esistenza. Naturalmente tale contrasto è presto spiegato quando si pensi che tutte le trattazioni matematiche presuppongono una forma lineare nella caratteristica del triodo e non possono quindi essere che approssimate.

Anche la seconda (b) interpretazione si presta a qualche obiezione; in considerazione di ciò gli AA. propongono una nuova teoria che dovrebbe tradurre, più fedelmente di quel che non facciano la (a) e la (b), quanto avviene in un ricevitore a reazione.

Per esaminare come questa debba interpretarsi, pongono in equazione il problema partendo dalla considerazione delle potenze messe in gioco in un triodo, sia per effetto di oscillazioni in arrivo, sia per effetto dell'accoppiamento fra griglia e placca. Dai risultati cui giungono dovrebbe emergere che: *La rigenerazione consiste in oscillazioni del triodo comandate e controllate da quelle che interessa captare.*

L'amplificazione ottenibile in tal modo ha pertanto un limite, quest'ultimo essendo causato dalle variazioni, che le impedenze dei circuiti di placca e griglia subiscono mano a mano che la tensione di griglia aumenta.

Gli AA. si propongono di determinare anche in quale misura, la presenza di un condensatore di griglia shuntato da una resistenza di dispersione influisca sull'amplificazione. E trovano che, in generale, l'effetto *rivelatore* diminuisce l'amplificazione. Dipendentemente dalle ipotesi ammesse sulla interpretazione della rigenerazione, gli AA. esaminano anche il caso della ricezione in eterodina e studiano quali siano le condizioni di «ottimo».

Secondo gli AA. la teoria da essi esposta, ed accompagnata da numerosi diagrammi dedotti analiticamente, dovrebbe render conto, in modo nuovo e completo, di tutti i fenomeni che accompagnano una ricezione a reazione.

V. Go.

R. L. SMITH-ROSE — **L'effetto della forma delle antenne trasmettenti sui rilevamenti radiogoniometrici.** (Inst. El. Eng. J., Vol. 62, pag. 957, novembre 1924).

Per spiegare l'entità e la variabilità degli errori che, massime di notte, si osservano nei rilevamenti radiogoniometrici, si ammette che, ai circuiti chiusi dei radiogoniometri, giungano onde sotto angoli di elevazione non trascurabili e polarizzate in modo anormale così che il campo magnetico abbia una componente orizzontale nel piano di propagazione. Taluni sperimentatori hanno ritenuto che codeste forme di anormale polarizzazione potrebbero essere dovute alla posizione o alla forma dell'antenna trasmittente, quando essa si trovi ad es., a ragguardevoli altezze al disopra della superficie terrestre, come nel caso dei velivoli, o quando la sua forma geometrica sia fortemente asimmetrica rispetto ad un asse verticale.

Le esperienze eseguite dall'A. escludono tali ipotesi e lo conducono a ritenere, che la frequenza e l'entità degli errori radiogoniometrici sono indipendenti dalla forma e dalla posizione dell'antenna trasmittente e che permangono, anche se a questa si dà la struttura geometrica la più rigorosamente appropriata alla produzione di onde polarizzate piane.

A. Me.

:: :: CRONACA :: ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

Un nuovo tipo di elettrodi di carbone per forni elettrici è descritto nello Stahl und Eisen del 14 gennaio 1926. Esso è specialmente destinato ai forni funzionanti a tensione relativamente elevata, di 180 V o anche 250 V nelle quali condizioni gli elettrodi comuni di carbone sono poco adatti per il loro grande consumo; il nuovo tipo ivi descritto è d'altra parte, meno costoso degli elettrodi in grafite. Nel centro dell'elettrodo si trova una zona di carbone ricotto il quale contiene, immersi nella sua massa, dei conduttori metallici per circa il 37% del suo peso; questa zona centrale è circondata da un involucro di carbone compresso irrigidito da tela metallica. Si ottiene in tal modo una buona ripartizione della corrente su tutta la sezione dell'elettrodo, realizzando quindi una densità minore a parità di corrente totale, e quindi un consumo minore, in confronto ai soliti elettrodi.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

Gli impianti di produzione di nickel per via elettrolitica della International Nickel Co. a Port Colborne (Ontario S. U.) sono capaci attualmente di produrre quasi 175 tonnellate di nickel al mese. Gli impianti saranno ora ampliati coll'installazione di un nuovo gruppo e la produzione sarà elevata a 500 tonnellate per mese. Questo ampliamento costituisce solo una parte del programma della Società; a sviluppo completo verranno installati altre cinque gruppi della stessa potenzialità di quella ora citata.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

Il Comitato inglese per le Ricerche sull'illuminazione, costituito nel 1923 presso il Department of Scientific and Industrial Research, ha pubblicato una breve Nota sulla sua attività. I compiti del Comitato sono quelli inerenti ai problemi della illuminazione degli edifici. Il Comitato ha preso contatto con diversi Istituti di Medicina e di Fisiologia anche all'estero allo scopo di coordinare le ricerche puramente fisiche con quelle di ordine fisiologico. I lavori si svolgono secondo tre linee direttive cioè: nei riguardi dell'architettura e dell'edilizia, nei riguardi della fisiologia, e nei riguardi della fisica pura. Entrano nella prima categoria le ricerche sulla riflessione della luce da parte delle diverse superfici, sugli effetti delle diverse qualità di vetri, sulle illuminazioni artistiche, dei negozi, ecc. Di ordine fisiologico sono gli studi sui fenomeni dell'abbagliamento, sugli effetti delle intermittenze della luce, ecc. Alla fisica pura si riferiscono gli studi per la costruzione di apparecchi di misura, della variabilità dello splendore della volta celeste ed altri. Il Comitato pubblicherà quanto prima parecchie Relazioni sui lavori eseguiti.

IMPIANTI.

La installazione di ricupero dei residui di combustibile nella centrale termoelettrica di Stettino, in servizio dal 1922, ha permesso economie rilevanti. I residui di combustione, cadono dalla estremità della griglia mobile, in appositi canali inclinati che li adducono su nastri trasportatori. Questi mettono capo ad un frantoio a mascelle che produce una granulazione media di 40 mm. di diametro. I residui così frantumati sono automaticamente caricati in uno speciale deposito. Di qui, attraverso stacci che separano le parti più grosse, generalmente inutilizzabili, il materiale passa su dei separatori magnetici a tamburo. Le scorie e i residui incombustibili vengono così eliminati e asportati da appositi trasportatori meccanici, mentre il cock e i frammenti di carbone, mediante altri trasportatori, sono ricondotti nei canali alimentatori di combustibile delle caldaie. In cinque mesi di servizio si trattarono 4872 tonnellate di materiale con un consumo di potenza di circa 5 kWh per tonnellata, estraendo oltre 1200 tonnellate di combustibile da 4800 calorie per chilogrammo. Si calcola di aver realizzato un guadagno annuo di oltre 37.000 marchi-oro.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Le cause di incidenti alle turbine a vapore furono ampiamente discusse in apposite riunioni della Associazione degli Ingegneri Elettrotecnici tedeschi. Secondo il resoconto pubblicato dalla Zeit, des Ver. deut. Ing. del 27 febbraio 1926, pag. 284, vennero esaminati oltre 200 casi di incidenti o di difetti. Molti di essi derivarono dalla incapacità della ghisa a resistere lungamente alle elevate temperature, in causa di alterazioni chimiche e strutturali che in essa avvengono e che ne diminuiscono la resistenza meccanica. Viene raccomandato di sostituire la ghisa con un metallo contenente: carbone non oltre il 3,4%, silice non più del 1,2%, manganese almeno 0,8%, fosforo non oltre 0,3% o solfo meno del 0,1%. Il modo di fissaggio delle palette è pure frequentemente causa di incidenti per le sollecitazioni secondarie introdotte. E' essenziale riscaldare gradualmente la turbina all'avviamento e usare lubrificante adatto. Un imperfetto isolamento elettrico del generatore dalle fondazioni può indurre alterazioni gravi nei supporti della turbina. Altri casi di incidenti si riconobbero dovuti all'impiego di acqua non sufficientemente pura o ad imperfetta manutenzione delle valvole.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXXI RIUNIONE DELL'A. E. I.

BRESCIA - 1-7 Settembre 1926

Palazzo Bargnani - Via Carlo Alberto

Riportiamo una circolare diramata in questi giorni a tutti i soci:

Egregio Consocio,

La Riunione di quest'anno della nostra Associazione, la XXXI, avrà luogo a Brescia, nella prima settimana di settembre, come già fu a suo tempo reso noto.

Il cordiale invito dei Colleghi di Brescia venne accolto con vivo piacere dal Consiglio Generale e dall'Assemblea Generale di Napoli dello scorso ottobre e certamente anche la prossima adunata di Brescia, importantissimo centro di regione industriale, richiamerà, come sempre, lo stuolo dei Colleghi per i quali è ormai festosa consuetudine darsi convegno all'annuale Congresso della nostra Associazione.

Il programma tecnico della Riunione è quest'anno orientato sugli stessi importanti temi proposti a Napoli e colà non del tutto sviluppati, data la loro vastità ed importanza. Si continueranno quindi quelle discussioni che tanto interesse suscitano allora.

Inoltre le visite di indole tecnica importantissime, quale quelle all'Adamello, al Lago d'Idro, ed agli impianti del Ponale completeranno l'interessante programma.

Per la cordialità entusiastica dei Colleghi Bresciani e per opera specialmente dei Colleghi Ing. Comm. Orefici e Ing. Cav. Barni, nonché della Commissione straordinaria della Provincia di Brescia, i nostri lavori potranno svolgersi in una magnifica sede: il Palazzo Bargnani. E l'ambiente simpatico e pittoresco di Brescia, con la vicina e suggestiva regione montana e lacuale, la tradizionale ospitalità delle sue genti, saranno pure argomenti di attrattiva e consentiranno, possiamo esserne certi, una riuscita magnifica della riunione, anche se, rompendo le tradizioni, l'epoca si dovette alquanto anticipare.

Preghiamo vivamente i Soci che intendono partecipare alla Riunione di volersi iscrivere tempestivamente ritornando subito debitamente riempita la qui unita scheda di adesione che deve ad ogni modo pervenire non più tardi del 15 agosto alla nostra Sede Centrale accompagnata dalle relative quote di iscrizione e prenotazioni alloggi.

Con osservanza

Il Segretario Generale
G. COMBONI.

Il Presidente Generale
G. SARTORI.

PROGRAMMA DI MASSIMA.

MERCOLEDÌ 1 SETTEMBRE.

- Ore 9: Inscrizioni e Commissioni.
- » 11: Seduta inaugurale al Palazzo Bargnani.
- » 14: Seduta e lavori.
- » 18: Ricevimento in Municipio.

GIOVEDÌ 2 SETTEMBRE

- Ore 9: Seduta e lavori.
- » 14: Seduta e lavori.

VENERDÌ 3 SETTEMBRE.

- Ore 9: Seduta e lavori.
- » 14: Visita a stabilimenti locali.
- » 18: Ricevimento offerto dalla Camera di Commercio.

SABATO 4 SETTEMBRE.

- Ore 7: Partenza con treno speciale Tramvie Elettriche Bresciane per Tormini-Idro.
- » 9,30: Arrivo a Idro. - Visita ai lavori della grandiosa derivazione della S. E. B. e degli impianti per la regolazione del Lago d'Idro.
- » 11,30: Colazione al sacco offerta dalla Società Elettrica Bresciana.
- » 13: Partenza con automobili per Caffaro, Storo e Valle di Ledro. - Sosta a Bezzecca al Monumento dei Caduti del 1866.
- » 14,15: Arrivo a Mezzolago. - Visita ai lavori di presa dell'impianto del Ponale.
- » 15,45: Partenza da Mezzolago per Riva.
- » 16,15: Arrivo a Riva di Trento e imbarco sul piroscafo per Gardone Riviera.

- » 19: Arrivo a Gardone Riviera al Grand Hôtel.
- » 19,30: Pranzo sociale al Grand Hôtel Gardone.
- » 22: Ritorno a Brescia con treno speciale, gentilmente offerto dalle Tramvie Elettriche Bresciane per il ritorno, e con automobili (km. 32).

DOMENICA 5 SETTEMBRE.

- Ore 9: Seduta e lavori. - Chiusura del Congresso.
- » 11: Assemblea Generale dell'A. E. I.

I° Gruppo - GITA ADAMELLO (limitata a 200 soci).

- Ore 14: Partenza con treno speciale ferrovia Brescia-Iseo-Edolo.
- » 17: Arrivo a Edolo, ove si trattengono a pernottare coloro che sono assegnati all'Hôtel Edolo di Edolo.
- » 17,30: Partenza per Ponte di Legno per i Soci assegnati agli alberghi di Ponte di Legno (km 19 con automezzi).
- Pernottamento a Edolo e Ponte di Legno.

II° Gruppo (*) - GITA AL LAGO D'ISEO.

- Ore 13: Partenza con treno speciale ferrovia Brescia-Iseo.
- » 14: Arrivo a Iseo e imbarco su piroscafo speciale per Lovere.
- » 16,30: Arrivo a Lovere. Indi ritorno con battello a vapore a Iseo
- » 18,30: Partenza da Iseo per ferrovia.
- » 20: Arrivo a Brescia.
- Pernottamento a Brescia.

I° Gruppo - GITA ADAMELLO (seguito).

LUNEDÌ 6 SETTEMBRE.

- Ore 6,30: Partenza da Edolo per Temù (km. 15, con automezzi).
- Partenza da Ponte di Legno per Temù (km 4 con automezzi).

Visita agli Impianti della Società Generale Elettrica dell'Adamello
divisa in due comitive.

I° COMITIVA: Per i Soci che desiderano fare la salita al Lago d'Avio.

- Ore 7: Salita da Temù al Lago d'Avio (circa 2 ore di salita per sentiero). Discesa e visita alla Centrale di Temù.
- » 13: Colazione a Temù gentilmente offerta dalla Soc. Gen. Elettrica dell'Adamello.
- » 15: Partenza da Temù con automezzi per Edolo.
- » 16: Partenza da Edolo in ferrovia per Cedegolo.
- » 16,30: Arrivo a Cedegolo, e unione in treno alla seconda Comitiva (vedi sotto).

II° COMITIVA: Per i Soci che non salgono al Lago d'Avio.

- Ore 8,30: Visita alla Centrale di Temù.
- » 10,30: Partenza da Temù con automezzi per Edolo e Sonico. Visita della presa e dei lavori per la nuova grande Centrale di Sonico della Società Generale Elettrica dell'Adamello.
- » 13: Colazione a Cedegolo, gentilmente offerta dalla Società Generale Elettrica dell'Adamello.
- » 14,30: Visita alla Centrale di Cedegolo.
- » 16,30: Partenza in treno da Cedegolo, ricongiungendosi alla prima comitiva.
- » 19,30: Arrivo a Brescia.
- Scioglimento della Comitiva (salvo per chi partecipa alla gita Alto Adige, che pernoverà a Brescia).

II° Gruppo - GITA A BERGAMO E DALMINE.

LUNEDÌ 6 SETTEMBRE.

- Ore 7,15: Partenza da Brescia per ferrovia ordinaria per Bergamo.
- » 8,50: Arrivo a Bergamo.
- » 9,30: Visita allo Stabilimento Magrini.
- » 12: Colazione a Bergamo (libera)
- » 13,30: Partenza da Bergamo per Dalmine con automezzi. Visita agli Stabilimenti di Dalmine e ritorno a Bergamo.
- » 15,35: Partenza da Bergamo per ferrovia (indi per Brescia e per Milano).
- Scioglimento della Comitiva (salvo per chi partecipa alla gita Alto Adige, che pernoverà a Brescia).

GITA ALTO ADIGE (subordinata a un numero di almeno 50 iscritti).

MARTEDÌ 7 SETTEMBRE.

- Ore 7,18: Partenza da Brescia per Verona-Trento-Bolzano.
- » 8,25: Arrivo a Verona.
- » 8,40: Partenza da Verona.
- » 11,42: Arrivo a Bolzano.
- Seguiranno le visite con automezzi ad impianti dell'Alto Adige, secondo Programma dettagliato che verrà comunicato in tempo.

(*) Al secondo Gruppo possono partecipare i soci che non sono iscritti nel primo il quale è limitato a 200 per necessità logistiche e d'alloggio.

MERCOLEDÌ 8 SETTEMBRE.

Ore 9: Continuazione delle visite agli impianti.

» 13,27: Partenze da Bolzano.

Ore 16,10: Arrivo a Verona.

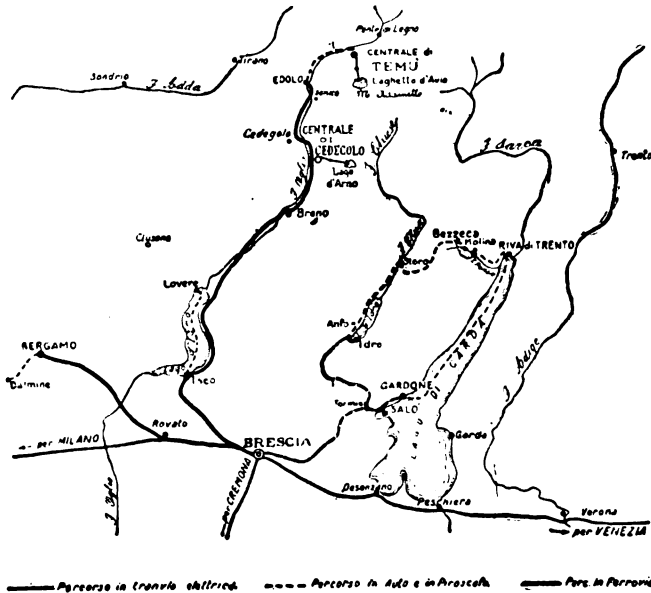
» 18,55: Arrivo a Milano.

» 19,45: Arrivo a Venezia.

» 24: Arrivo a Bologna.

Il biglietto ferroviario per la gita in Alto Adige va acquistato da ogni singolo Socio. Salvo ottenimento di possibili riduzioni collettive in dipendenza del numero degli iscritti che la Segreteria comunicherà in tempo.

Le eventuali modifiche agli orari delle visite e gite di cui sopra e il dettaglio del Programma per la gita all'Alto Adige saranno indicate nel Programma generale dettagliato della Riunione che sarà distribuito agli intervenienti all'atto delle iscrizioni.



PROGRAMMA TECNICO.

La Presidenza Generale ha diramato la seguente circolare:

Egregio Consocio,

L'anno scorso a Napoli la mancanza di tempo impedì di sviluppare, come sarebbe stato desiderio di tutti, la discussione sui mezzi per assicurare la continuità d'esercizio. Dato l'altissimo interesse dell'argomento si è deciso di continuare quest'anno a Brescia la discussione e perchè questa risulti efficacissima. La preghiamo di voler raccogliere del materiale proveniente dalla Sua esperienza e pratica. Sarà oltremodo gradito qualche appunto scritto che servirà alla discussione e verrà poi riportato nei verbali.

Riproduciamo qui contro l'elenco delle Memorie sull'argomento presentata a Napoli lo scorso anno, sulle quali La preghiamo di portare la Sua attenzione.

Non dubitiamo, data la grande importanza della discussione, che Ella vi parteciperà attivamente e contribuirà così a rinnovare una volta di più l'ormai tradizionale successo delle nostre riunioni.

Distinti saluti.

Il Segretario Generale
G. COMBONI.

Il Presidente Generale
G. SARTORI.

“Mezzi per assicurare la continuità del servizio,,

Parte I - Mezzi e provvedimenti riguardanti la organizzazione del servizio e le comunicazioni fra le centrali.

Ing. G. CENZATO: Relatore. - (L'Elettrotecnica, vol. XII, n. 32 del 15 novembre 1925, pag. 785).

Parte II - Apparecchi e dispositivi contro le sovracorrenti.

Ing. Prof. A. BARBAGELATA: Relatore. — Apparecchi e dispositivi di protezione contro le sovracorrenti. (L'Elettrotecnica, vol. XII, n. 27 del 25 settembre 1925, pag. 619).

Ing. T. MASTURZO: Di un relais wattmetrico per protezione di una rete radiale in cavo. (L'Elettrotecnica, vol. XII, n. 34 del 5 dicembre 1925, pag. 833).

Ing. C. LAMPIS: Riduttori di corrente a scopo protettivo. (L'Elettrotecnica, vol. XII, n. 27 del 25 settembre 1925, pag. 665).

Ing. Prof. A. BARBAGELATA: Sulla protezione differenziale delle linee. (L'Elettrotecnica, vol. XII, n. 28 del 5 ottobre 1925, pag. 693).

Ing. Prof. A. BARBAGELATA e Ing. M. G. SOLDINI: Sulla selettività dei sistemi di protezione. (L'Elettrotecnica, vol. XII, n. 23-24 del 15-25 agosto 1925, pag. 570).

Ing. G. MARTINEZ: Regolatori servomotori a relais. (L'Elettrotecnica, vol. XII, n. 30 del 25 ottobre 1925, pag. 693).

Parte III - Sovratensioni.

Ing. V. AMARA, G. CERILLO, E. LE COULTRE, B. FOCACCIA: Un caso pratico di limitazione nell'impiego della bobina Petersen. (L'Elettrotecnica, vol. XII, n. 25 del 5 settembre 1925, pag. 589).

— Un caso singolare di applicazione pratica del dispositivo Petersen. (L'Elettrotecnica, vol. XII, n. 25 del 5 settembre 1925, pag. 594).

Ing. G. SOMEDA: Osservazioni intorno ad alcuni sistemi di protezione contro le sovratensioni. (L'Elettrotecnica, vol. XII, n. 26 del 15 settembre 1925, pag. 636).

Ing. G. REBORA: La osservazione dei fenomeni che minacciano gli impianti elettrici. (L'Elettrotecnica, vol. XII, n. 30 del 25 ottobre 1925, pag. 746).

Parte IV - Varie.

Ing. V. AMARA, G. CERILLO, E. LE COULTRE, B. FOCACCIA: Dispositivi economici di messa in parallelo di linee ad alto potenziale, senza trasformatori di tensione. (L'Elettrotecnica, vol. XII, n. 25 del 5 settembre 1925, pag. 604).

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI GENOVA

Gita alla Spezia.

Domenica 4 luglio un numeroso gruppo di soci è stato, alla Spezia, ospite del Regio Arsenal e della Società Idroelettrica Ligure.

I gitanti ricevuti alla stazione dai dirigenti la Siel, visitarono il Regio Arsenal e particolarmente il Laboratorio Valvole Ioniche ed i sommergibili; poterono così ammirare quanto intensa e feconda di risultati sia l'opera di quei tecnici tanto modesti quanto abili nell'importantissimo campo della radiotelegrafia ed i meravigliosi congegni che comandano quelle navi destinate a navigare sommerse.

Veramente gentili furono i Signori Ufficiali che la cortesia del Comando del R. Arsenal ha voluto destinare ad accompagnare i visitatori.

Il Grande Albergo Savoia S. Giorgio, alle ore 12,30 raccolse i gitanti che consumarono il pranzo offerto con maniere veramente signorili dalla Siel.

Al levar delle mense l'Ing. Cornelio porge il ringraziamento della Sezione all'Ing. Gonzales, Presidente della Siel, all'Ing. Buffa, Consigliere Delegato, al Comm. Peri, Direttore di Esercizio ed il cordiale saluto ai Consoci della Spezia.

Seguono l'Ing. Buffa che dà il benvenuto sciogliendo un inno all'A. E. I. e dicendosi onorato di ospitare i Soci della Sezione di Genova, il Dott. Aldoio, Assessore anziano, il Dott. Miglio, Vice Prefetto e l'Ing. Garneri, Ispettore Capo dell'Ufficio Trazione elettrica delle FF. SS. Con vivi applausi venne accolta la proposta di inviare al Comm. Ing. Valgoi, Direttore Compartmentale delle FF. SS., che sempre favorisce le manifestazioni della Sezione, un telegramma di ringraziamento.

Nel pomeriggio ebbe luogo la visita alla Centrale Termica della Siel dove i gitanti poterono ammirare in montaggio un nuovo tipo di caldaia a tubi d'acqua a nafta, tipo bordo, capace di produrre sino a 120 kg. di vapore per metro quadrato, un nuovo tipo di raffreddamento naturale per trasformatori ideato dal Comm. Peri ed assistere all'avviamento del gruppo Diesel Alternatore.

Con vivo interesse ebbe luogo la visita alla sala macchine, caldaie, quadri, ecc., e notato fu l'ordine perfetto che ivi regnava.

Tutti poterono così rendersi conto delle complesse manovre che là possono eseguirsi e della importante funzione della centrale grazie alle esaurienti e gentili spiegazioni che il Comm. Peri, il Cav. Carpani, l'Ing. Arimondi, il Capo centrale e tutti i tecnici davano con rara competenza.

Nel frattempo, trasportate con automobili messe a disposizione dalla Siel, le Signore poterono ammirare le incantevoli bellezze naturali del golfo e riunirsi poi alla comitiva alla stazione ferroviaria e lasciare Spezia alle ore 17,05, tutti commossi e lieti per la indimenticabile ospitalità avuta e per la bella giornata trascorsa nella più schietta cordialità.

A disposizione dei soci era pure un treno di vetture tramviarie, diretto personalmente dal Direttore delle Tramvie, che ne effettuò il trasporto dalla Stazione all'Arsenal, alla Centrale della Siel e da questa alla Stazione Ferroviaria.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Per il consueto periodo di ferie, il numero del 15 Agosto non verrà pubblicato. Il numero successivo, del 25 Agosto, sarà doppio e verrà dedicato alla Riunione di Brescia.

*

Argomenti di discussione a Brescia.

A chi consideri nella sua generalità il tema della prossima riunione di Brescia può sembrare ch'esso comprenda tutta l'elettrotecnica o poco meno, ch'è effettivamente lo scopo pratico di tutta l'elettrotecnica è di far funzionare nel modo migliore gli impianti elettrici. Senonchè quel « migliore » ha una portata vastissima coinvolgendo questioni economiche di importanza preminente. Certo è che anche il modo di progettare e di costruire impianti e macchinari influisce direttamente sulla regolarità e continuità del funzionamento, perchè quanto più abbondantemente siano dimensionate macchine, condutture ed isolamenti, tanto meno probabili risultano i guasti. Intervengono naturalmente qui considerazioni economiche, di spesa di impianto, e tecniche, di rendimento, a guidare nella scelta del dimensionamento effettivo delle varie parti, e con la tendenza unificatrice e normalizzatrice che pervade sempre più tutti i rami della tecnica, i criteri seguiti al riguardo vanno sempre più uniformandosi nei vari paesi. Non sarebbe tuttavia vana una indagine che si proponesse una revisione oggettiva di questi criteri oggi generalmente seguiti. Come fu fatto, in piccolo, per le lampade ad incandescenza, allo scopo di ricercare il regime complessivamente più conveniente da darsi al filamento, si potrebbe ricercare se per avventura non potesse convenire di spendere di più negli impianti e nelle macchine per attenuare i danni diretti ed indiretti delle irregolarità di servizio...

Ma non di questo deve occuparsi la riunione di Brescia. Si tratterà, invece di vedere, dati gli impianti così come mediamente oggi sono, se e quali provvedimenti tecnici siano possibili e convenienti per migliorare la regolarità del funzionamento. Si delineano così quattro grandi gruppi di argomenti. L'organizzazione tecnica del servizio, collegamenti e smistamenti di centrali e di linee, estensione maggiore o minore dei paralleli e provvedimenti relativi ecc.; poi la direzione del servizio: centralizzazione di esso secondo il tipo americano o relativa indipendenza delle varie centrali, con lo studio dei migliori mezzi di comunicazione fra le varie parti di un impianto. Vengono, infine, tutti i dispositivi di protezione e di sicurezza divisi nelle due grandi categorie: sovracorrenti e sovratensioni. Vasto l'argomento: numerosissimi i colleghi nostri autorizzati ad interloquire con grande competenza, maturata nell'esercizio quotidiano della loro professione. Auguriamoci che non manchi quel minimo di buona volontà di cui parlavamo in una passata nota....

La protezione delle reti in cavo.

Un notevole contributo all'argomento delle protezioni contro le sovracorrenti porta oggi intanto il Consocio Ing. BOSONE con la sua memoria. L'argomento è stato inquadrato l'anno scorso a Napoli dal Collega Barbagelata nella sua relazione, che potrebbe ancora a Brescia servire di guida alla discussione.

Ma in essa la protezione delle linee in cavo era stata solo accennata, cosicchè riesce assai opportuna la monografia dell'Ing. Bosone che, vivendo in una fabbrica di cavi, appare particolarmente indicato per riferire su simile argomento.

La struttura elettrica della Centrale del Matese.

Anche la descrizione dell'impianto del Matese che oggi completiamo, potrebbe dare lo spunto a interessanti scambi di idee a Brescia. Se infatti lo schema della Centrale non si scosta dalle tradizioni per quanto concerne le protezioni, esso appare per contro studiato con grande originalità di vedute nell'intento di rendere facili e rapide le manovre: un solo personale, al quadro, ha praticamente sottomano tutto quanto è necessario al controllo di servizio, con la visibilità delle parti essenziali dell'impianto. Anche assai interessante il dispositivo di sicurezza che consente, in caso di emergenza, colla manovra di un solo bottone, eseguibile anche dall'esterno della centrale, di mettere tutta la centrale fuori servizio, aprendo interruttori, diseccitando macchine, chiudendo paratoie, ecc., ecc.

Segnali di allarme per gli impianti a serbatoio.

Dopo la catastrofe del Gleno, la Commissione governativa per le Dighe prescrisse tra l'altro che gli impianti a serbatoio fossero muniti di opportuni dispositivi per potere in caso di bisogno dare sicuramente e rapidamente un segnale d'allarme a tutti gli abitati a valle della diga. Il problema non è semplice dovendo il dispositivo essere indipendente dalle condizioni dell'impianto, di sicuro funzionamento anche dopo molti anni di inoperosità e sottratto per quanto possibile alle cause di funzionamento intempestivo. Riuscirà interessante apprendere come l'Ing. PASSERINI abbia risolto il problema per un grande impianto nostro.

LA REDAZIONE.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana	1,50
più per postali	0,80
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:	
Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente	20, —
più per postali	2, —
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	20, —
più per postali	3, —
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)	2,50
più per postali	0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	1, —
più per postali	0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	3, —
più per postali	1, —
NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche	4, —
più per postali	1, —
Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI-NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)	3, —
più per postali	1, —

L'IMPIANTO IDROELETTRICO DEL LAGO MATESE DELLA SOCIETÀ MERIDIONALE DI ELETTRICITÀ

(Continuazione e fine, v. N. 21, pag. 470).

Centrale del secondo salto.

La centrale si trova proprio alla base della falda montana, là dove comincia la piana degradante dolcemente verso il Volturno, in zona ricca di sorgive perenni alimentate dalla idrografia sotterranea del massiccio del Matese.

Sala macchine.

La sala macchine (fig. 34 e 35 è rettangolare è disposta col lato maggiore normale alla falda montana: le sue dimensioni attuali sono di m. 25 per m. 12 ma nel progetto di sviluppo integrale dell'impianto è previsto l'ampliamento fino a m. 38 di lunghezza per installarvi due nuovi gruppi. La sala macchine è costruita, come il rimanente edificio della centrale, in pilastri di cemento armato e muratura. La copertura è a tetto piano sostenuto da travate reticolari di cemento armato.

La sala macchine è servita da un carro-ponte della San Giorgio di Sestri Ponente della portata di 30 tonnellate che scorre su rotaie sostenute da pilastri di cemento armato opportunamente rinforzati.

Il piano della sala macchine è a quota 176,35 con la copertura a 187,85. Nella sala sono montati per adesso due gruppi turbo-alternatori con eccitatrici coassiali da 5000 kVA l'uno.

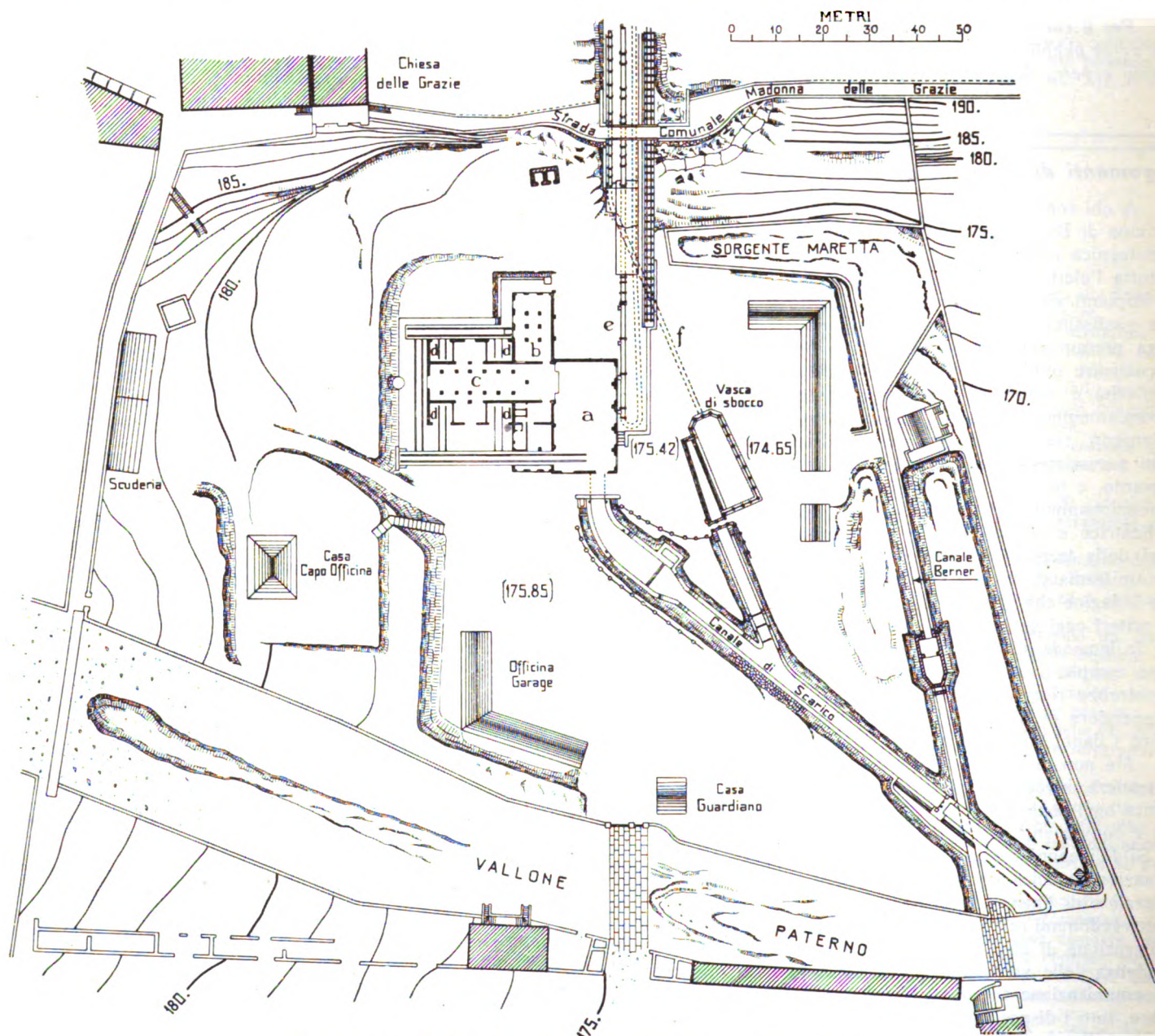


Fig. 33. — Planimetria della Centrale secondo salto e opere annesse.

La centrale è, si può dire, proprio nella cittadina di Piedimonte, essendone separata solo per la larghezza del vallone Paterno.

Intorno all'edificio è ricavato un vasto piazzale dove oltre a trovar posto l'opera di scarico e i preesistenti canali alimentati dalle sorgenti, vi sono anche gli edifici minori adibiti ad uso officina e magazzino: in posizione sopraelevata e dominante il piazzale si trova la palazzina della Direzione circondata da un vasto giardino.

L'edificio della centrale risulta composto dalla sala macchine a cui è addossato l'edificio quadro a 10.000 volt e quello assai più importante dei trasformatori e del quadro a 66.000 V.

Parallelamente al lato maggiore della sala si sviluppa il canale di scarico delle turbine a sezione rettangolare con le pareti rivestite di tavoloni di rovere: esso, appena uscito dall'edificio, piega un poco per andare a sboccare nel vallone Paterno; raccogliendo così nel breve percorso anche le acque che in casi anormali sfiorano dalla vasca di carico del secondo salto e che come si è visto, venendo giù per una condotta riempiono una vasca di calma e tracimano poi nel canale suddetto.

Nella planimetria di fig. 33 si vedono queste opere insieme ai due canali che raccolgono le acque dalla sorgente Maretti e ad altre opere sussidiarie.

Nel sotterraneo della sala macchine si trova pure il corri-

doio per le sbarre uscenti dagli alternatori: attraverso tale corridoio viene assorbita l'aria di ventilazione che per due cunicoli,

generali del quadro come sarà esposto più innanzi. Attualmente sono installati solamente tre trasformatori e tutti i sezionatori

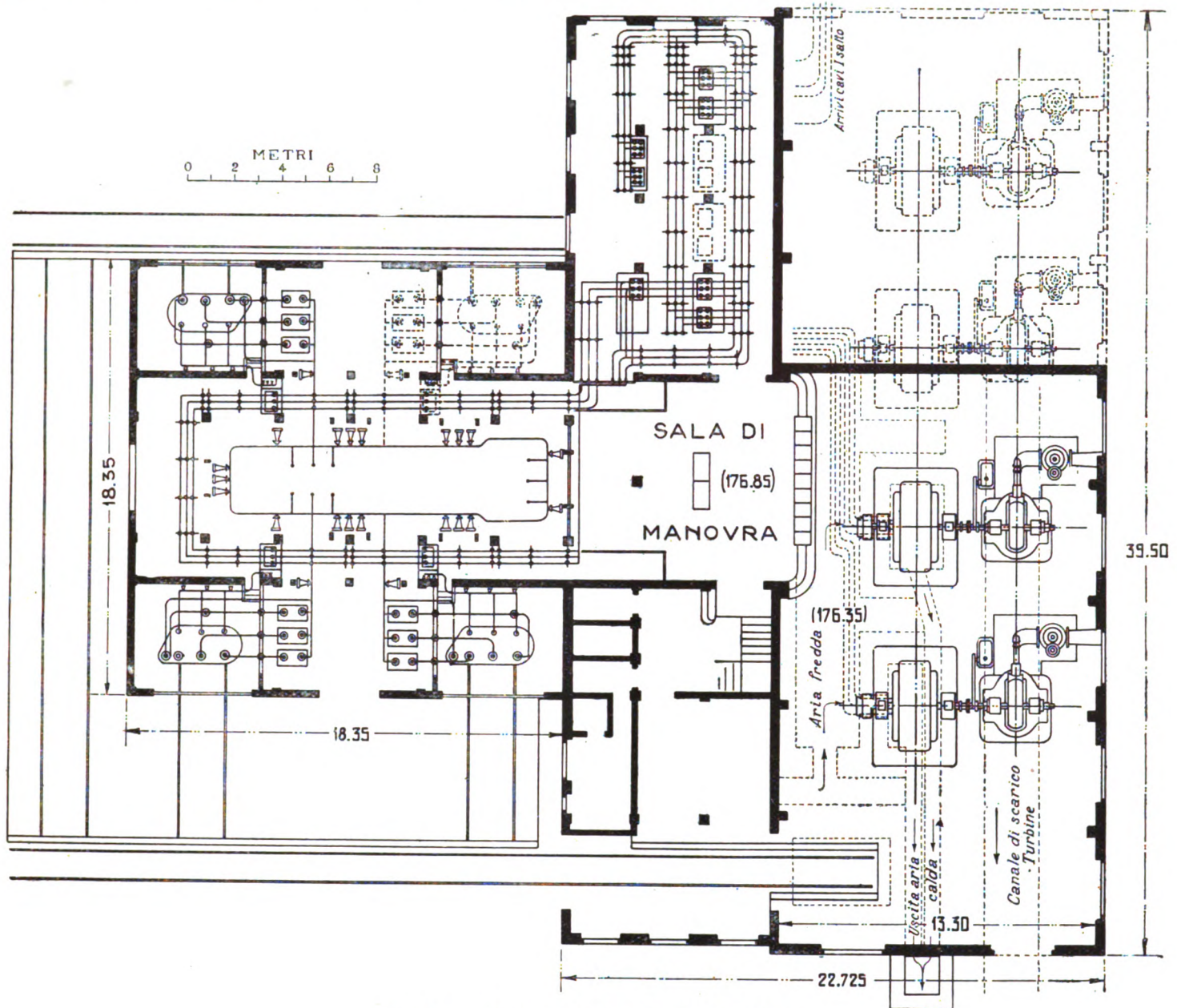


Fig. 34. — Pianta della Centrale secondo salto.

distinti e forniti come per il primo salto di portine a chiusura rapida, è scaricata all'esterno.

Edificio Quadro e Trasformatori.

Annesso alla sala macchine, e precisamente sul lato maggiore di essa esposto ad occidente, si trova un corpo di edificio diviso pressochè in tre parti uguali per rispondere a tre funzioni diverse. La prima a due piani è destinata ad uffici, e a officina di piccole riparazioni; la seconda ad un sol piano non è altro che la camera di manovra da cui il personale sorveglia e regola tutta la centrale, anzi meglio tutto l'impianto Matese con i vari comandi a distanza; la terza pure ad un sol piano, con scantinato come le due precedenti, è la sala quadro a 10.000 volt. Nello scantinato oltre a dei magazzini, ha la sua sede, sotto la sala a 10 kV, la sala partenze linee locali a 9000 volt con i trasformatori di protezione a rapporto pressochè unitario: sempre verso occidente s'innesta ancora in posizione simmetrica rispetto alla mezzeria un terzo e definitivo corpo di fabbrica a pianta quadrata di m. 18,35 di lato. Questo è l'edificio trasformatori e quadro a 60 kV. Come si vede dalla pianta (fig. 34), essendo le celle per i trasformatori collocate ai quattro angoli, si realizza al centro un vasto vano in cui successivamente in altezza sono sistemati: l'anello di sbarre a 10 kV; l'anello a quattro conduttori (uno neutro) a 60 kV e infine l'anello a tre conduttori a 60 kV da cui sono derivate le partenze. I sezionatori dei due anelli a 60 kV sono collocati pure sulle medesime verticali, rispondendo ciò ai criteri

che permettono eventualmente la possibilità di fare tre servizi separati con le diverse partenze esistenti.

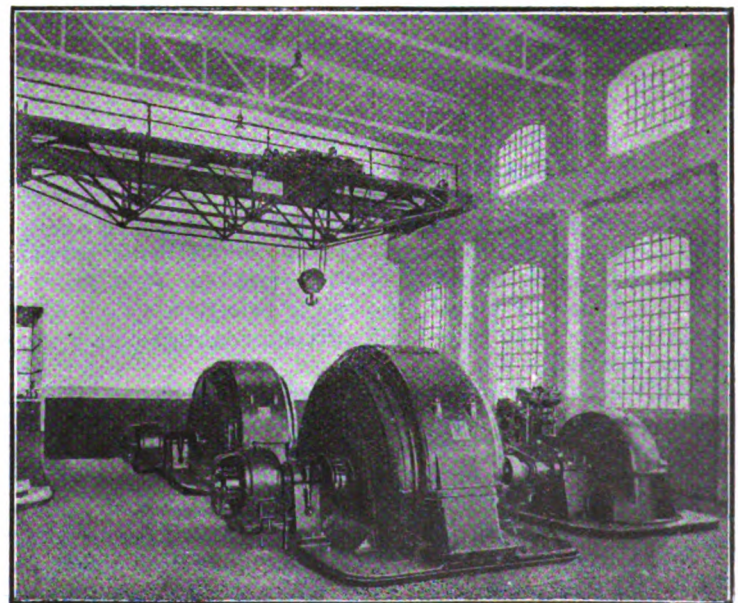


Fig. 35. — Sala macchine della centrale secondo salto.

Il piano della sala è alla quota 176,85, il primo piano circostante al vano centrale è alla quota 184,40; la copertura a tetto piano su travi di cemento armato è a quota 191,80.

prima delle turbine sulla tubazione d'arrivo è installata per ciascuna macchina una valvola a saracinesca con by-pass e servomotore idraulico di manovra.

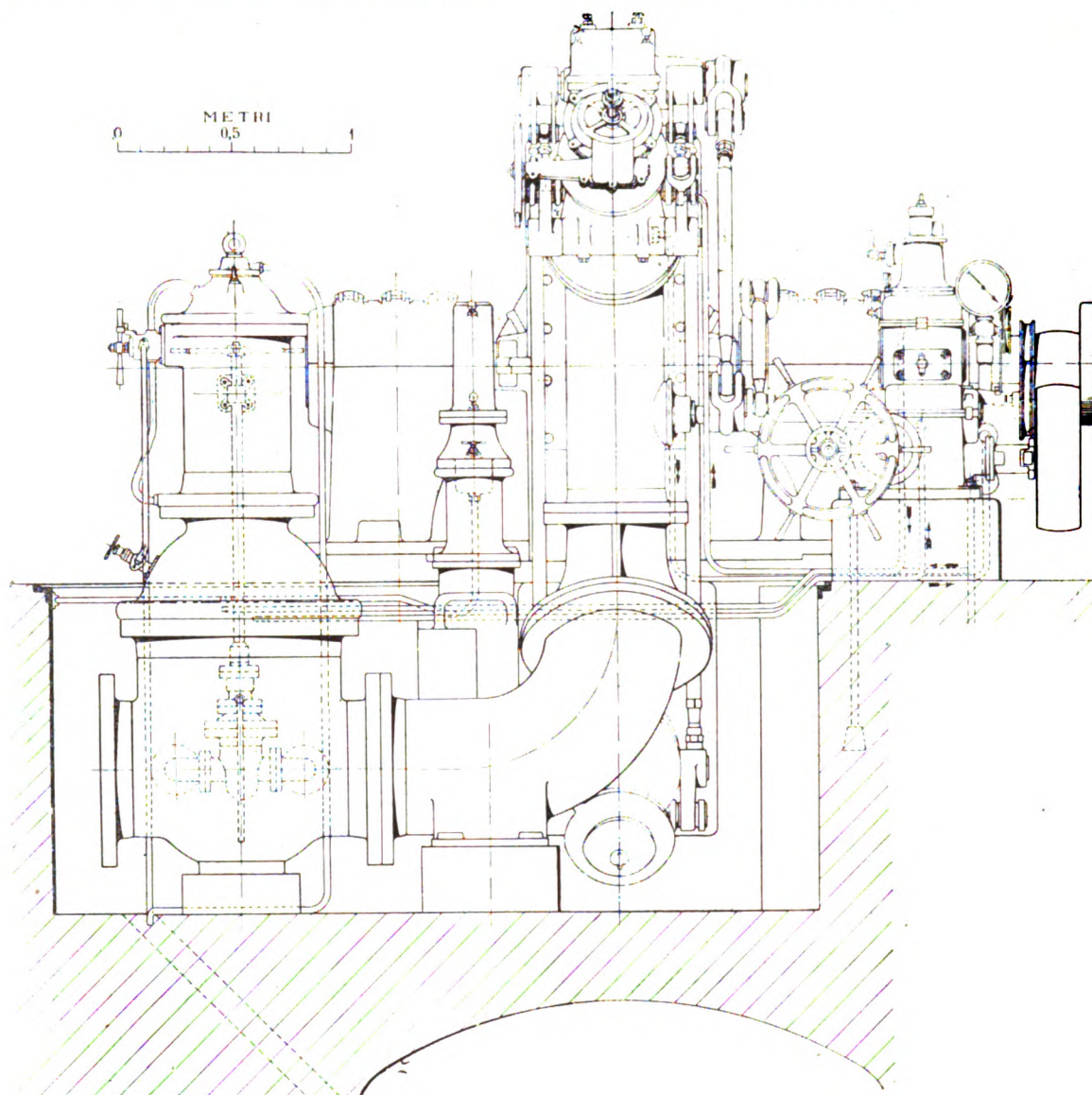


Fig. 36. — Turbina da 4300 kW - $H = 335$ m.; $Q = 1,5$ m³/s; $N = 504/552$.

Macchinario della Centrale secondo salto.

Nella sala macchine sono installati due gruppi con eccitrici coassiali da 5000 kVA l'uno. Le turbine sono state fornite dalla Ditta Franco Tosi, mentre gli alternatori con le eccitrici dal Tecnomasio Italiano. I gruppi rispondono alle garanzie e caratteristiche che qui sotto sono riportate.

Turbine.

Le turbine sono del tipo Pelton ad asse orizzontale e doppio ugello: ognuna costruita per una caduta utile media di 335 metri con una portata di 1500 l/sec. (circa 10/10 di apertura) sviluppando all'asse circa 4300 kW con giri variabili tra 504 e 552 a seconda della frequenza 42 a 46. Normalmente marcano a 540 giri per la frequenza di 45 periodi (fig. 36 e 38).

La ruota è di acciaio fuso con le pale riportate: il distributore è pure in acciaio a getto circolare con regolatore a spina conica e deviatore a tegolo.

L'albero è in un sol pezzo e termina con flangia fucinata per l'accoppiamento diretto con l'alternatore: la cassa di ghisa è divisa in due pezzi e riunita con bulloni.

Le turbine sono fornite di regolatore autonomo a pressione d'olio comandato con cinghie, nel regolatore c'è il dispositivo di compensazione della staticità oltre alla possibilità di variare a volontà il numero dei giri entro i limiti indicati di frequenza. In testa all'asse della ruota c'è il dispositivo di chiusura automatica per eccesso di velocità. I cuscinetti sono a lubrificazione automatica e a raffreddamento con circolazione d'acqua. Subito



Fig. 37. — Centrale secondo salto.

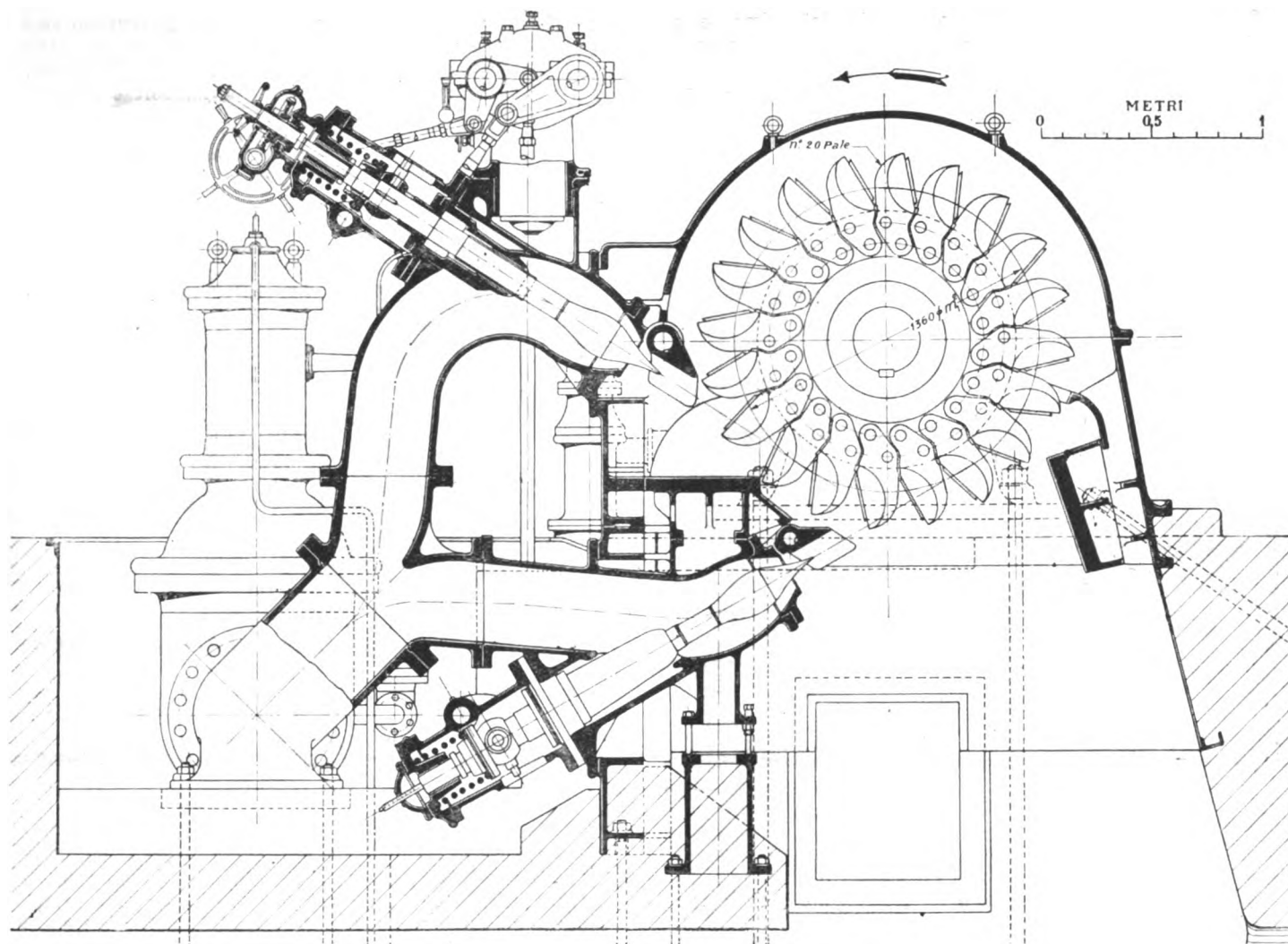


Fig. 38. — Turbina da 4300 kW - $H=335$ m.; $Q=1,5$ m³/s; $N=504/552$.

Garanzie.

I rendimenti garantiti sono i seguenti:

carico	1/1	1/2	1/3
rendimento	81 %	82 %	79 %

Le variazioni di velocità con $P D^2$ dell'alternatore uguale a 40.000 kgm² sono del seguente ordine:

Distacco di carico	1/1	1/2	1/4
Scarto di velocità	12 ÷ 14	6 ÷ 7	3,5 %

Le macchine sono costruite per resistere alla velocità di fuga di circa 1000 giri al minuto. L'aumento di pressione statica passando gradatamente dal pieno carico a vuoto è del 5 %. Il peso d'una turbina completa è di 29 tonnellate.

Alternatori.

Gli alternatori ad asse orizzontale sono capaci di produrre 5000 kVA in tutte le condizioni di sfasamento tensioni e frequenze indicate per gli alternatori del primo salto.

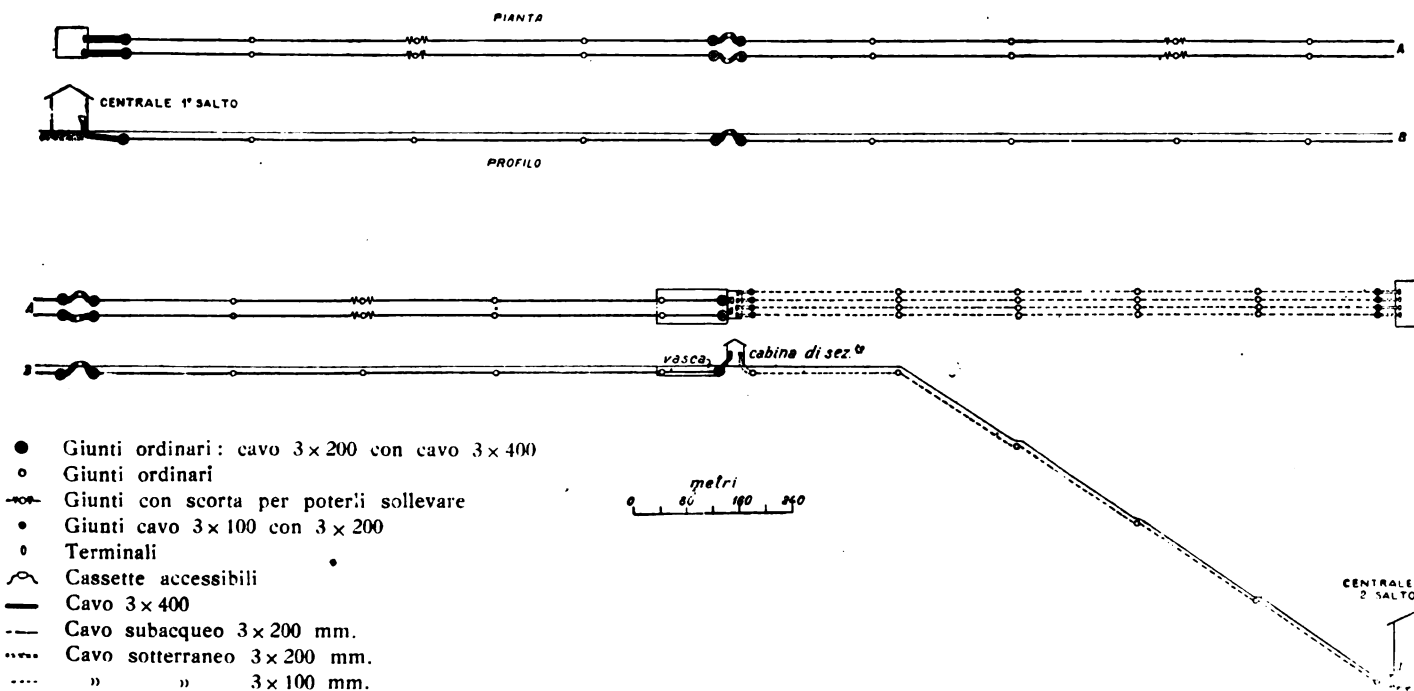


Fig. 39. — Schema dei collegamenti elettrici in cavo fra le due centrali.

Sono di tipo del tutto identico a quelli del primo salto, quindi anch'essi a ventilazione forzata, con statore in due parti, avvolgimento a stella, rotore ugualmente a lamieroni con dieci poli, supporti a lubrificazione automatica con raffreddamento a circolazione d'acqua.

tra 1 e 0,8 qualunque frequenza e rapporto di tensioni sarà di 45° rispetto alla temperatura dell'acqua entrante con l'ipotesi d'avere a disposizione almeno 200 litri al secondo di acqua limpida a 15° alla pressione assoluta di due atmosfere all'ingresso nel refrigerante.

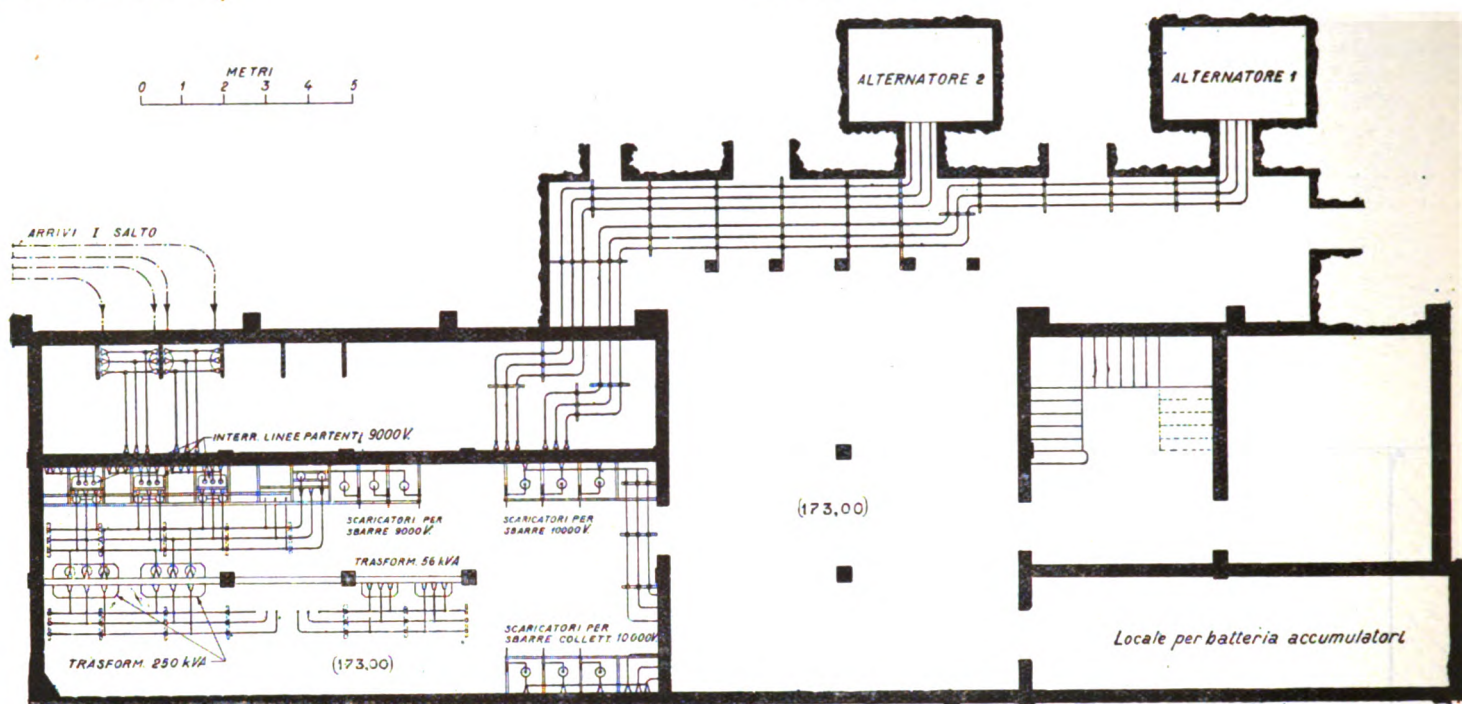


Fig. 40. — Pianta del cantinato della Centrale secondo salto.

Garanzie.

- 1) Sopraelevazione massima di temperatura 40° sull'ambiente per il regime continuativo di pieno carico.
- 2) Sopraccarico sopportabile del 10 % sul pieno carico per dodici ore senza inconvenienti.
- 3) I rendimenti garantiti sono: a 10.000 volt e 44 periodi.

	a pieno carico	a metà del carico
$\cos \varphi = 1$	95,5 %	93 %
$\cos \varphi = 0,75$	94,5 %	91 %

La variazione di tensione passando, dal pieno carico di 3750 kW a 44 periodi a vuoto, è:

per $\cos \varphi = 1$	del 10 %
per $\cos \varphi = 0,75$	del 30 %

Il $P D^2$ di ogni alternatore è di 40.000 kgm^2 ; sono costruiti in modo da poter sopportare la propria velocità di fuga di circa 1000 giri.

Il peso di ogni alternatore compresa la eccitatrice è 60 tonnellate.

Le eccitatrici coassiali sono a sbalzo sull'ultimo supporto e hanno una potenza di 65 kW e 110 volt.

Trasformatori.

I trasformatori trifasi sono stati forniti dal Tecnomasio Italiano.

Essi sono previsti per una capacità continua di 12.000 kVA con rapporto $10.000/64.000 \div 68.000$ per una frequenza di $42 \div 46$ periodi: hanno l'avvolgimento primario a triangolo e il secondario a stella col neutro esterno.

I trasformatori sono in olio con circolazione esterna di questo a mezzo di pompa e raffreddamento mediante refrigerante esterno ad acqua. Gli avvolgimenti sono calcolati e costruiti in modo da poter resistere alle sollecitazioni meccaniche che possono derivare da eventuali corti circuiti.

Ogni trasformatore è provvisto perciò di una pompa centrifuga di 6 kW per il movimento dell'olio, inoltre sono installati indicatori di livello d'olio e dispositivi di segnalazione ottica di circolazione d'acqua e di olio oltre a mezzi acustici d'allarme in caso di guasto. L'acqua invece pompata da un pozzo alimentato da una sorgente viene mandata ad un serbatoio di carico posto sopra la centrale e di lì derivata per il raffreddamento dei trasformatori e dei cuscinetti e per gli altri scopi.

Garanzie.

L'aumento di temperatura negli strati superiori dell'olio a pieno carico continuo in qualsiasi condizione di sfasamento

L'aumento di temperatura degli avvolgimenti non sarà superiore a 65° rispetto alla temperatura dell'acqua entrante.

I rendimenti convenzionali a pieno carico alla temperatura di 65° col pieno rapporto $10.000/64.000$ volt alla frequenza

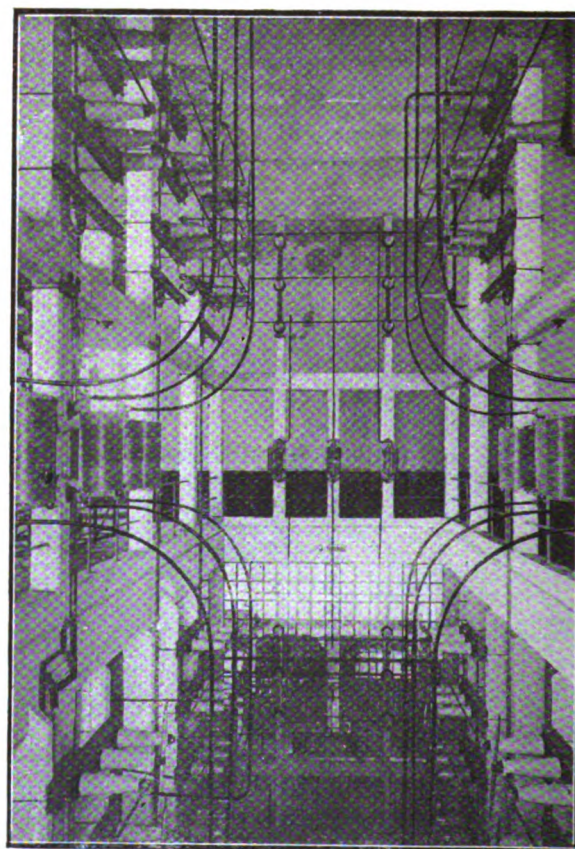


Fig. 41. — Doppio anello a 66.000 V.

di 44 periodi, esclusa l'energia richiesta per le pompe dell'acqua refrigerante, sono i seguenti:

per $\cos \varphi = 1$	98,6 %
per $\cos \varphi = 0,75$	98,1 %

Collegamenti elettrici e quadro.

Lo schema del quadro della centrale del secondo salto, che è riportato nelle figure 46 e 47, è stato studiato tenendo presente non solo la importanza della centrale ma anche gli speciali servizi a cui devono soddisfare gli impianti del Matese, destinati a integrazione ed a riserva alle altre centrali della Società Meridionale di Elettricità.

dalle macchine del primo salto, sono doppie, cioè composte da due terne, senza sezionamenti. Da queste due terne, attraverso i dispositivi di misura e i trasformatori di tensione e di corrente, si passa a quella parte di sbarre a 10.000 V a cui sono allacciati i trasformatori: dette sbarre sono disposte ad anello che può essere chiuso o sezionato mediante coltelli montati fra un trasformatore e l'altro.

Ogni terna di sbarre a 10.000 V ha il proprio complesso di

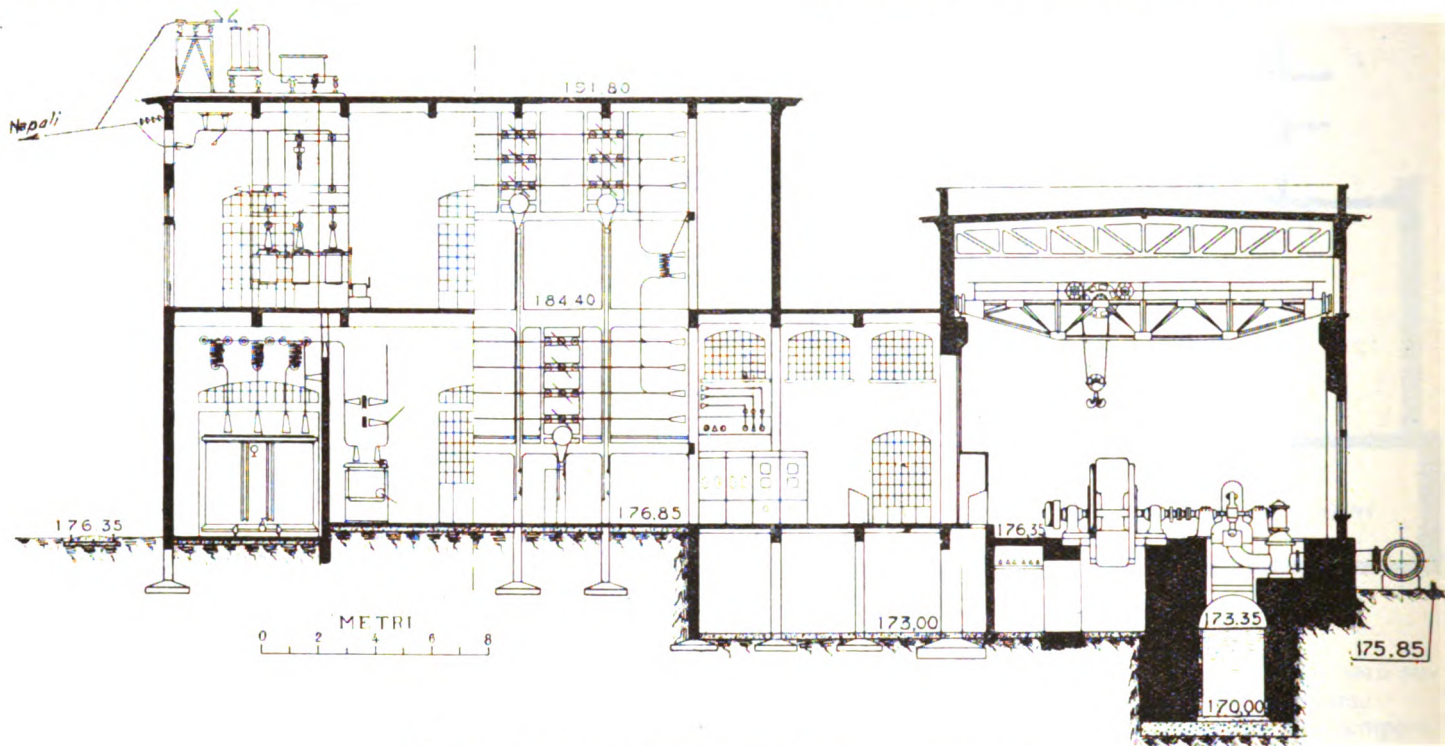


Fig. 43. — Sezione trasversale della Centrale secondo salto.

In particolare, si è tenuto conto del fatto che gli impianti del Matese, oltre ad assicurare la più razionale e completa utilizzazione della propria acqua, devono anche essere in grado di servire di riserva o di integrare due servizi non in parallelo, ed inoltre devono permettere di alimentare, con trasformatori separati, tre servizi.

apparecchi di misura e di totalizzazione dell'energia, ed è provvista delle protezioni contro le sovratensioni mediante valvole Giles. Ogni terna può funzionare in modo del tutto indipendente dall'altra. Fra le due terne è inserito un interruttore-congiuntore.

Le sbarre a 66.000 V sono progettate sullo stesso schema di quella parte delle sbarre a 10.000 V che corrisponde ai tra-

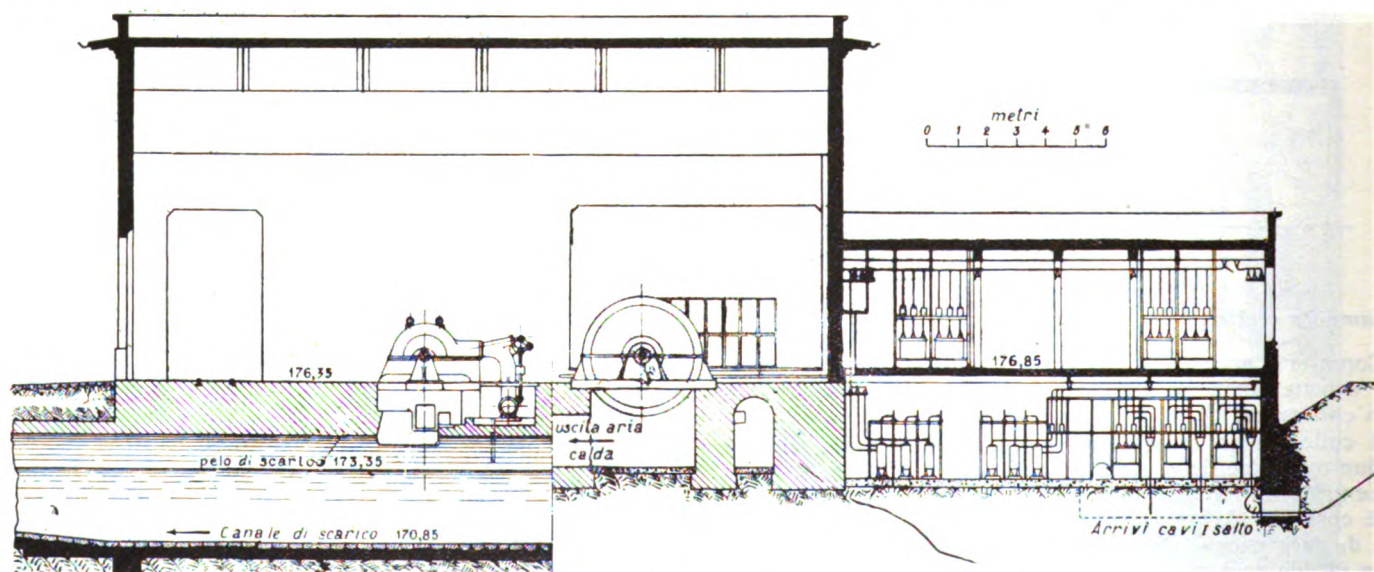


Fig. 44. — Sezione longitudinale della Centrale secondo salto.

Per soddisfare a queste esigenze, si pensò anzitutto di riportare nella centrale inferiore le manovre principali delle macchine installate nella centrale del primo salto; e si progettò quindi, come si è detto, ciascuna di queste macchine con una linea propria, facente capo alle sbarre a 10.000 V della centrale del secondo salto. Tali sbarre furono costituite con due terne completamente separate ed indipendenti e si provvide a poter separare le sbarre ad alta tensione in tre tronchi distinti.

Le sbarre a 10.000 V, in corrispondenza ai montanti degli alternatori del secondo salto e degli arrivi delle linee partenti

sformatori, cioè ad anello con sezionamenti fra un trasformatore ed un altro.

Disponendo l'anello a 66.000 V sovrastante a quello a 10.000 V, coi rispettivi sezionamenti in corrispondenza, si sono rese molto facili e chiare le manovre.

Per raggiungere poi la possibilità di eseguire tre alimentazioni separate, si adottò, oltre all'anello destinato a raccogliere l'energia proveniente dai trasformatori, un secondo anello analogo al primo e dal quale si derivano le linee partenti. Questo anello ha dei sezionamenti tra l'una e l'altra linea partente. Fra

i due anelli vi sono tre collegamenti che permettono appunto le tre alimentazioni.

Allo scopo di poter collegare fra loro i neutri dei trasformatori, al primo anello a 66.000 V si aggiunge un quarto con-

e per la derivazione delle sbarre a 9000 V per le linee locali. I trasformatori e le sbarre relative si trovano invece nella campata sottostante del sotterraneo. Nella seconda campata del sotterraneo, contro la parete che la separa dalla prima, sono di-

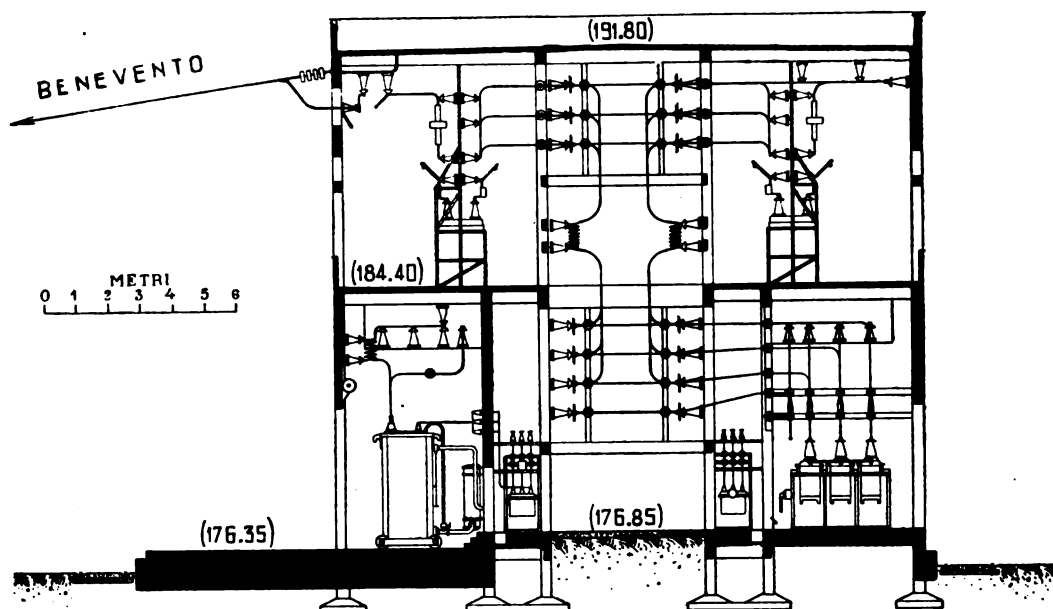


Fig. 45. — Sezione del locale quadri.

dotto; ciò spiega perchè sullo schema di figura 46 tale anello sia indicato col nome di quaterna.

Sulle linee arrivanti dal primo salto, sui montanti delle macchine del secondo salto, sulla connessione fra le due terne di sbarre a 10.000 V, sul primario e sul secondario dei trasformatori, e sulle linee in partenza, sono inseriti degli interruttori in olio.

Gli interruttori degli arrivi delle macchine del primo salto sono provvisti di scatto a massima corrente; sugli interruttori in partenza dal primo salto vi sono i relais a massima corrente e massima tensione; gli interruttori delle macchine del secondo salto hanno relais di corrente e di tensione. Gli interruttori dei trasformatori non sono per ora muniti di scatto automatico, e potranno, eventualmente, in seguito, essere provvisti di una protezione differenziale. Gli interruttori delle linee in partenza sono automatici a massima.

Tutti gli interruttori sono provvisti di comando a distanza: quelli a 10.000 V con solenoide, e quelli ad alta tensione con sistema a moto-volano (fig. 52).

Sulle sbarre a 10.000 V sono anche inseriti due trasformatori da 250 kVA, 10.000/9000 V i quali alimentano una terna di sbarre a 9000 V. Da esse si dipartono alcune linee destinate alla alimentazione dei Comuni limitrofi.

I servizi possono essere derivati dall'una o l'altra terna di sbarre a 10.000 V per mezzo di due trasformatori da 56 kVA, 10.000/220 V.

Disposizioni costruttive del quadro.

Sulle figure 34, 40, 42, 43 e 45 si può facilmente seguire la disposizione dei circuiti e degli apparecchi. Il quadro a bassa tensione si svolge in un locale distinto dal quadro ad alta.

Le sbarre a 10.000 V sono collocate al piano terreno del locale quadro a bassa tensione. Il locale è diviso longitudinalmente da pilastri in tre campate: le sbarre si svolgono nelle due campate a valle, mentre nella terza campata a monte le sbarre si prolungano per dar luogo alla derivazione per i servizi locali. Le sbarre sono situate sotto il soffitto, sostenute da intelaiature in ferro (fig. 54).

I montanti degli alternatori giungono nel locale sotterraneo e salgono al piano superiore fino agli interruttori di macchina, collocati nel mezzo della prima campata; i coltelli e i riduttori di tensione e di corrente sono pure situati al piano terreno, sostenuti dalla intelaiatura in ferro.

I cavi a 10.000 V, provenienti dalla centrale primo salto, arrivano pure nel sotterraneo e i montanti relativi si sviluppano in modo del tutto analogo a quello dei montanti degli alternatori. Prima degli interruttori e fra questi e le sbarre, sono disposti dei coltelli manovrabili in posto con fioretto (fig. 40 e 44).

Nella terza campata del locale a bassa tensione, si trovano a piano terreno i due interruttori, per i servizi ausiliari

sposti gli interruttori delle linee in partenza a 9000 V, l'uscita delle linee stesse, in cavo, e gli scaricatori delle sbarre a 9000 volt (fig. 40).

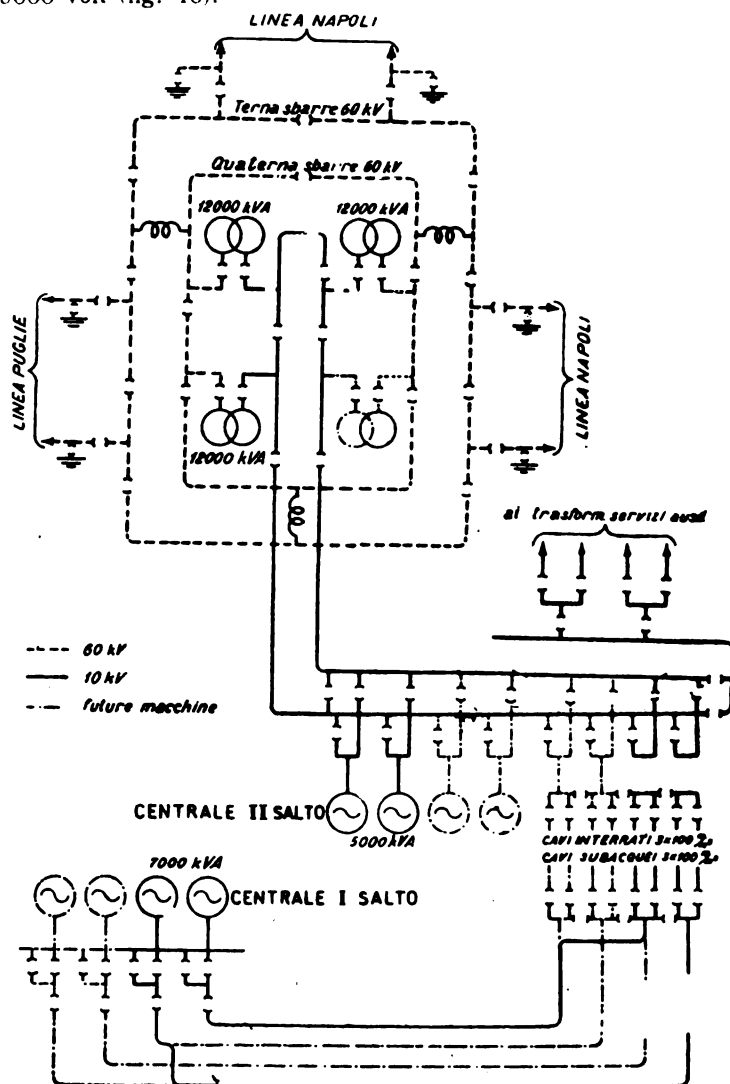


Fig. 46. — Schema fondamentale dei collegamenti elettrici.

Pure nel sotterraneo, verso l'estremità adiacente all'edificio maggiore sono sistemate invece le due terne di scaricatori derivati dalle sovrastanti sbarre a 10.000 V.

Il congiuntore fra le due terne a 10.000 V è montato al piano terreno, sopra agli scaricatori.

Le sbarre a 10.000 V. uscendo dal locale ora descritto, penetrano nel locale quadro ad alta tensione, si dispongono al piano terreno di esso, e descrivono una sorta di grande U, a m. 2,70 dal pavimento disponendosi in corrispondenza ai margini della grande apertura centrale praticata nel pavimento del piano superiore. Le sbarre sono sorrette da isolatori a colonnina portati da mensole fissate ai pilastri in cemento armato che in

di esso, in modo da riuscire chiaramente visibili dal basso. Il primo anello si svolge in corrispondenza al piano terreno e il secondo in corrispondenza del piano superiore: le 7 sbarre si trovano disposte in un medesimo piano verticale. I collegamenti sono realizzati mediante conduttori verticali correnti nell'interno del pozzo da una terna di sbarre all'altra, come si vede chiaramente nella fotografia di figura 41. I conduttori ascendenti attraversano le bobine d'impedenza montate fra i due anelli di sbarre.

Tutto il quadro ad alta tensione è caratterizzato da una grande visibilità che facilita molto la sorveglianza e le manovre.

Al piano superiore avviene la partenza delle linee.

In corrispondenza alle sottostanti celle dei trasformatori, sono installati gli interruttori di linea. Le derivazioni provenienti dalle sbarre a 60.000 V. scendono fino agli interruttori dai quali risalgono fino al soffitto del locale, sostenute da isolatori a colonnina pendenti, ed escono all'esterno attraverso passanti in porcellana per raggiungere i pali di linea (fig. 49).

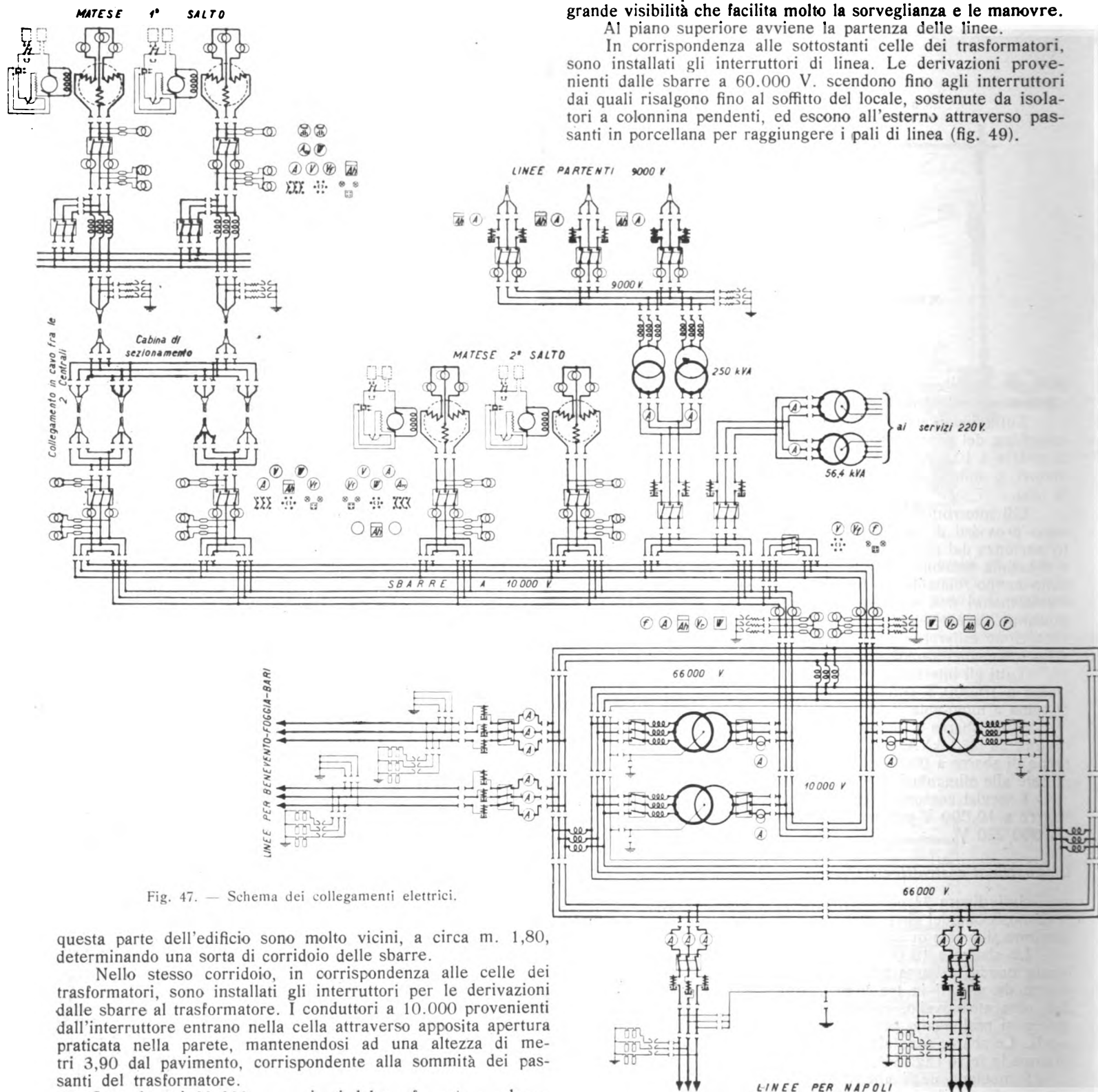


Fig. 47. — Schema dei collegamenti elettrici.

questa parte dell'edificio sono molto vicini, a circa m. 1,80, determinando una sorta di corridoio delle sbarre.

Nello stesso corridoio, in corrispondenza alle celle dei trasformatori, sono installati gli interruttori per le derivazioni dalle sbarre al trasformatore. I conduttori a 10.000 provenienti dall'interruttore entrano nella cella attraverso apposita apertura praticata nella parete, mantenendosi ad una altezza di metri 3,90 dal pavimento, corrispondente alla sommità dei passanti del trasformatore.

I conduttori 60.000 provenienti dal trasformatore salgono lungo la parete della cella opposta a quella dove entra la terna a 10.000 V., attraversano le bobine d'impedenza e ridiscendono all'interruttore a 60.000 V. sistemato in modo da chiudere una delle pareti minori della cella e manovrabile dall'esterno di essa (fig. 43 e 45).

Dopo l'interruttore, i conduttori a 60.000 risalgono verso il soffitto della cella, ne escono lateralmente sovrappassando le sbarre a 10.000 e vanno a collegarsi al primo anello di sbarre collettrici a 60.000. I due anelli di sbarre sono collocati nel pozzo rettangolare centrale dell'edificio quadro, lungo la parete

Sul tetto del locale, allo scoperto, in corrispondenza della partenza delle linee, sono collocati gli apparecchi di protezione delle linee stesse. In particolare sulla linea di Benevento si sono installati gli scaricatori con resistenza a vapore di costruzione Magrini (fig. 55).

I conduttori a 10.000 V provenienti dagli alternatori sono formati da piattine di rame di 40×5 mm, distanziate di 25 cm fra loro e di 20 cm. verso terra. Le sbarre collettrici a 10.000

sono costruite ciascuna con tre piattine di 60×5 mm.; si è tenuta per esse una distanza di 30 cm., fra loro e contro terra.

I circuiti ad alta tensione sono invece costruiti con tubo di rame. Le sbarre a 60.000 V sono in tubo di 200 mm. di diametro interno e 25 mm. di diametro esterno; allo stesso tubo sono fatti i collegamenti verticali fra le sbarre. Fra le sbarre di ogni anello si è tenuta una distanza verticale di 90 centimetri.

I conduttori a 60.000 dei trasformatori alle sbarre sono in tubo di 23 mm di diametro interno e 25 mm esterno. Analogamente sono costruite le derivazioni dalle sbarre a 60.000 V alle linee in partenza.

Tutta l'apparecchiatura elettrica tanto a 10 che a 60 kV, come il quadro di comando, sono stati forniti dal Laboratorio Elettrotecnico Ing. Luigi Magrini di Bergamo.

Quadro di comando.

Sulla parte anteriore del locale verso la sala macchine sono disposti i pannelli a leggio per i comandi delle macchine e in mezzo a questi il pannello di parallelo tra i due sistemi di sbarre; al centro del locale vi sono poi altri pannelli a leggio con i comandi degli interruttori dei trasformatori e delle linee partenti oltre alle lampade spia di segnalazione di circolazione dell'acqua e dell'olio dei trasformatori. Al centro di questo banco in posizione sopraelevata si trova il selettore di sincronismo, brevetto Sartori-Calzoni, costruito dalla Ditta Riva che tra poco sarà messo in servizio regolare per fare i paralleli (fig. 50).

Sulla colonna centrale del locale sono installati il comando di chiusura della valvola a farfalla della condotta, il comando di fermata generale in caso di pericolo, i mezzi acustici di segnalazione per messe a terra; inoltre sopra una lastra di marmo è riportato lo schema della centrale con collegamenti mobili in modo da poter sempre riprodurre la posizione attuale dei sezionamenti. (figura 50).

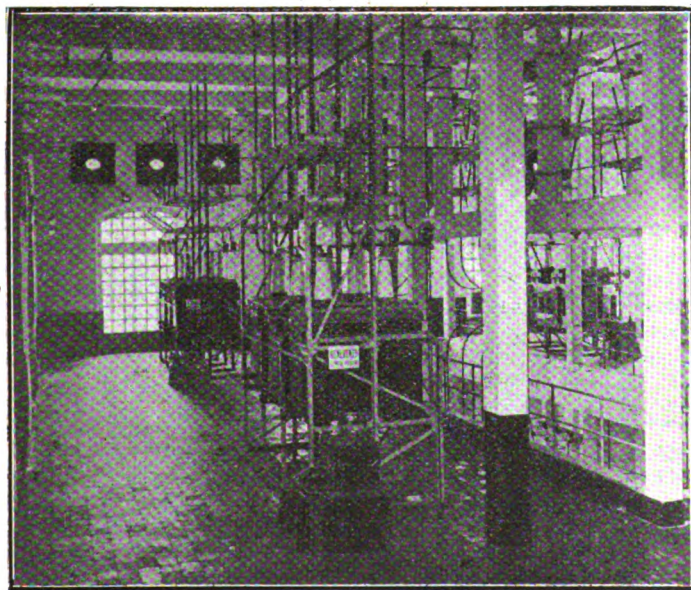


Fig. 49. — Partenza delle linee a 60.000 V.

Sulla sinistra del locale si trovano i pannelli verticali della regolazione Brown Boveri delle macchine del secondo salto con i relativi regolatori di tensione e limitatori di corrente e i relais di massima corrente e tensione e si trovano pure i pannelli to-

talizzatori dei due sistemi di sbarre con i relativi apparecchi di misura.

Sulla destra infine si trovano i pannelli delle linee locali a

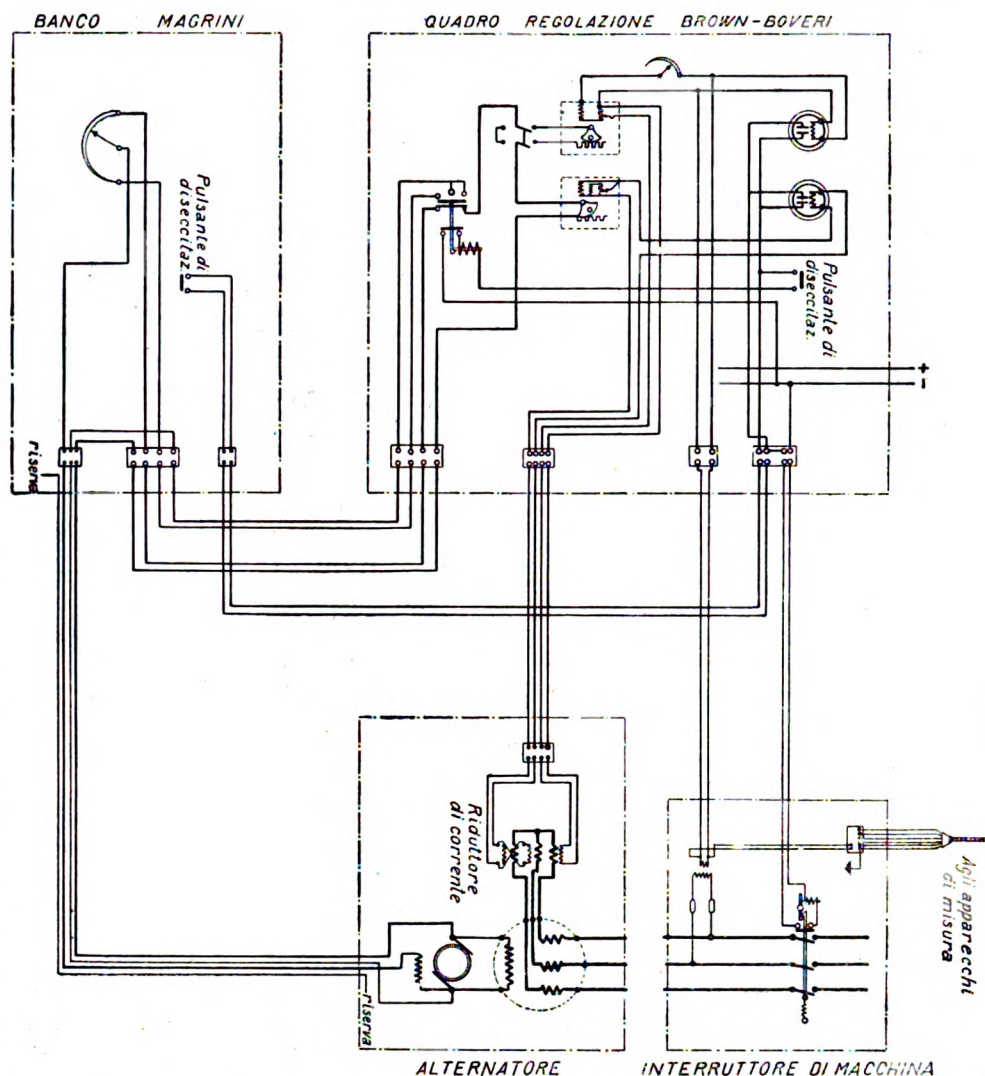


Fig. 48. — Schema dei collegamenti elettrici per la regolazione automatica.

9000 volt e dei servizi ausiliari; l'ultimo pannello è quello del servizio a corrente continua e del gruppo convertitore per la carica della batteria.

Con questa disposizione l'operatore ai pannelli delle macchine ha sempre la visione diretta della sala macchine, e domina

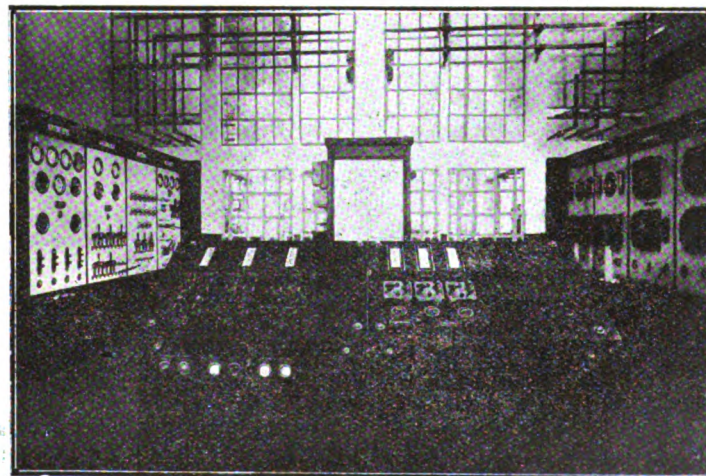


Fig. 50. — Quadro di manovra.

completamente il quadro ad alta tensione, grazie al tipo di costruzione adottato. In particolare, la posizione di tutti i coltelli a 10.000 V e a 60.000 V è chiaramente visibile dall'operatore al quadro.

Seguendo la pratica ormai invalsa nelle centrali importanti, nel locale di comando si trovano non soltanto gli ordinari stru-

menti per controllare la tensione, la corrente, la frequenza, il carico e il fattore di potenza delle macchine, ma anche altri strumenti, e cioè: indicatori di temperatura dei cuscinetti, delle

tone situato nel locale di comando o altro analogo nella abitazione del Capo della centrale, provoca la completa fermata e la messa fuori servizio dell'impianto.

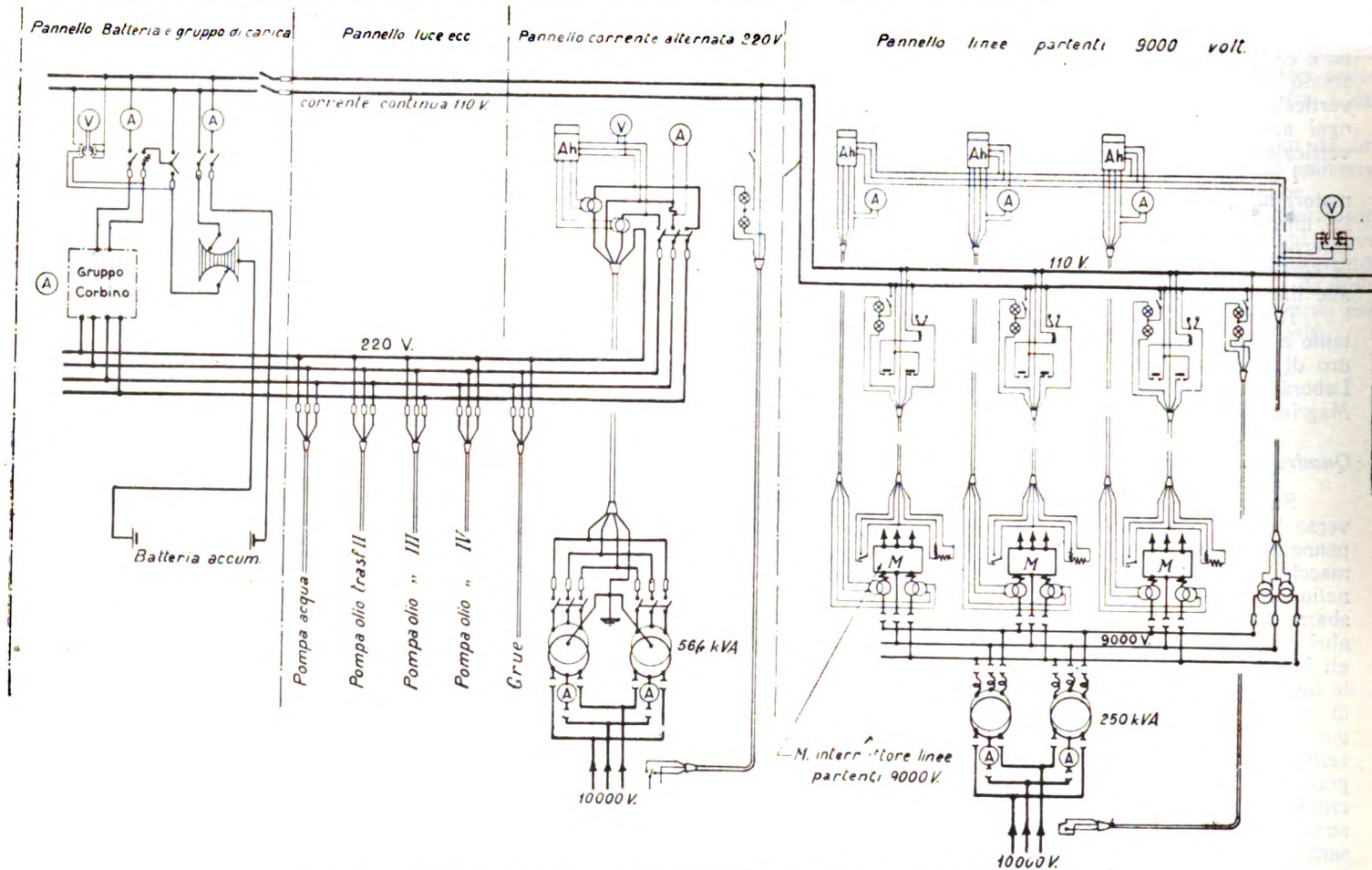


Fig. 51. — Schema dei collegamenti elettrici per i servizi e per le linee locali.

macchine e dell'olio dei trasformatori, indicatori del livello d'acqua nei serbatoi di circolazione, indicatori della circolazione dell'acqua e dell'olio dei trasformatori, indicatore del livello d'acqua nel bacino di compenso della Cila, indicatori della posizione di tutti gli interruttori.

Da detto locale è possibile eseguire, a distanza, non solo le ordinarie manovre elettriche, ma anche quelle di variazione di velocità o fermata delle turbine, e della chiusura delle valvole della condotta forzata.

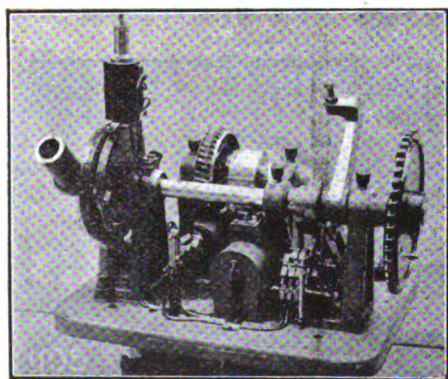


Fig. 52. — Comando a motovolano per gli interruttori.

La manovra del variagiri delle turbine del primo salto dal locale di comando della centrale del secondo salto, è ottenuta mediante l'inserzione di speciali relais di tipo telefonico polarizzati; ciò permette di ottenere, con un unico conduttore per ogni macchina e coll'ausilio di correnti deboli (date da tre o quattro elementi di accumulatori), tanto la manovra di accelerazione quanto quella di ritardo.

I vari comandi di diseccitazione degli alternatori, scatto degli interruttori, fermata delle turbine e chiusura delle condotte, possono essere eseguiti tutti contemporaneamente mediante relais ripetitori inseriti in unico circuito. In caso di pericolo, la chiusura di questo circuito, ottenibile mediante un bot-

Adiacente al locale di comando si trova la cabina telefonica. Le comunicazioni per la linea Piedimonte-Benevento-Fog-

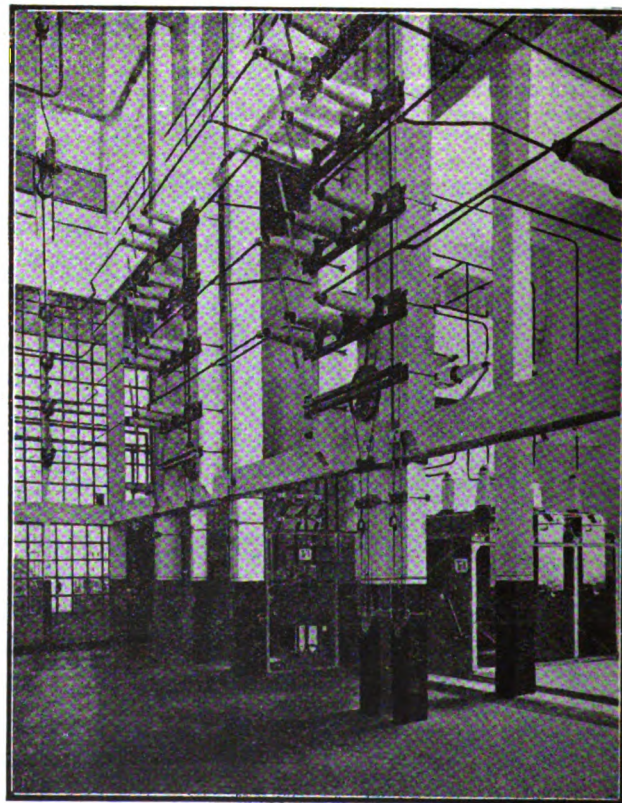


Fig. 53. — Anello inferiore a 60.000 V.

gia vengono effettuate utilizzando gli stessi conduttori di linea mediante un impianto di telefonia ad onde convogliate sistema Telefunken.

*

L'impianto del Matese che, secondo si è detto, è stato costruito come impianto di integrazione è già in funzione da tre anni ed ha pienamente corrisposto al suo scopo sussidiando gli impianti a deflusso continuo con i quali va in parallelo.

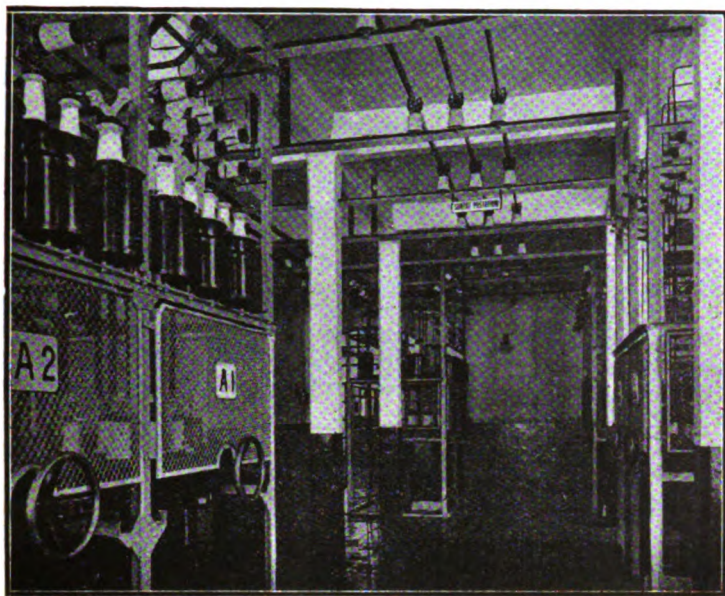


Fig. 54. — Locale sbarre a 10.000 V.

Lo sfruttamento del lago ha subito nei tre anni andamenti diversi subordinatamente alle precipitazioni atmosferiche che sono state molto differenti e hanno fatto variare di molto le portate utilizzabili degli altri impianti.

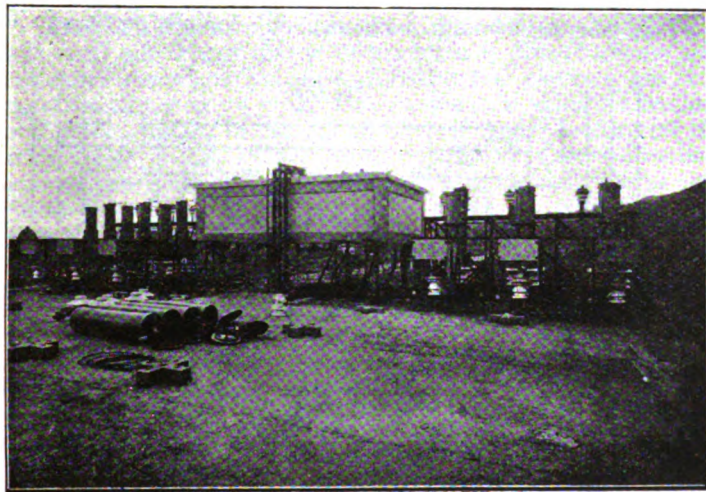


Fig. 55. — Installazione degli scaricatori sul tetto della Centrale.

Il periodo passato fino ad oggi è ancora troppo breve per dedurre delle conclusioni sul miglior diagramma di integrazione, ma l'esperienza di questi tre anni dimostra in modo definitivo che l'impianto è pari alle previsioni ed al concetto informatore, che completamente sicura e del tutto semplice è la regolazione a distanza della centrale primo salto e che è possibile una grande elasticità di erogazione sulle diverse linee partenti.

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica
del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1, —; minimo L. 25, —
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.

LA PROTEZIONE DEI CAVI CONTRO I CORTI CIRCUITI ED I CONTATTI A TERRA □ □ □ □ □ □ □ □

LUIGI BOSONE



Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell'A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

Generalità.

Il continuo svilupparsi sia in estensione che in densità di carico delle reti di distribuzione nei grandi centri di consumo ha fatto sempre maggiormente sentire la necessità di perfezionare i sistemi di protezione contro le sovracorrenti allo scopo di assicurare la continuità del servizio e ridurre al minimo le interruzioni provocate da eventuali difetti nell'isolamento del sistema.

Il semplice metodo di protezione con interruttori automatici a massima corrente ed a scatto ritardato distribuiti in opportuni punti del sistema, mentre è ancora da considerarsi come il più conveniente ed economico per distribuzioni di limitata estensione, non appare più sufficiente per le grandi reti, ove ingente può essere il danno apportato da una interruzione generale del servizio. Ed infatti con un tale sistema di protezione accade sovente che in caso di corto circuito i relais dei diversi interruttori, quantunque diversamente tarati per intensità e tempo, agiscono tutti od in parte simultaneamente interrompendo il servizio sull'intera rete. E si deve d'altra parte considerare che aumentando l'estensione della distribuzione, mentre si accresce proporzionalmente la probabilità dei guasti, aumenta pure il numero degli utenti danneggiati dalle eventuali interruzioni.

Il problema che si pone in questo caso per una più efficace protezione è quella della *azione selettiva* degli interruttori e si può enunciare nei seguenti termini: Isolare il più rapidamente possibile il tratto di cavo sul quale si è manifestato un guasto evitando interruzioni e perturbazioni nel resto dell'impianto.

La soluzione completa e generale di un tale problema si presenta assai difficile sia per la diversa natura dei guasti che per le diverse caratteristiche dei loro effetti, che dipendono dalla conformazione della rete od anche, per una data rete, dalla posizione del guasto stesso. Ad essa tendono i numerosissimi dispositivi di selezione automatica a relais proposti in questi ultimi anni ed in parte sperimentati ed adottati in alcune grandi reti di distribuzione, specialmente negli Stati Uniti d'America.

I difetti che occorre prontamente eliminare in una rete di cavi sono: i corti circuiti fra le fasi od i contatti a terra di una fase prodotti da una perforazione dell'isolante. Questo secondo caso non produce un effetto diretto di corto circuito se il sistema non ha il punto neutro a terra, ma l'arco verso terra mantenuto dalla corrente di capacità delle fasi sane, se non viene rapidamente eliminato produce di solito la distruzione dell'isolante anche fra i conduttori di fase diversa e quindi un corto circuito. Parimenti un corto circuito fra le fasi distruggendo l'isolante in tutta la sezione del cavo è quasi sempre seguito da un contatto a terra.

Quando un difetto di tale natura si manifesta, si produce una corrente che si chiude attraverso il guasto e raggiunge una intensità elevatissima in caso di corto circuito retto, mentre può essere inferiore alla corrente di carico normale se si tratta di un semplice contatto a terra in un impianto con neutro isolato. Questa corrente, di guasto sovrapponendosi a quella di esercizio, determina delle alterazioni nella normale distribuzione delle correnti e delle tensioni nella rete che si possono così definire:

- I) Variazione della corrente nel conduttore di una fase passando da monte a valle del guasto.
- II) Variazione nelle distribuzioni delle correnti fra i conduttori di una stessa fase nei diversi feeders.
- III) Variazioni del senso dell'energia in determinati punti del sistema.
- IV) Squilibrio fra le correnti delle diverse fasi.
- V) Squilibrio delle tensioni rispetto a terra delle diverse fasi.
- VI) Caduta di tensione fra fase e terra e fra le diverse fasi.

Questi effetti si possono presentare con prevalenza ed intensità diversa a seconda dei casi, e cioè a seconda della natura e della posizione del guasto ed a seconda della conformazione del sistema, e furono tutti utilizzati per il funzionamento dei diversi sistemi di protezione automatica selettiva che, in relazione a questi stessi effetti, potranno classificarsi nelle seguenti categorie:

- Relais differenziali amperometrici;
- Relais differenziali wattometrici;
- Relais a squilibrio;
- Relais a caduta di tensione.

A queste categorie se ne dovrebbe aggiungere un'altra comprendente i dispositivi più complessi sensibili all'azione combinata dei diversi effetti.

Una chiara esposizione dei principi fondamentali sui quali è basato il funzionamento di queste categorie di relais ad azione selettiva, impiegati non solo per la protezione delle reti ma anche per quella delle macchine e delle linee di trasmissione, è stata fatta dal Prof. Barbagelata nelle sue comunicazioni alla Riunione dell'A. E. I. tenutasi lo scorso anno a Napoli (¹). Non è mia intenzione di fare qui una rassegna critica dei numerosi schemi e dispositivi proposti per realizzare questi principi, compito che sarebbe assai arduo, allo stato attuale della questione, perchè di molti dei sistemi proposti non si hanno ancora quegli elementi che sono essenziali per una critica serena, e cioè i risultati di una lunga esperienza. Lo scopo di questa modesta nota è soltanto d'illustrare alcuni dispositivi applicabili esclusivamente alla protezione dei cavi, in quanto che richiedono o cavi di costruzione speciale, oppure l'impiego speciali trasformatori d'intensità applicabili soltanto alle condutture in cavo.

Tali dispositivi hanno formato oggetto di numerosissimi studi ed esperienze da parte delle principali Case di Costruzioni dei cavi e delle grandi Società di distribuzione dell'estero, mentre sono ancora poco conosciuti nel nostro paese.

Sistemi di protezione differenziali con fili piloti.

1) — Sistema Merz-Price con relais a tensioni equilibrate.

E' noto il principio di questo sistema che fu il primo indicato per la protezione selettiva di un elemento qualunque di un impianto a corrente alternata (macchine, trasformatori, linee). Sia $A B$ il conduttore di una fase del tratto di circuito da pro-

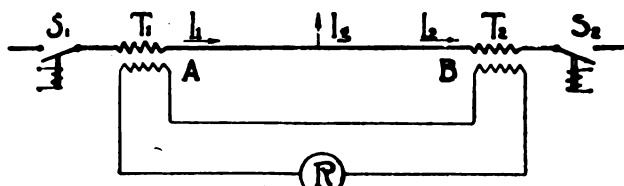


Fig. 1.

teggere (fig. 1). A monte ed a valle di esso si dispongono due trasformatori d'intensità T_1 e T_2 i cui secondari sono collegati in serie tra loro e col relais R in modo che le tensioni in essi indotte siano in opposizione nel circuito di collegamento. In condizioni normali, se si trascura l'effetto della capacità del conduttore $A B$, le correnti I_1 ed I_2 all'inizio ed alla fine sono eguali, e quindi risultano pure eguali in grandezza e fase le tensioni indotte nei secondari dei due trasformatori e nulla la corrente nell'avvolgimento del relais. Ma se una corrente I_g è derivata dal conduttore per effetto di un guasto, le I_1 ed I_2 non sono più eguali e ne deriva uno squilibrio fra le tensioni secondarie e quindi una corrente nel relais. Questo allora agisce provocando l'apertura degli interruttori S_1 e S_2 che isolano il tratto guasto dal resto dell'impianto. Tali relais sono normalmente ad azione istantanea perchè devono produrre l'apertura degli interruttori non appena si manifesta il guasto, sia per evitare che questo si estenda, sia per prevenire il funzionamento degli interruttori automatici a massima disposti nella centrale, o nella stazione principale di trasformazione, che metterebbero fuori servizio tutto o gran parte dell'impianto.

Questo sistema si può applicare alla protezione dei feeders nelle reti sotterranee di distribuzione poichè lungo di essi non si stabiliscono derivazioni di corrente agli utenti. In questo caso il circuito di collegamento fra i secondari dei due trasformatori, inseriti alle due estremità del feeder, si deve effettuare

mediante dei conduttori ausiliari, detti *fili piloti*, o disposti nel cavo stesso che costituisce il feeder oppure formanti un cavo separato. Converrà inoltre, per evitare l'installazione di altre linee per il comando a distanza degli interruttori, disporre due relais in serie sui fili piloti alle due estremità del cavo, cia-

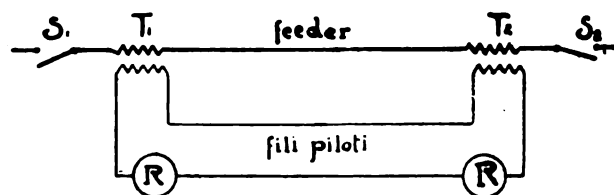


Fig. 2.

scuno dei quali comanda il rispettivo interruttore com'è indicato in (fig. 2).

E' evidente che nell'applicazione di un tale dispositivo non si possono impiegare trasformatori d'intensità del tipo comunemente usato per gli strumenti di misura ed i relais di massima, poichè questi sono costruiti per funzionare normalmente col

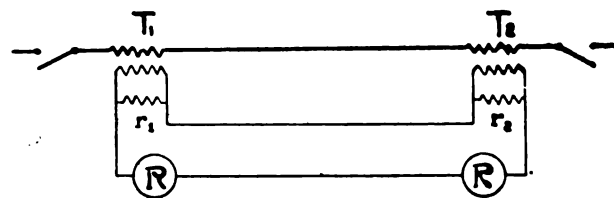


Fig. 3.

secondario chiuso sopra una piccola impedenza, mentre nello schema ora esaminato in condizioni normali i secondari non sono percorsi da corrente e quindi i trasformatori funzionano come se il circuito secondario fosse aperto. Ne deriva una caduta di tensione elevata ai morsetti primari ed una eccessiva saturazione del circuito magnetico. E' dunque necessario im-

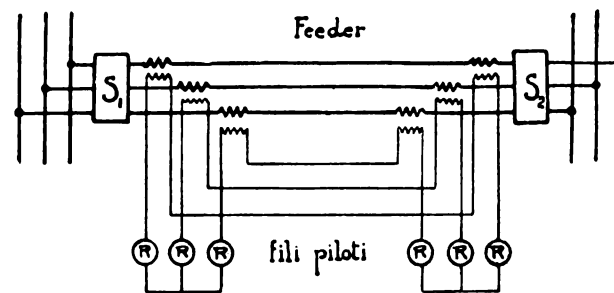


Fig. 4.

piegare trasformatori di corrente di tipo speciale, appositamente costruiti per queste applicazioni. Si può invece evitare l'inconveniente accennato, usando trasformatori di tipo normale, disponendo due resistenze r_1 e r_2 di conveniente valore come shunt sui secondari come è indicato in (fig. 3) ma naturalmente in questo caso i relais devono avere una maggiore sensibilità.

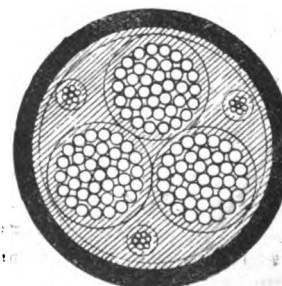


Fig. 4 bis.

Da questi schemi elementari si passa facilmente agli schemi corrispondenti per i circuiti trifasi. La fig. 4 mostra ad esempio l'applicazione del sistema corrispondente allo schema della (fig. 2) ad un feeder trifase che collega le sbarre di una centrale (o stazione di trasformazione principale) con quelle di una sottostazione secondaria. In questo caso occorrono tre fili

(¹) L'Elettrotecnica, 1925, pag. 649, 693, 570.

piloti che generalmente si collocano nello stesso cavo che forma il feeder secondo la disposizione della (fig. 4 bis).

E' importante considerare l'effetto delle correnti di capacità sia della linea principale che dei fili piloti perchè, nel caso dei feeders di notevole lunghezza, può creare disturbi nel funzionamento dei relais.

Consideriamo anzitutto l'effetto della capacità dei conduttori principali di linea. Essa produce una differenza fra le correnti I_1 ed I_2 e quindi uno squilibrio fra le tensioni secondarie dei trasformatori e ne deriva che una debole corrente circolerà nel circuito dei relais anche in condizioni normali. Ora poichè l'effetto della capacità dipende dalla tensione e dalla frequenza della rete e queste grandezze si mantengono approssimativamente costanti col variare delle condizioni di carico, è chiaro che anche l'azione meccanica esercitata sui relais per l'effetto della corrente di capacità della linea è pure costante e può quindi facilmente equilibrarsi una volta per sempre con una proporzionata azione meccanica antagonista.

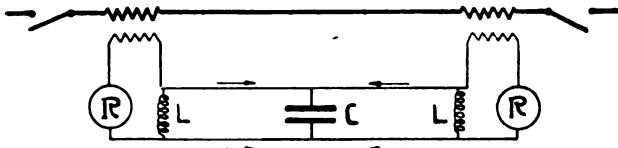


Fig. 5.

Altrimenti agisce la capacità dei fili piloti. Potremo approssimativamente renderci conto dell'effetto di questa immaginandola dovuta ad un conduttore C derivato nel punto di mezzo della linea di controllo come nello schema della (fig. 5). A questo condensatore è applicata in condizioni normali la tensione indotta nel secondario di ciascuno dei due trasformatori di estremità e si avranno quindi nelle due metà della linea delle correnti di carica che avranno i sensi indicati dalle frecce e saranno proporzionali alla corrente I che circola nei primari dei trasformatori.

Queste correnti molto deboli in condizioni di carico normale della rete, potrebbero invece determinare il funzionamento intempestivo dei relais quando la corrente I si elevasse per sovraccarico o per corto circuito in un punto a valle del feeder considerato. Inoltre in caso di guasto nel feeder le correnti di carica dei fili piloti, avendo senso opposto alle due estremità, fanno sì che i due relais non risultano percorsi dalla stessa intensità di corrente il che può anche essere causa di disturbo nel regolare funzionamento del dispositivo.

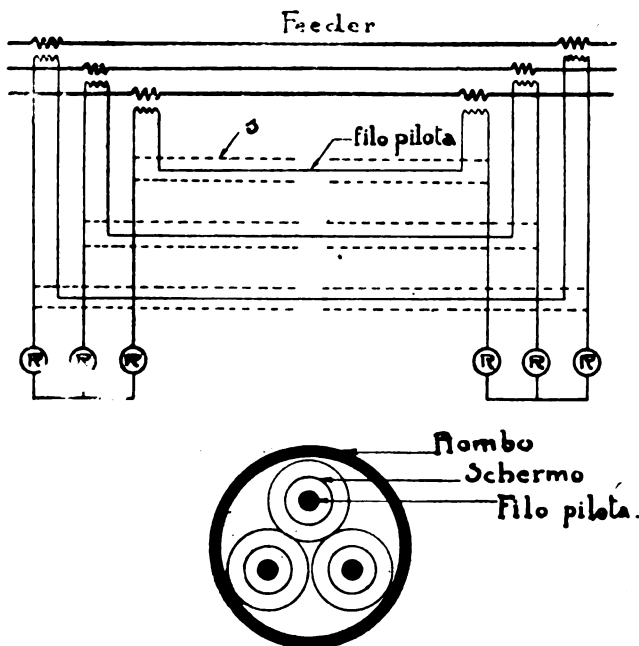


Fig. 6.

Un primo mezzo di eliminare questo inconveniente consiste nel derivare alle due estremità della linea dei fili piloti due induttanze L calcolate in modo che la corrente derivata in ciascuna di esse compensi la corrente di carica della corrispondente metà della linea.

Un'altra disposizione più costosa ma certamente più ef-

ficace è quella attuata nel sistema *Beard Hunter* con schermi metallici nel cavo intorno ai fili piloti. La (fig. 6) mostra lo schema di questo dispositivo applicato ad un feeder trifase e la sezione del relativo cavo ausiliario che contiene i tre fili piloti. Lo schermo metallico s disposto intorno ad ogni conduttore è interrotto verso la metà della linea e le due parti sono collegate ai morsetti dei rispettivi trasformatori di estremità come è indicato nello schema. Non vi è più così effetto di capacità mutua fra i diversi fili piloti, mentre la corrente dovuta alla capacità esistente fra ogni filo ed il relativo schermo si chiude nel secondario del trasformatore senza passare per il relais. Questa disposizione permette quindi l'impiego di relais molto sensibili.

2° - Sistema Merz-Price con relais a correnti equilibrate.

Lo schema originale di questo dispositivo è indicato in (fig. 7) ed è analogo a quello precedente della (fig. 1), ma qui i

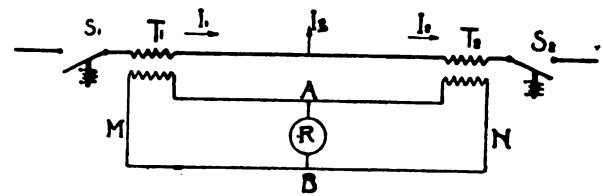


Fig. 7.

secondari dei due trasformatori di intensità T_1 e T_2 sono collegati in modo che le tensioni in essi indotte si sommano nel circuito, ed il relais R che aziona i due interruttori automatici di selezione S_1 S_2 è derivato sulla linea di connessione. In condizioni normali ($I_1 = I_2$) le tensioni indotte nei due secondari sono eguali ed una corrente circola nei secondari stessi e nei fili di collegamento, mentre, se le impedenze dei due tratti AMB e ANB ai due lati del relais sono eguali, il relais non è percorso da corrente perchè A e B sono punti equipotenziali. Ma se un guasto produce una derivazione di corrente I_g sulla linea principale l'equilibrio delle correnti è rotto ed il relais agisce provocando l'apertura degli interruttori di estremità S_1 S_2 . E' chiaro che un tale sistema permette di usare trasformatori d'intensità del tipo comune perchè in condizioni normali i secondari erogano corrente su un circuito di piccola impedenza.

Anche in questo caso per applicare il dispositivo alla protezione di un feeder con fili piloti è necessario apportarvi qualche modificazione. Ed infatti se invece di un solo relais, come si usa per la protezione di una macchina o di un trasformatore, si dispongono due relais per il comando dei rispettivi interrut-

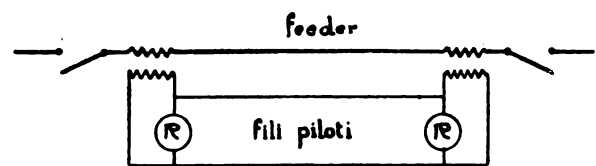


Fig. 8.

tori alle due estremità del feeder come in (fig. 8), si riconosce facilmente che, pur essendo eguali in condizioni normali le tensioni indotte nei due secondari, la corrente nei relais non è nulla perchè i due tratti di circuito che stanno da una parte e dall'altra di ciascun relais hanno impedenze diverse a causa della impedenza non trascurabile che presentano i fili piloti.

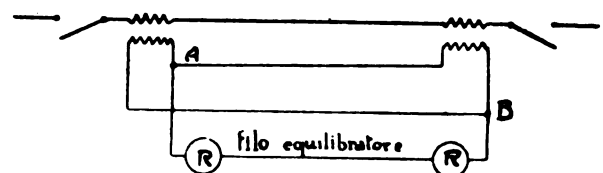


Fig. 9.

Per eliminare questo inconveniente, che obbligherebbe ad impiegare relais di scarsa sensibilità per evitare il pericolo di funzionamento intempestivo, ed equilibrare le correnti nei relais si sono immaginati due sistemi. Il primo, rappresentato in (fig. 9) consiste nell'aggiungere un terzo filo pilota detto *filo equilibratore*, che porta in serie i relais e congiunge i morsetti

corrispondenti A e B dei due secondari. In condizioni normali i punti A e B sono allo stesso potenziale perchè sono punti di simmetria rispetto alla distribuzione delle tensioni e delle correnti e perciò nel filo equilibratore e nei relais non circola corrente.

L'altro sistema, preferibile perchè non richiede di aumentare il numero dei fili piloti, consiste nell'impiego di speciali relais differenziali secondo lo schema della (fig. 10). Ciascun

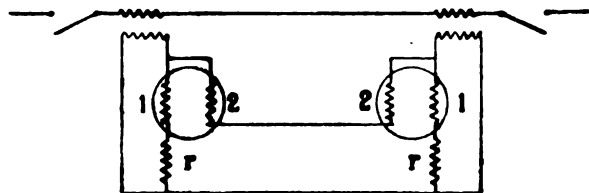


Fig. 10.

relais, invece di un solo avvolgimento, come nei precedenti schemi, porta due avvolgimenti 1 e 2, il primo derivato ai morsetti del trasformatore ed il secondo in serie sulla linea dei fili piloti, e le loro azioni sull'organo mobile del relais sono contrarie. Regolando opportunamente il valore della resistenza r , in serie col primo avvolgimento, si può ottenere che l'azione della corrente in 2 sia esattamente compensata dall'azione della corrente che circola in 1 per effetto dello squilibrio delle impedenze; ed è chiaro che siccome entrambe queste azioni sono proporzionali, alla tensione indotta nei secondari dei trasformatori, e quindi alla corrente I nella linea principale, l'equilibrio si manterrà per qualunque valore del carico, finchè la I è la stessa alle due estremità, cioè finchè non si manifestano guasti nel feeder.

Per quanto riguarda l'effetto perturbatore della corrente di capacità nella linea principale vale anche per questo sistema la considerazione fatta per il sistema con relais a tensioni equilibrate. Invece l'effetto della capacità dei fili piloti è in questo caso meno sensibile perchè minore risulta la differenza di potenziale fra i fili piloti stessi.

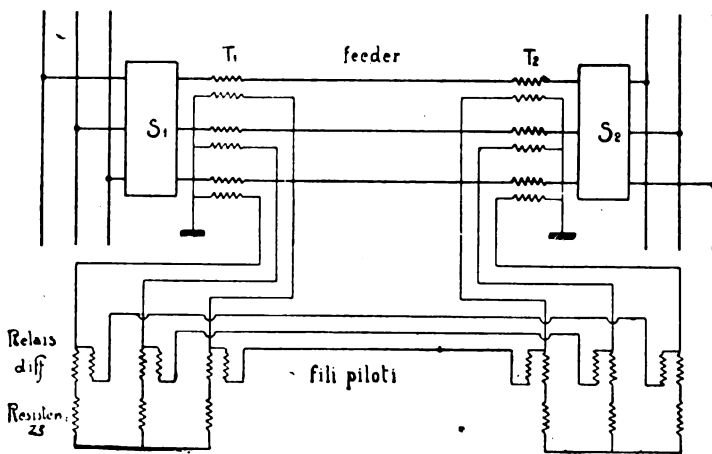


Fig. 11.

L'applicazione ad un feeder trifase di un tale dispositivo di protezione con relais differenziali a correnti equilibrate è indicata nello schema della (fig. 11) che facilmente si ricava dalla combinazione di schemi elementari simili a quelli della (fig. 10). Anche in questo sistema il numero dei fili piloti necessario è di tre.

3° - Sistemi differenziali a relais wattometrici.

Se consideriamo una distribuzione alimentata da più feeders in parallelo in rete chiusa, osserviamo che alle due estremità di ciascun feeder l'energia ha la stessa direzione, cioè dalla centrale verso la rete, finchè le condizioni di funzionamento sono normali. Un corto circuito sulla rete a valle di un determinato feeder produce un aumento nella erogazione di corrente ma non cambia il senso dell'energia nel feeder stesso. Se invece il corto circuito si produce lungo il feeder considerato, l'energia vi affluisce nei due sensi, provenendo da un lato direttamente dalla centrale e dall'altro lato attraverso gli altri feeders e parte della rete, e ne deriva che alle due estremità del tronco guasto l'energia ha direzione opposta.

Questo effetto può essere utilizzato per produrre la disinserzione automatica di un feeder mediante due relais wattometrici collocati alle due estremità e fra loro connessi, con fili piloti, in modo tale che essi possano agire soltanto quando l'energia ai due estremi ha senso opposto. Su questo principio è fondato il sistema di protezione Vedovelli a relais differenziali wattometrici. Esso ha il vantaggio di potersi applicare anche nel caso in cui il tronco da proteggere serve di collegamento fra due centrali, o fra due punti nodali, e possa quindi essere percorso dall'energia nell'uno e nell'altro senso a seconda delle esigenze del servizio, purchè naturalmente il senso sia sempre lo stesso alle due estremità.

Senza entrare in particolari su questi dispositivi, che esorbiterebbero dal programma di questa nota, notiamo che lo stesso Vedovelli per diminuire il costo del cavo, ha proposto di sopprimere nel suo sistema i fili piloti utilizzando gli stessi conduttori principali del cavo anche per il circuito di controllo, cioè per il circuito di collegamento dei relais wattometrici, ma impiegando come corrente di controllo una corrente ad alta frequenza fornita da apposito generatore. Questo sistema si basa sul principio che delle correnti di frequenza diversa si possono far circolare in uno stesso conduttore e selezionare in altra parte del circuito mediante dispositivi a risonanza.

E' qui opportuno ricordare l'inconveniente comune a tutti i sistemi a relais wattometrici che consiste nella deficienza di sensibilità dei relais in caso di corto circuito per effetto dell'abbassamento che subisce la tensione ai capi dell'avvolgimento voltometrico.

Cavi a conduttori sdoppiati.

Se il conduttore AB (fig. 12) appartenente ad una fase di una linea di alimentazione viene per un certo tratto suddiviso

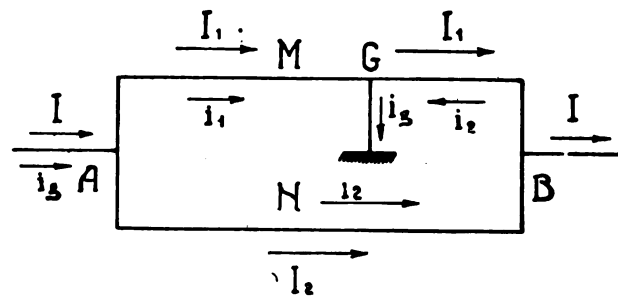


Fig. 12.

in due conduttori in parallelo M ed N la corrente normale I di esercizio si divide pure in due parti I_1 e I_2 che stanno fra loro in ragione inversa delle rispettive impedenze dei tratti M ed N , ed in particolare si divide in correnti di eguale intensità se i due tratti hanno la stessa impedenza. Se ora immaginiamo che per effetto di un guasto si stabilisca una derivazione per esempio nel punto G del conduttore M si produrrà una corrente i_g che andrà dall'estremità trasmittente A al punto G per le due vie in parallelo AMG e $ANBG$ e le intensità i_1 , i_2 nelle due vie saranno nel rapporto inverso delle rispettive impedenze. Tale corrente determina un'alterazione, sia nei riguardi dell'intensità che della fase sul normale rapporto delle correnti nei due tratti M ed N ad entrambi i capi della linea e questa alterazione potrà essere utilizzata alle due estremità per produrre, mediante adatti relais differenziali l'apertura dei rispettivi interruttori. La considerazione può estendersi al caso in cui il conduttore venga suddiviso in tre o più tratti in parallelo e possiamo ora immaginare che i diversi tratti siano costituiti dai conduttori di una stessa fase ma appartenenti a linee od a feeders diversi, purchè queste linee o questi feeders funzionino in parallelo tanto all'estremità di partenza che a quella di arrivo.

Questo principio ha dato luogo a numerosi dispositivi di protezione selettiva, alcuni dei quali agenti sotto l'effetto del solo squilibrio delle intensità (relais differenziali amperometrici) altri anche per l'effetto della variazione di fase dell'intensità rispetto alla tensione (relais differenziali wattometrici), alcuni applicabili a due sole linee in parallelo, altri ad un numero qualunque di linee. Ma sullo stesso principio si basano anche alcuni dispositivi che hanno il vantaggio di realizzare la protezione selettiva di ciascun feeder in modo completamente indipendente dal funzionamento degli altri. E' necessario per raggiungere questo scopo impiegare cavi di costruzione speciale nei quali il conduttore di una fase è sdoppiato secondo lo schema

della (fig. 12). Di questi dispositivi vogliamo qui più particolarmente occuparci, rinviando il lettore agli articoli citati del Prof. Barbagelata, e ad una interessante pubblicazione di V. Genkin ⁽²⁾ per gli schemi dei sistemi più generali applicabili ai gruppi di feeders in parallelo.

1° - Sistema con cavi a conduttori sdoppiati nelle tre fasi (split-conductor cables).

Per questo sistema di protezione, adottato da qualche Società di distribuzione Americana, si usano cavi di costruzione speciale, nei quali il conduttore di ogni fase è suddiviso in due conduttori in parallelo, che chiameremo *conduttori elementari*, di eguale sezione e separati da un debole spessore isolante. La suddivisione può essere fatta in parti concentriche o settoriali

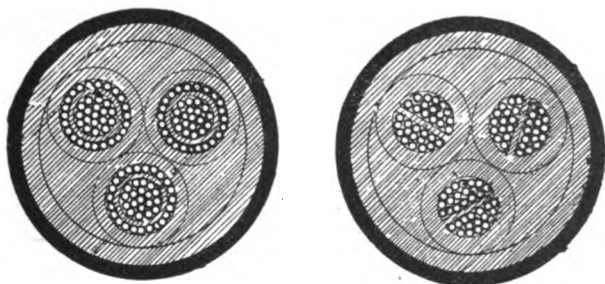


Fig. 13.

com'è rappresentato nelle due sezioni della (fig. 13). L'isolamento fra conduttori elementari è mantenuto per tutta la lunghezza del cavo da proteggere, anche nelle cassette di giunzione, mentre i conduttori stessi vengono riuniti a formare un conduttore unico alle due estremità del feeder.

Lo schema del dispositivo per una fase è indicato in (figura 14) e s'intende che deve essere ripetuto per ciascuna delle

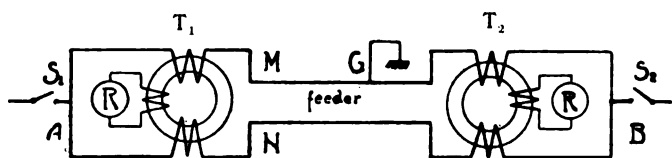


Fig. 14.

altre fasi: A è l'estremità di partenza e B quella di arrivo del feeder; S₁, S₂ sono i rispettivi interruttori che devono agire per la protezione selettiva, ed M N i due conduttori elementari, fra i quali la corrente di esercizio si suddivide in parti eguali data l'eguaglianza delle sezioni. Alle due estremità sono disposti due trasformatori d'intensità che portano ciascuno due avvolgimenti primari eguali in serie sui due conduttori elementari, ed il senso degli avvolgimenti è tale che le due eccitazioni primarie si compensano e quindi, in condizioni normali, il flusso magnetico nel nucleo è nullo e non si ha corrente nel secondario del relais R ad esso collegato. Effettivamente si deve osservare che, se i due conduttori elementari sono messi nel cavo con disposizione concentrica, le loro reattanze non sono identiche e quindi risultano pure diverse le impedenze e le rispettive correnti; ma lo squilibrio è piccolo data la prevalenza della resistenza ohmica nel valore dell'impedenza.

Se ora immaginiamo che una derivazione si stabilisca per un guasto ad esempio nel punto G sopra uno dei conduttori elementari verso terra o verso il conduttore di un'altra fase, la corrispondente corrente richiamata dalla centrale arriva al guasto per le due vie in parallelo AMG e ANBG ed ha senso opposto nei due conduttori elementari in tutto il tratto del feeder compreso fra il guasto e l'estremità di arrivo B. Nel trasformatore T₂ le due eccitazioni primarie corrispondenti a questa corrente sono quindi concordi, un flusso magnetico si stabilisce nel nucleo ed una corrente circola nel secondario e nel relais che agisce determinando l'apertura dell'interruttore S₂. All'estremità di partenza invece la stessa corrente di guasto ha il medesimo senso nei due conduttori elementari e quindi produce eccitazioni opposte nel trasformatore T₁; ma le correnti nei due avvolgimenti primari non risulteranno eguali perchè diverse sono le lunghezze e quindi le impedenze delle due vie che vanno al guasto. Anche nel trasformatore T₁ si avrà dunque uno squilibrio

che farà agire il relais di comando dell'interruttore di partenza S₁; ma tale squilibrio sarà inferiore a quello manifestatosi nel trasformatore di arrivo, il cui relais avrà agito per primo, e risulterà tanto minore quanto più prossimi sono i valori delle impedenze delle due vie e cioè quanto più il guasto è vicino all'estremità di arrivo. E' evidente che, se il difetto si verifica all'estremità di arrivo, le correnti all'inizio sono uguali e quindi il relais dell'interruttore di partenza non può funzionare, ed il guasto continua ad essere alimentato dalla centrale determinando lo scatto degli interruttori di massima in essa installati.

Per assicurare in ogni caso lo squilibrio in entrambi i trasformatori ed il regolare funzionamento della protezione selettiva si sono adottate diverse disposizioni.

La prima consiste nell'inserire sui conduttori elementari alle estremità del feeder delle spirali di induttanza L come è

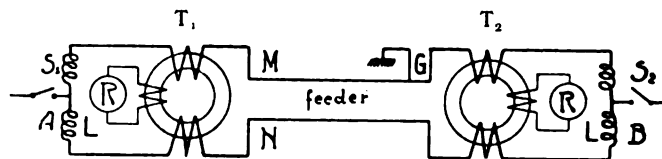


Fig. 15.

indicato in (fig. 15). Si comprende facilmente che, mentre il sistema è ancora equilibrato rispetto alla corrente normale di esercizio, non lo è più rispetto alla corrente di guasto, anche se questo cade in prossimità dell'estremo B, perchè nella via AMG risulta inserita una sola bobina mentre nell'altra via ANBG risultano inserite tre bobine. Quando la direzione dell'energia nel feeder fosse sempre la stessa, come nel caso di alimentazione di una rete radiale od aperta, basterebbe disporre le induttanze all'estremità di arrivo; lo schema indicato in figura, con induttanza ai due capi, si riferisce al caso più generale in cui si prevede che il feeder possa essere alimentato dall'una o dall'altra estremità. Queste reattanze terminali, (dette dagli inglesi *endreactances* o *selector-reactances*) si costruiscono con avvolgimenti di poche spire su nucleo di ferro. Per evitare l'inconveniente della caduta di tensione che esse producono sul feeder in funzionamento normale si possono disporre le due bobine di una estremità sullo stesso nucleo avvolte in modo che i flussi si compensino per la corrente di esercizio e si sommino per la corrente di guasto.

L'altra disposizione consiste nell'impiego di speciali interruttori (split-contact switch) che hanno tre contatti, per ogni fase, uno dei quali sul conduttore principale e gli altri due

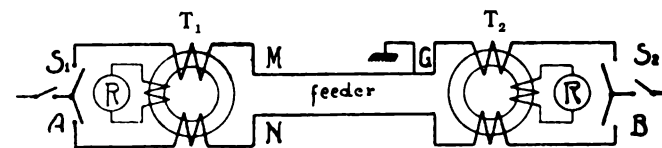


Fig. 16.

sui conduttori elementari, come nello schema della (fig. 16). Quando per effetto di un guasto agisce il relais dell'estremità di arrivo, l'interruttore S₂ stacca il feeder dalla rete e contemporaneamente apre i circuiti dei conduttori elementari; la corrente arriva allora da A al guasto per il solo conduttore M e ne risulta un forte squilibrio nel trasformatore di partenza ed il funzionamento del relativo relais.

Questo dispositivo si può paragonare al precedente perchè equivale ad introdurre una impedenza infinita in una delle due vie che vanno al guasto. E' importante osservare che l'interruttore deve essere così costruito che alla chiusura vengano chiusi prima i contatti dei conduttori elementari e poi quello del conduttore principale, ed inversamente all'apertura, perchè altrimenti potrebbe accadere che durante la manovra di chiusura si abbia per un istante corrente in uno solo dei conduttori elementari, il che farebbe agire entrambi i relais. Anche in questo caso si dovrà impiegare la stessa disposizione alle due estremità del feeder quando si prevede che questo possa essere alimentato dall'una e dall'altra parte.

Dei due dispositivi ora esaminati, il primo, corrispondente allo schema della (fig. 15), produce squilibri minori e richiede quindi l'impiego di relais più sensibili; tuttavia è da ritenersi preferibile perchè assai più economico non solo nei riguardi del costo degli interruttori, ma anche in considerazione del costo del cavo. Ed infatti nello schema della (fig. 16) quando in seguito ad un difetto si apre l'interruttore S₂ la caduta di ten-

(2) V. GENKIN. — Protection des reseaux électriques contre les court-circuits et les défauts d'isolement - *Revue General d'Electricité*, 1924, 2° sem., pag. 379.

sione dovuta alla corrente di guasto si manifesta sopra un conduttore solo e può quindi crearsi fra i due conduttori elementari una differenza di potenziale notevole, il che obbliga a dare un maggiore valore allo spessore isolante fra i conduttori stessi e di conseguenza un maggiore diametro al cavo.

A questo proposito si deve notare un inconveniente di questi sistemi. Se un contatto si è prodotto fra i conduttori elementari di una stessa fase, il dispositivo, non potrà più agire per la selezione del feeder in caso di guasto, mentre nessun indizio si avrà dagli apparecchi del contatto stesso, perchè, avvenendo fra punti equipotenziali, non ha portato nessuna alterazione nella distribuzione delle correnti. Si rende quindi necessario un periodico controllo dello stato d'isolamento fra i conduttori elementari.

2° - Sistemi trifasi con cavi a conduttore sdoppiato sopra una sola fase (Callender-Hunter 4 cond. system.).

Allo scopo di realizzare, rispetto al sistema precedente, una diminuzione nel costo del cavo ed in pari tempo di ottenere la separazione del feeder dal resto dell'impianto anche nel caso di un contatto fra i conduttori elementari, la Ditta inglese « Callenders Cable and Construction Co » ha brevettato un dispositivo che si può considerare come una ingegnosa combinazione

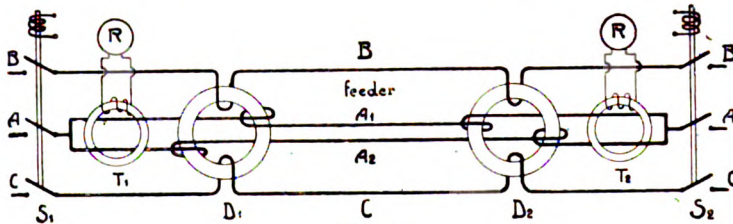


Fig. 17.

del sistema a conduttori sdoppiati e del sistema Merz-Price. Lo schema trifase di questo dispositivo è indicato nella (fig. 17) e le disposizioni costruttive che si possono dare ai cavi necessari per la sua applicazione sono rappresentati in (fig. 18).

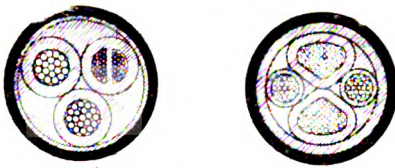


Fig. 18.

Uno solo dei conduttori di fase viene sdoppiato nei conduttori elementari A_1 , A_2 che portano in serie gli avvolgimenti primari dei due trasformatori di estremità T_1 , T_2 i cui secondari alimentano i rispettivi relais R come nei sistemi ora esaminati, e come in questi si produrrà quindi la selezione del feeder in caso di contatto fra la fase A e la terra o fra A ed una delle altre fasi B e C .

La caratteristica del sistema consiste nell'aggiunta di altri due trasformatori D_1 e D_2 il cui ufficio è di provocare uno squilibrio fra le correnti dei due conduttori elementari della fase sdoppiata quando un guasto si manifesta nelle fasi B e C i cui conduttori non sono sdoppiati.

Consideriamo ad esempio il conduttore della fase B che porta in serie due avvolgimenti rispettivamente sui trasformatori D_1 e D_2 . La corrente che circola in B crea nei nuclei di questi trasformatori dei flussi che inducono due f. e. m. in ciascuno dei conduttori elementari A_1 ed A_2 ; ma il numero delle spire ed i sensi degli avvolgimenti sono tali che queste due f. e. m. si fanno equilibrio finchè la corrente alle due estremità di B è la stessa, e quindi la corrente normale di carico in A_1 ed A_2 non è disturbata.

Se invece una derivazione si stabilisce da B verso terra o verso l'altra fase C la corrente ai due capi di B è diversa, e le f. e. m. indotte in A_1 ed in A_2 non si fanno più equilibrio ma danno luogo ad una tensione risultante che tende a far circolare una corrente nel circuito che si chiude sui conduttori stessi. Ne deriva uno squilibrio fra le eccitazioni primarie dei trasformatori T_1 e T_2 ed il conseguente funzionamento dei relais.

Nel caso infine di contatto lungo il feeder fra i conduttori elementari della fase sdoppiata, si formano fra il contatto stesso e le due estremità di A_1 ed A_2 due circuiti chiusi in ciascuno dei quali le f. e. m. indotte dalle correnti delle altre fasi, per mezzo dei trasformatori D_1 , D_2 , non si fanno più equilibrio, ed

anche allora si avrà uno squilibrio nei primari T_1 e T_2 ed una corrente nei relais rispettivi.

Si vede dunque che il dispositivo funziona secondo il principio dei conduttori sdoppiati nei riguardi dei guasti sulla fase A , e come il sistema Merz-Price nei riguardi dei guasti fra le fasi B e C o fra queste e la terra. In tal caso i conduttori della fase sdoppiata hanno lo stesso ufficio che nel sistema Merz-Price hanno i fili piloti.

E' pure da notare che gli avvolgimenti dei conduttori della fase sdoppiata sui nuclei dei trasformatori D_1 e D_2 funzionano da reattanze terminali, come nello schema della (fig. 15), per facilitare l'azione del relais di partenza nel caso che il guasto si manifesti in prossimità dell'estremità di arrivo.

3° - Sistema « Lypro » di M. Höchstädter .

Alla categoria dei sistemi di protezione con cavi a conduttori sdoppiati appartiene pure il dispositivo ideato dall'Höchst-

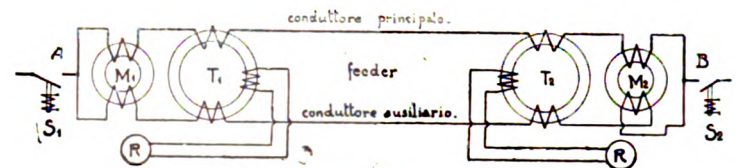


Fig. 19.

städter, e noto sotto il nome di « Sistema Lypro ». La (fig. 19) ne mostra lo schema delle connessioni da applicare a ciascuna fase. Il conduttore di ogni fase è sdoppiato non più in due conduttori di eguale sezione, come nei sistemi precedenti, ma in un conduttore principale, di sezione corrispondente alla quasi totalità della corrente di carico ed un conduttore ausiliario di sezione molto minore disposto al centro del conduttore principale

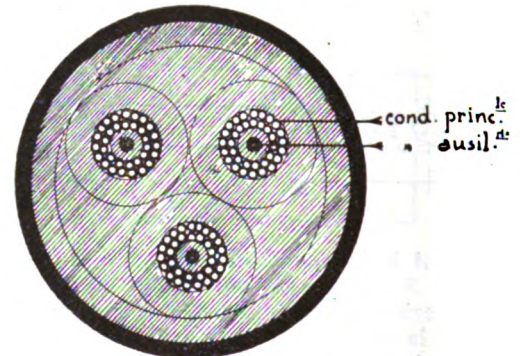


Fig. 20.

e da questo isolato come è indicato in (fig. 20). I due conduttori sono al solito riuniti in parallelo alle estremità del feeder da proteggere e portano in serie i primari dei due trasformatori differenziali T_1 e T_2 , i cui secondari alimentano i relais R . Lo schema corrisponde a quello della (fig. 14) ed il funzionamento è identico per la selezione del feeder in caso di guasto fra i conduttori principali di due fasi o fra uno di questi e la terra, senonchè, avendo i due conduttori elementari impedenze differenti, la corrente di esercizio si suddivide in due parti di diversa intensità, in ragione inversa delle impedenze stesse, e per equilibrare i trasformatori differenziali è quindi necessario proporzionare il numero di spire in modo che risultino eguali nei due primari le spire-ampere.

Ma ciò che caratterizza questo sistema è un dispositivo aggiunto per provocare l'apertura degli interruttori di estremità anche nel caso di un contatto fra il conduttore principale e l'ausiliario, condizione questa che, come si è visto, renderebbe inattivo il sistema di protezione. Questo scopo è raggiunto creando una differenza di potenziale costante lungo tutto il cavo fra conduttore principale ed ausiliario. Per questo nel circuito dei due conduttori alla partenza ed all'arrivo del feeder sono inseriti gli avvolgimenti dei due trasformatori M_1 e M_2 , che chiameremo trasformatori survoltori, nei quali il senso ed il numero delle spire sono proporzionati in modo che il potenziale del conduttore ausiliario venga alla partenza abbassato di un valore E ($100 \div 150$ volt) rispetto al potenziale del conduttore principale, ed all'arrivo aumentato dello stesso valore. Lungo tutto il cavo si ha così una differenza di potenziale E fra i due conduttori; mentre è nulla la tensione totale indotta nel circuito che si chiude sui conduttori stessi, e non si produce quindi alcuna alte-

razione nella ripartizione della corrente di esercizio. Ciò appare dallo schema e dal diagramma delle tensioni riportati nella (fig. 21). Se ora un contatto avviene fra i due conduttori in un punto qualunque del cavo, si formano fra di esso e le due estremità due circuiti chiusi, in ciascuno dei quali agisce la differenza di potenziale E . Questa tende a far circolare una corrente nel circuito stesso ed altera quindi la ripartizione normale delle correnti fra conduttore principale ed ausiliario, provocando uno squilibrio nelle eccitazioni primarie dei trasformatori differenziali T_1 e T_2 e quindi il funzionamento di relais.

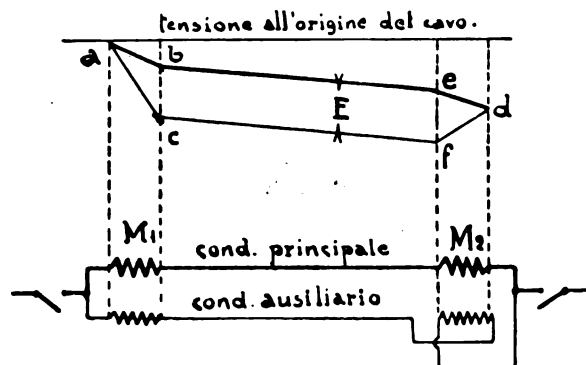


Fig. 21.

Il circuito magnetico dei trasformatori survoltori M_1 e M_2 è calcolato in modo che a partire dal 10 per cento della corrente normale di esercizio il ferro è già saturo, e perciò la differenza di potenziale indotta E aumenta di poco col crescere del carico. Così si evita il pericolo che, sotto forti valori del carico o per effetto di un corto circuito a valle del feeder, si generi una tensione eccessiva fra conduttore principale ed ausiliario, e si può limitare, con vantaggio, economico, lo spessore isolante che li separa.

Ciascuno dei relais alimentati dal secondario dei trasformatori differenziali, oltre a produrre l'apertura del corrispondente interruttore, provoca la chiusura di un contatto che mette in corto circuito il conduttore principale coll'ausiliario. Questa seconda manovra serve ad assicurare lo squilibrio nel trasformatore di partenza ed il funzionamento del relativo relais anche nel caso che il guasto si sia manifestato in prossimità dell'estremo di arrivo del feeder.

Sistemi di protezione contro i contatti a terra con trasformatori "Ferranti",

I dispositivi fin qui esaminati utilizzano per il funzionamento dei relais la differenza fra le correnti nel conduttore di una stessa fase alle due estremità del feeder da proteggere, oppure l'alterazione che in caso di guasto si verifica nella normale ripartizione della corrente fra due conduttori appartenenti pure ad una stessa fase. Un'altra categoria di dispositivi si basa invece sull'effetto, che già abbiamo menzionato, dello squilibrio che un guasto produce fra le correnti delle diverse fasi appartenenti ad uno stesso feeder.

E' qui opportuno ricordare che si devono distinguere due tipi diversi di squilibri. Le correnti nelle tre fasi possono essere diverse per intensità e per reciproco sfasamento, pur restando la somma vettoriale delle correnti eguale a zero; in questo caso il sistema squilibrato dicesi *puro*. Ovvero le tre correnti non hanno risultante nulla ed allora il sistema squilibrato dicesi *spurio*. Il primo caso si verifica quando un guasto od un corto circuito si produce fra due fasi, il secondo si ha invece generalmente quando il guasto si manifesta fra una fase e la terra.

Un sistema di protezione nel quale il funzionamento dei relais è determinato da uno squilibrio qualunque, cioè semplicemente da una differenza fra le intensità nelle diverse fasi, superiore a quella che si può ammettere nelle condizioni normali d'esercizio, potrà dunque agire tanto in caso di corto circuito che di contatto a terra. Su questo principio si fondano alcuni dispositivi fra i quali ricordiamo una delle applicazioni del *selettore ad azione differenziale meccanica dell'Ing. Modigliani*, che fu già ampiamente descritto in questa rivista ⁽¹⁾.

Invece un sistema nel quale i relais agiscono solo quando le correnti delle tre fasi non danno risultante nulla, sarà soltanto sensibile ai guasti verso terra.

Dei dispositivi basati su tale principio vogliamo qui brevemente occuparci perchè specialmente impiegati per la protezione dei cavi, ove uno squilibrio *spurio* può essere rilevato in modo particolarmente semplice ed economico mediante il così detto *trasformatore a manchon* studiato dalla Ditta inglese *Ferranti*. Abbiamo del resto già osservato che un corto circuito fra le fasi nell'interno di un cavo è generalmente seguito in brevissimo tempo, a causa della rapida distruzione dell'isolante, da un contatto a terra, per cui lo squilibrio puro fra le correnti si trasforma tosto in uno squilibrio spurio.

Il *Trasformatore « Ferranti »* schematicamente rappresentato in (fig. 22) consiste in un nucleo magnetico laminato a forma di anello entro il quale si fa passare il cavo trifase. I conduttori stessi del cavo funzionano quindi da primario ed il nucleo porta il solo avvolgimento secondario destinato ad alimentare il relais. Finchè le correnti nel cavo hanno risultante nulla non vi è flusso magnetico nel nucleo nè f. e. m. nel secondario, ma se questa condizione non è soddisfatta un flusso risultante si avrà pure nel nucleo ed una tensione si manifesterà ai morsetti del secondario.

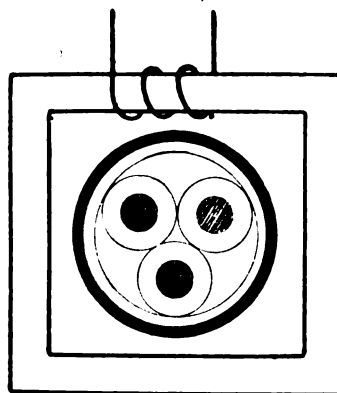


Fig. 22.

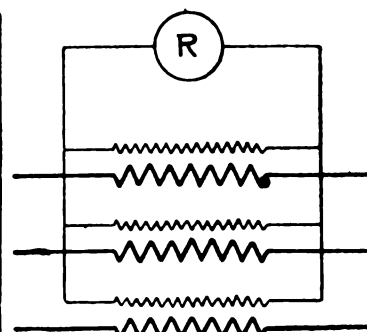


Fig. 23.

Questa disposizione equivale a quella che si può realizzare con tre comuni trasformatori d'intensità coi secondari collegati secondo lo schema della fig. 23 dal quale appare pure chiaramente che non si ha corrente nel relais finchè le tre correnti secondarie, e quindi anche le primarie, hanno risultante nulla. Ma l'impiego del trasformatore Ferranti, oltre alla maggiore semplicità e minore costo d'installazione, offre rispetto a questo sistema un notevole vantaggio. E' difficile per diversi trasformatori d'intensità realizzare esattamente le stesse caratteristiche, sia nei riguardi del rapporto fra le correnti primarie e secondarie che delle relazioni di fase, per qualunque valore del carico, specialmente quando, per valori eccezionalmente elevati della corrente, il ferro lavora in condizioni prossime alla saturazione magnetica. Ne deriva che col dispositivo della fig. 23, pur restando equilibrate le correnti primarie, col variare dell'intensità di queste si possono manifestare squilibri nelle correnti secondarie che produrrebbero il funzionamento intempestivo del relais. Questo pericolo non esiste se si impiega un trasformatore « Ferranti » perchè l'equilibrio fra i flussi magnetici nel nucleo è sempre realizzato finchè è nulla la risultante delle tre correnti nel cavo.

1° - Protezione Ferranti - Field per reti radiali.

Il sistema più semplice di applicazione del trasformatore tipo Ferranti per la protezione dei cavi consiste nel disporre all'origine di ogni feeder uno di questi apparecchi per l'alimentazione del relais che comanda il rispettivo interruttore, come mostra lo schema della fig. 24. Esso è indicato per la protezione di una rete di tipo aperto o radiale, cioè quando i diversi feeders alimentano sezioni indipendenti della rete di distribuzione e non sono collegati in parallelo all'estremità di arrivo. Se un contatto, a terra si produce sopra un feeder o sulla sezione di rete da esso alimentata, il corrispondente interruttore si apre staccando tutta la sezione dalle sbarre della stazione di alimentazione. Il relais deve essere di grande sensibilità e ad azione immediata perchè il dispositivo agisca appena si manifesta il guasto prima che il corto circuito prodotto dall'estensione di questo determini lo scatto degli automatici di massima della stazione principale con pericolo d'interruzione generale del servizio.

Per meglio comprendere il funzionamento di un tale dispositivo giova considerare come si produca lo squilibrio all'origine

(1) BARBAGELATA e SOLDINI. — Sulla selettività dei sistemi di protezione contro le sovracorrenti. *L'Elettrotecnica*, 15 Agosto 1925, pagina 570.

del feeder guasto, distinguendo il caso di un sistema con neutro a terra da quello di un sistema con neutro isolato.

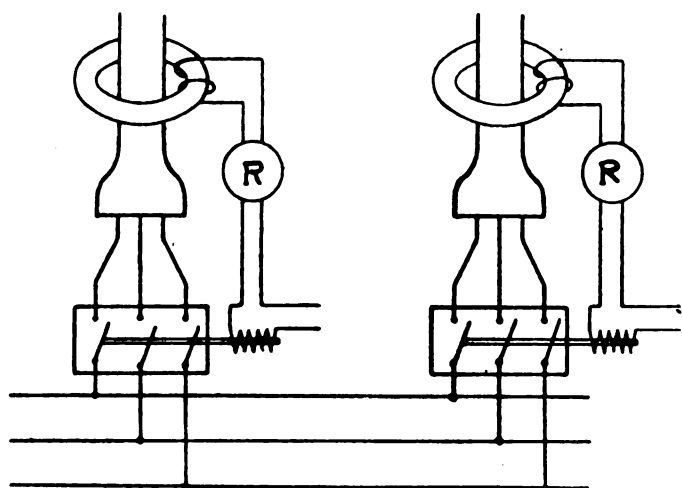


Fig. 24.

Nel primo caso, data l'eguaglianza delle capacità delle tre fasi verso terra, non si ha corrente nella connessione fra neutro e terra finchè tutto il sistema è bene isolato. Ma quando una fase viene in contatto colla terra si produce un forte richiamo di corrente sulla sola fase guasta e quindi uno squilibrio di tipo spurio. Se poi, come avviene generalmente per la perforazione dell'isolante di un cavo, il contatto a terra ha piccola resistenza, si determina un vero corto circuito ed allora l'azione selettiva della protezione potrebbe essere compromessa perchè potrebbero simultaneamente agire gli interruttori di massima. Perciò, nell'applicazione del dispositivo alle distribuzioni che hanno il neutro collegato a terra, è consigliabile che tale connessione sia fatta attraverso una resistenza od una reattanza calcolata in modo da limitare la corrente di terra in caso di guasto ad un valore appena sufficiente per il funzionamento del relais a squilibrio.

Consideriamo ora una distribuzione con neutro isolato e supponiamo dapprima che esista un solo feeder connesso al generatore come in fig. 25. La terra sopra una fase mette in

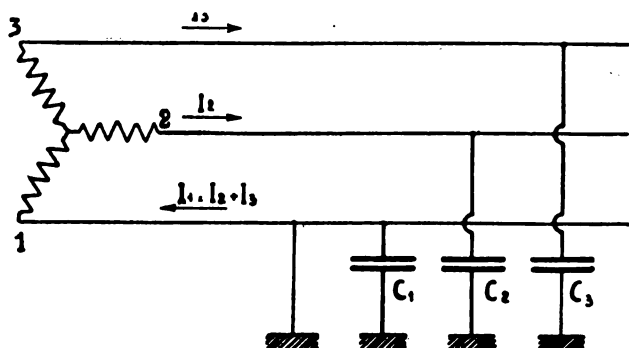


Fig. 25.

corto circuito la corrispondente capacità mentre il potenziale delle altre fasi rispetto a terra si eleva ed aumentano quindi le corrispondenti correnti di capacità. Ma queste ritornano al generatore attraverso al contatto a terra della fase guasta e quindi la somma delle tre correnti all'origine del feeder resta nulla.

Diversamente accade se dalle sbarre della stazione di alimentazione partono parecchi feeders (fig. 26). Quando un contatto a terra si produce in un feeder ad es. sulla fase 1, ritornano al generatore attraverso il contatto stesso ed il conduttore della fase guasta non solo le correnti di capacità della sezione alimentata dal feeder stesso, ma anche le correnti di capacità delle fasi 2 e 3 di tutte le altre sezioni.

All'origine del feeder guasto la corrente di ritorno nel conduttore 1 risulterà dunque diversa dalla risultante delle correnti I_2 e I_3 e lo squilibrio sarà tanto maggiore quanto più grande è l'estensione dell'intera rete rispetto a quella della sezione alimentata dal feeder guasto. Nello stesso tempo però uno squilibrio, ma di minore intensità, si produrrà anche in ciascuno degli altri feeder perchè le correnti di capacità verso la terra delle fasi sane non tornano al generatore per il feeder stesso.

Appare da queste considerazioni che in caso di distribuzioni completamente isolate il dispositivo in esame non può fun-

zionare adeguatamente se non alla condizione che il numero di sezioni della rete radiale sia abbastanza grande e che la rete abbia una sufficiente corrente di capacità. In caso diverso sarà necessario di collegare il neutro a terra attraverso una proporzionata resistenza.

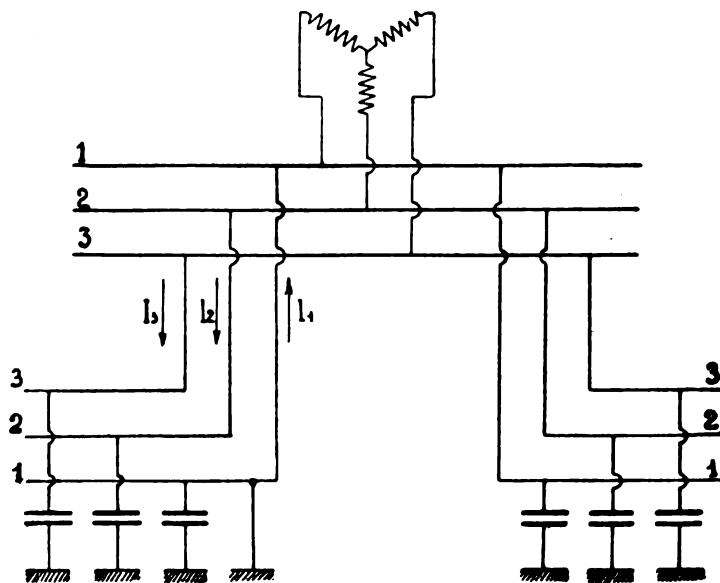


Fig. 26.

Nell'installazione di un trasformatore « Ferranti » bisogna evitare che la corrente che dalla terra va al guasto possa concatenarsi in parte col nucleo del trasformatore passando nel piombo che ricopre il cavo, perchè ne risulterebbe diminuito lo squilibrio delle eccitazioni primarie e quindi la sensibilità della protezione. E' facile ovviare a questo inconveniente isolando da terra il piombo del cavo nel breve tratto che sta tra il trasformatore ed il terminale, e mettendolo invece francamente a terra immediatamente a valle del trasformatore stesso.

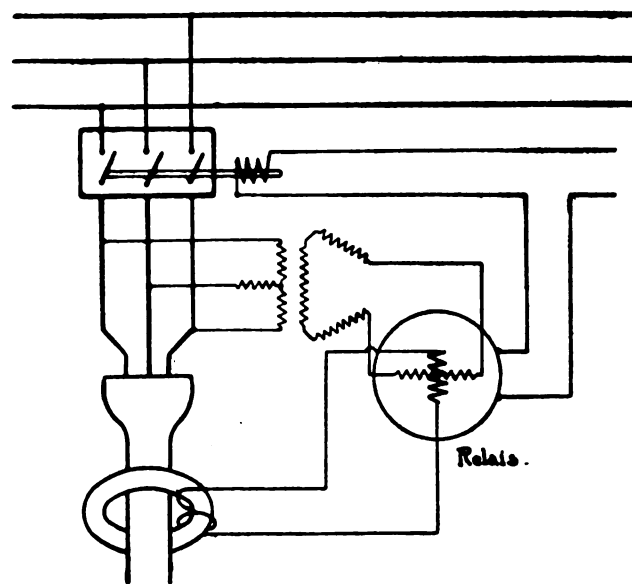


Fig. 27.

Per condizioni particolari dell'impianto il dispositivo della fig. 24 può dar luogo ad un altro inconveniente. Se per smistare una parte del carico da un feeder all'altro senza interrompere il servizio i feeders vengono momentaneamente accoppiati in parallelo in un punto della rete, e poi staccati dal parallelo in un'altro punto mediante separatori unipolari a comando non simultaneo, può accadere che durante la manovra, nel momento in cui i coltelli di una terna sono parzialmente chiusi, la somma delle correnti nelle tre fasi in ciascun feeder non sia nulla e che la risultante raggiunga un valore sufficiente per fare agire il relais di protezione. Oltre al danno dell'interruzione intempestiva ne potrebbe derivare un pericolo per il personale perchè, distaccandosi uno dei feeders all'origine durante la manovra del primo coltello si rischierebbe di eseguire cogli altri una manovra sotto carico.

Questo inconveniente è stato messo in rilievo in un arti-

colo pubblicato su questa rivista dall'Ing. Masturzo, il quale ha indicato come si è ad esso ovviato nell'impianto della Società Napoletana per Imprese Elettriche, che ha applicato ad alcuni feeders della sua distribuzione il sistema di protezione con trasformatore a squilibrio (¹). In luogo d'un semplice relais amperometrico si è installato un relais wattometrico che agisce per l'effetto combinato dello squilibrio delle correnti e della caduta di tensione verso terra della fase guasta. La bobina amperometrica del relais è alimentata dal secondario di un trasformatore « Ferranti » mentre la voltometrica è in serie coi tre avvolgimenti secondari di un trasformatore di tensione trifase secondo lo schema usato per gli indicatori di terra (fig. 27). Finchè non vi sono contatti tra le fasi e la terra la tensione ai morsetti della bobina voltometrica è nulla e quindi il relais non agisce se anche uno squilibrio nelle correnti del feeder induce corrente nella amperometrica. In caso invece di guasto di una fase verso terra la risultante delle f. e. m. indotte nei tre secondari del trasformatore di tensione non è più nulla ed il relais agisce per la reciproca azione delle due bobine.

Lo stesso effetto si potrebbe ottenere con un ordinario relais amperometrico mettendo in serie sul circuito di comando fra il relais e la bobina di scatto dell'interruttore i contatti di un relais voltometrico alimentato da un trasformatore di tensione trifase nel modo sopra citato.

2° - Protezione « Ferranti-Hawkins ».

La disposizione ora vista serve per la separazione automatica delle singole sezioni di una rete radiale. Il trasformatore « Ferranti » può applicarsi anche per la selezione indipendente di ciascun feeder, con interruttori alle due estremità, in una rete qualunque secondo uno schema simile a quello del sistema Merz-Price a tensioni equilibrate. Basterà installare un trasformatore a ciascun capo della linea e collegarne in opposizione i secondari mediante due fili piloti che portano in serie i relais (fig. 28).

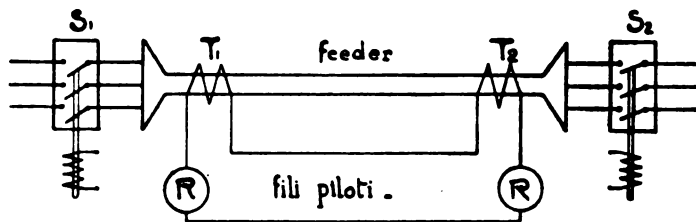


Fig. 28.

Nel circuito di questi agirà una differenza di potenziale soltanto nel caso in cui le risultanti delle tre correnti del feeder alle due estremità sono diverse, e cioè soltanto quando un contatto a terra si produce fra i due trasformatori, mentre il sistema resta insensibile alle terre a monte ed a valle del tronco protetto.

Rispetto al sistema Merz-Price questo dispositivo ha il vantaggio di richiedere due fili piloti invece di tre; ma ricordiamo che esso agisce solo in caso di guasti verso terra.

Sistemi con cavi schermati.

Un'ultima categoria di sistemi di protezione speciali per cavi comprende quei dispositivi nei quali il contatto stesso che costituisce il guasto agisce per così dire da relais chiudendo il circuito sul quale è inserita la bobina di scatto dell'interruttore. Si può raggiungere questo scopo e dare alla protezione una azione selettiva disponendo nell'interno del cavo, per tutta la lunghezza del tronco da proteggere, degli opportuni schermi metallici, costituiti generalmente da uno o più nastri di rame isolati ed avvolti ad elica in modo da circondare completamente ciascun conduttore o l'insieme dei diversi conduttori, e collegati ai circuiti di comando degli interruttori di estremità secondo uno degli schemi seguenti.

1° - Sistema Höchstädter.

Fino dal 1911 veniva attuato dalla Ditta Siemens-Schuckert per l'anello di distribuzione sotterranea che circonda la città di Colonia un dispositivo ideato da M. Höchstädter, del quale la (fig. 29) mostra l'applicazione ad un cavo trifase.

Ciascun conduttore è isolato per la tensione totale di eser-

cizio, e sulla superficie esterna dell'isolante è avvolto a spirale un nastro di rame in modo da formare intorno al conduttore stesso uno schermo cilindrico quasi completamente chiuso. I tre schermi sono poi separati fra loro e dal piombo da un debole spessore isolante, ed alle due estremità del feeder sono collegati a terra attraverso uno spirale di induttanza L , la bobina di scatto s dell'interruttore ed una batteria di accumulatori b . Il punto neutro del sistema è pure connesso a terra in una o più sottostazioni attraverso una reattanza 1 .

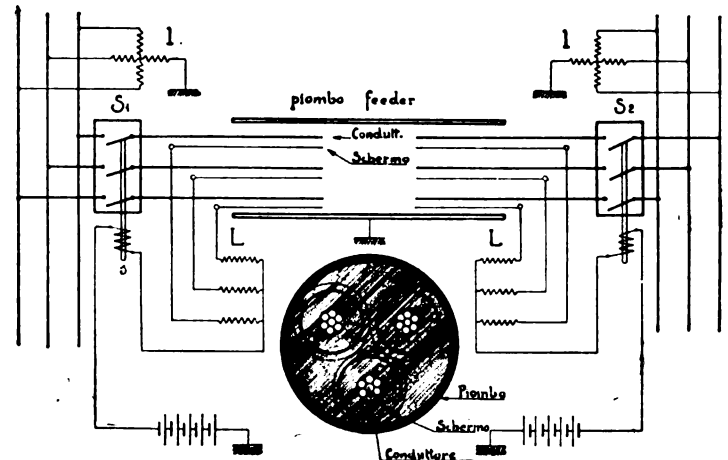


Fig. 29.

In condizioni normali il circuito della bobina di scatto è aperto e gli schermi sono al potenziale di terra. Ma se una scarica avviene perforando l'isolante fra un conduttore ed il rispettivo schermo l'arco che si forma stabilisce una connessione fra lo schermo e la terra attraverso il conduttore principale di linea ed il neutro e quindi si chiude il circuito della batteria ed una corrente continua passa nella bobina di scatto provocando l'apertura dell'interruttore S . Le spirali L ed l , che presentano una grande reattanza ed una piccola resistenza ohmica, servono a limitare il valore della corrente alternata che la tensione di esercizio tende a far circolare nel circuito stesso. Lo stesso effetto si produce all'altra estremità del tronco guasto che resta così isolato dall'azione degli interruttori S_1 ed S_2 .

Un notevole vantaggio di questo sistema sta nell'azione protettiva contro i guasti provenienti da cause esterne, come rotture del piombo, colpi di piccone od altro.

E' evidente infatti che il dispositivo funziona non appena uno degli schermi è messo a terra per un contatto fra di esso ed il tubo di piombo, anche se il guasto non ha immediatamente provocato una scarica all'interno del cavo.

2° - Sistema Glover.

La ditta inglese Glover e C. ha brevettato, ed applicato a qualche impianto, un dispositivo proposto da C. J. Beaver che si può considerare come una combinazione dell'ultimo sistema descritto e di un sistema con trasformatore a squilibrio, e che, oltre ad escludere automaticamente il cavo in caso di una forte perdita verso terra, permette, coll'inserzione di opportuni strumenti di misura, di controllare lo stato del cavo durante l'esercizio svelandone i difetti d'isolamento all'inizio.

Il sistema comporta la costruzione di un cavo trifase con un solo schermo, formato al solito da uno o più nastri metallici avvolti a spirale, disposto all'esterno dell'isolante e concentrico al tubo di piombo dal quale è separato da un debole spessore isolante. La disposizione costruttiva del cavo e lo schema dei circuiti, identico per le due estremità del tronco da proteggere, sono indicati dalla fig. 30. Da essa si rileva facilmente che lo schema è simile a quello del sistema precedente, ove si è aggiunto, in serie nel circuito della bobina di scatto, un contatto t comandato da un solenoide m , che a sua volta è alimentato dal secondario del trasformatore a squilibrio T .

Il circuito della bobina di scatto è chiuso attraverso la terra sulla batteria b e quindi si determina l'apertura dell'interruttore S quando un guasto mette a terra lo schermo lungo il feeder e contemporaneamente produce uno squilibrio nelle eccitazioni primarie del trasformatore T . E' da osservare che, se vi sono parecchi feeders in parallelo, un guasto sopra uno di essi potrà determinare lo squilibrio delle correnti e quindi le chiusure dei relais m anche sugli altri, ma i corrispondenti interruttori non si apriranno perchè le f. e. m. delle batterie disposte alle due estremità sono in opposizione sul circuito for-

(¹) Ing. MASTURZO. -- « Di un relais wattometrico per protezione di una rete radiale in cavo ». - *L'Elettrotecnica*, 5 Dicembre 1925, pag. 833.

mato dallo schermo. Agiranno invece gli interruttori del solo feeder, il cui schermo è venuto in contatto colla terra, e non appena staccato quest'ultimo dalla rete tutti i relais m si riapriranno. In tal modo è assicurata la selettività del sistema. Ad evitare che per una scarica tra il conduttore e lo schermo, questo possa assumere un potenziale pericoloso per gli apparecchi ad esso collegati e per il personale, si sono disposte le valvole di tensione v derivate tra lo schermo stesso e la terra.

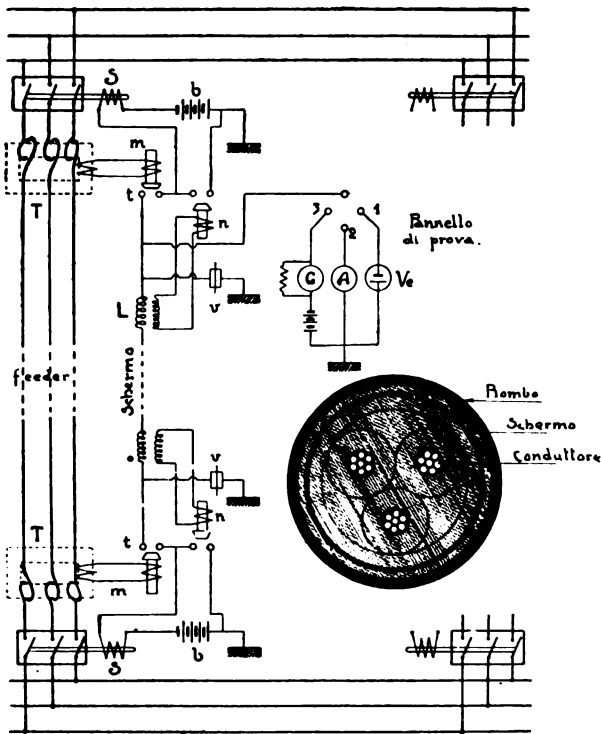


Fig. 30.

Quando un contatto si stabilisce tra un conduttore e lo schermo, la tensione di esercizio fa circolare una corrente alternata in un circuito che va a terra attraverso la bobina di scatto. A limitare il valore di questa corrente serve la spirale di reattanza L . Questa stessa corrente alternata di dispersione può anche essere utilizzata per chiudere il circuito della bobina di scatto sulla batteria a mezzo del solenoide n alimentato da un avvolgimento secondario disposto sulla spirale L .

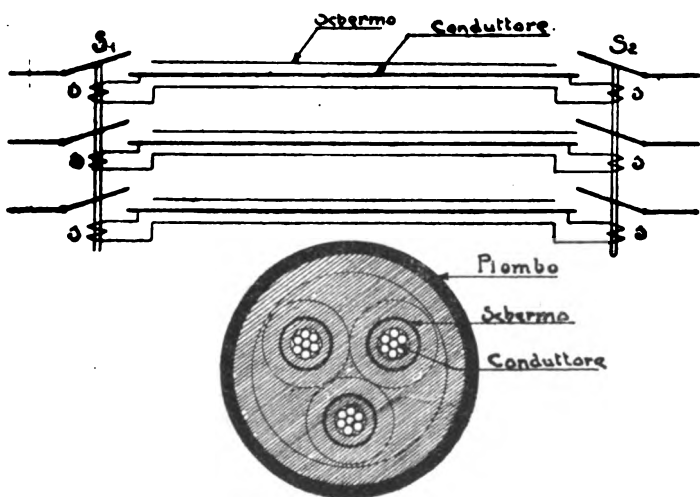


Fig. 31.

Il pannello di prova rappresentato in fig. 30 ha lo scopo, già accennato, di controllare periodicamente lo stato d'isolamento del cavo. Esso comprende un voltmetro elettrostatico Ve , un amperometro a corrente alternata A ed un misuratore d'isolamento, costituito da un galvanometro shuntato G in serie con una batteria di pile. Ciascuno di questi apparecchi si può inserire, mediante un commutatore, fra lo schermo e la terra. Se un difetto d'isolamento incipiente si manifesta fra uno dei conduttori principale e lo schermo si potrà averne avviso dal voltmetro elettrostatico che indicherà un elevamento di potenziale dello schermo rispetto a terra e la misura della corrente di di-

spersione potrà farsi inserendo l'amperometro. Se invece diventa difettoso l'isolamento fra lo schermo ed il piombo, ciò potrà essere rilevato da una misura fatta col galvanometro G , e quest'ultimo controllo è specialmente utile perchè serve a svelare dall'inizio le infiltrazioni di umidità nell'isolante dovute a rotture del tubo di piombo. Anzi per meglio raggiungere questo scopo l'inventore consiglia di impiegare per l'isolamento fra lo schermo ed il piombo un materiale igroscopico.

3° - Sistema Whitaker.

Va infine segnalato per la sua semplicità ed originalità il dispositivo proposto nel 1920 dal Whitaker. Esso si distingue dai precedenti sistemi per il fatto che lo schermo che circonda ogni conduttore del cavo è da questo separato con un debole spessore isolante, e trovasi, in condizioni normali di servizio, al potenziale stesso del conduttore. I singoli conduttori così schermati sono poi isolati fra loro e dal piombo come nei cavi ordinari (fig. 31).

A ciascuna estremità del tronco da proteggere ogni conduttore è collegato al rispettivo schermo attraverso l'avvolgimento di un solenoide s che comanda il congegno di scatto dell'interruttore. Il punto neutro del sistema è messo a terra o direttamente o attraverso una impedenza.

Si comprende facilmente che in servizio normale gli avvolgimenti dei solenoidi di scatto sono percorsi dalla corrente di capacità del conduttore, perchè gli schermi costituiscono la superficie esterna delle armature del condensatore formato dal cavo, e la corrente per andare dal conduttore allo schermo non ha altra via che quella dei solenoidi alle due estremità. Perciò il dispositivo di scatto degli interruttori deve regolarsi in modo da essere insensibile alle correnti di capacità. Quando, per un difetto d'isolamento si produce una scarica fra lo schermo di un conduttore ed il piombo, o fra gli schermi di conduttori diversi, una differenza di potenziale considerevole si stabilisce fra il conduttore ed il relativo schermo; i corrispondenti solenoidi risultano eccitati da tutta la corrente di dispersione e producono l'apertura degli interruttori ad entrambe le estremità del cavo.

E' importante osservare che, mentre la corrente di esercizio non passa che in minima parte per i solenoidi data la forte impedenza del circuito di questi e dello schermo rispetto a quello del conduttore principale, in caso di guasto tutta la corrente di dispersione è costretta a passare in essi ed è quindi limitata dalla loro impedenza. Se dunque si dà ai solenoidi stessi, o ad una spirale disposta con essi in serie, una sufficiente impedenza, si può mantenere le correnti di dispersione verso terra o di corto circuito fra i conduttori entro limiti prestabiliti. Ciò costituisce un notevole vantaggio del sistema sia dal punto di vista della sicurezza nel funzionamento degli interruttori, che da quello delle possibili ripercussioni di un guasto sul resto dell'impianto.

Considerazioni generali sull'impiego dei diversi sistemi.

Oltre ai sistemi descritti si possono impiegare per la protezione selettiva di una rete di cavi tutti quegli altri dispositivi, ai quali già abbiamo accennato, in cui il funzionamento dei relais è basato sulla diversa ripartizione della corrente di guasto nei vari feeder a seconda della posizione del difetto. Alcuni di questi dispositivi comportano l'impiego di soli trasformatori di intensità e relais amperometrici, altri di trasformatori di corrente e di tensione e di relais wattometrici, altri ancora di trasformatori a squilibrio e di relais speciali (sistema Ferranti - Waters) e sono in generale applicabili a due o più feeders funzionanti in parallelo. Essi non richiedono disposizioni speciali nella costruzione della linea, e si possono quindi anche adattare ad impianti esistenti; ma, per il principio stesso sul quale si basano, la loro sensibilità dipende dal numero dei feeders in servizio e dalla posizione del guasto, e può diventare nulla od insufficiente in casi particolari. (*)

Da questo punto di vista i dispositivi che abbiamo esaminato sono certamente più vantaggiosi in quanto che la protezione di ciascun feeder avviene in modo indipendente dalle condizioni degli altri sebbene più costosi perchè richiedono l'impiego di cavi speciali di costruzione più complessa o l'aggiunta di cavi ausiliari per i fili piloti.

L'obiezione che comunemente si fa ai sistemi di protezione selettiva in generale, e che rende molti tecnici incerti e diffidenti sull'opportunità del loro impiego, è il pericolo di funzionamento intempestivo, facilitato dalla grande sensibilità che

(*) Vedansi gli articoli citati di A. Barbagelata e di V. Genkin.

devono avere i relais e dalla delicatezza che si richiede nelle operazioni di montaggio e di regolazione.

Nei sistemi Merz-Price, come nel sistema a quattro fili Callender-Hunter che partecipa delle caratteristiche di questi, l'equilibrio dei relais in condizioni normali è subordinato alla eguaglianza del rapporto fra corrente primaria e secondaria nei due trasformatori di intensità per qualunque valore del carico. Siccome è difficile soddisfare esattamente a questa condizione, specialmente quando il ferro lavora in prossimità della saturazione magnetica, si possono determinare squilibri, e conseguente funzionamento del relais, per forti sovraccarichi momentanei o corti circuiti in punti situati a valle del tronco da proteggere.

Per i sistemi a conduttori sdoppiati non esiste questo inconveniente perchè le eccitazioni primarie dei trasformatori di intensità si fanno equilibrio e l'induzione è nulla nel nucleo di ferro in condizioni normali. È però necessario che la regolazione dell'equilibrio delle eccitazioni sia fatta con molta cura e con una tolleranza minima. Infatti sul relais agisce il valore assoluto della differenza fra le due eccitazioni, e questo cresce proporzionalmente all'intensità della corrente, e potrebbe, ove il sistema non fosse perfettamente equilibrato, produrre il funzionamento intempestivo in caso di forte erogazione di corrente dovuta a causa esterna al feeder.

Per quanto poi riguarda i sistemi basati sullo squilibrio delle correnti nelle tre fasi, abbiamo già osservato come possono essere influenzati da una manovra di chiusura od apertura eseguita non simultaneamente sulle diverse fasi. Aggiungiamo ora che uno squilibrio momentaneo, che, nei sistemi sensibili a squilibri di tipo puro, potrebbe provocare l'azione dei relais, si può avere in determinate circostanze durante la manovra d'inserzione dei trasformatori sulla rete in conseguenza del diverso stato di magnetizzazione dei nuclei nelle tre fasi.

Questi inconvenienti si possono ridurre con una accurata regolazione dell'equilibrio dei sistemi e della sensibilità dei relais all'atto del montaggio, e con un frequente controllo di essi. Si può anche in certi casi consigliare l'impiego di relais ad azione lievemente ritardata, invece che ad azione immediata, quantunque sia evidente che ne risulti diminuita la proprietà selettiva della protezione.

Nei riguardi del pericolo di funzionamento intempestivo un notevole vantaggio è offerto dai sistemi con cavi schermati. In questi infatti i relais sono direttamente azionati dalla corrente di guasto ed il loro stato di riposo non dipende, come negli altri sistemi, da particolari condizioni di equilibrio che difficilmente si possono mantenere durante il servizio in tutti quei casi per i quali il dispositivo dovrebbe restare insensibile. Per questa ragione ci sembra che i sistemi con schermi meritino di essere presi in speciale considerazione e di essere sperimentati anche nei nostri impianti.

A facilitare il controllo delle grandi reti, accanto ai dispositivi di selezione automatica, si sono sviluppati, specialmente nei grandi impianti Amercani, i sistemi di accentrimento delle manovre. I comandi a distanza e le relative segnalazioni dei principali interruttori della rete, installati nelle diverse sottostazioni vengono tutti riuniti in un unico posto di manovra, sotto il controllo di un solo operatore. Questi, in caso di guasto, che abbia determinato lo scatto di alcuni interruttori, può immediatamente, a mezzo degli apparecchi di segnalazione, rendersi conto della posizione del guasto stesso e provvedere alle manovre ed alle ispezioni atte a ridurre al minimo il disturbo nel servizio.

Viene cioè applicato alle reti lo stesso principio di controllo accentrato comunemente in uso nelle centrali. Naturalmente esso richiede un rilevante costo d'impianto per l'installazione di linee ausiliarie numerose fra le diverse sottostazioni ed il posto di manovra.

Ma un altro criterio deve pure tener presente il tecnico chiamato a studiare il progetto di una grande rete. Poichè tutti i sistemi di protezione comportano una notevole spesa d'impianto, si deve seriamente considerare se e fino a che punto non convenga piuttosto impiegare lo stesso capitale in quegli accorgimenti costruttivi e di installazione che valgano a diminuire la probabilità dei guasti. Nel caso dei cavi tali accorgimenti sono: Aumento dello spessore isolante per dare al sistema maggior resistenza alle perturbazioni di origine interna, e rafforzamento della protezione meccanica in posa contro i guasti di origine esterna.

Questo criterio di curare la prevenzione dei mali dando all'impianto una maggiore resistenza alle cause perturbatrici ed un più alto grado di sicurezza, in luogo di ricorrere a delicate e complesse disposizioni per renderne meno pericolosi gli effetti, è un criterio generale nei problemi riguardanti le protezioni. Esso ha talvolta indotto i tecnici a ritornare alla sempli-

cità dopo aver sperimentato i più complicati ed ingegnosi apparecchi, e ne fanno fede le tendenze moderne nella protezione degli impianti ad alta tensione contro le sovratensioni.

Nel caso che ci interessa delle protezioni dei cavi contro le sovrintensità di corrente, è difficile per ora formulare un indirizzo preciso e generale sulla opportunità di volgersi all'una od all'altra delle diverse soluzioni prospettate. E dall'altra parte il gran numero di sistemi proposti, dei quali pochi dati si hanno finora sui risultati della pratica applicazione, deve certamente lasciare perplesso chi è chiamato a scegliere fra di essi. Sulla base dei diversi criteri sovra esposti il problema va studiato caso per caso in relazione alle condizioni tecniche ed economiche dell'impianto ed alle particolari esigenze del servizio.

Conclusioni.

Dalle brevi considerazioni fin qui svolte possiamo trarre le conclusioni seguenti.

La necessità di dare sempre maggiore estensione alle reti sotterranee di distribuzione nei grandi centri di consumo, e la tendenza moderna di collegare in parallelo le reti esistenti, rendono sempre più dannosi gli effetti di eventuali interruzioni del servizio per guasti di cavi, in considerazione del gran numero di utenti interessati. Il problema della protezione dei cavi contro i corti circuiti ed i contatti a terra s'impone, e si rende necessario l'impiego di un notevole capitale in quei mezzi che valgono a prevenire i guasti od a limitarne gli effetti. Tali mezzi sono:

- 1) Aumento dello spessore isolante dei cavi e rafforzamento della loro protezione meccanica.
- 2) Accentrimento delle manovre e delle segnalazioni relative in un unico posto di controllo.
- 3) Impiego di dispositivi automatici di protezione selettiva.

Fra questi ci sembrano specialmente vantaggiosi per sicurezza di funzionamento quei sistemi nei quali la protezione di ciascun feeder è indipendente dalle condizioni degli altri ed in particolar modo i sistemi con cavi schermati.

E' da augurarsi che i diversi sistemi di protezione selettiva, già molto usati per le macchine ed i trasformatori, vengano anche nei nostri impianti sperimentati su più larga scala nell'applicazione alle reti di distribuzione, e che i risultati delle esperienze siano resi noti e formino oggetto di discussione fra i tecnici competenti nelle sedi della nostra Associazione, affinché più chiaramente ne risultino i pregi, i difetti e l'opportunità del loro impiego.

Il presente studio fu compiuto presso il Laboratorio Sperimentale della Soc. An. Ing. V. Tedeschi e C. Io debbo ringraziare il Direttore della Società Ing. Elvio Soleri per le indicazioni ed i suggerimenti che ha voluto cortesemente fornirmi.
Torino, Giugno 1926.

BIBLIOGRAFIA

- BARBAGELATA A. — Apparecchi e dispositivi di protezione contro le sovracorrenti (*Elettrotecnica* 1925, pag. 649). Sulla protezione differenziale delle linee (*Elettrotecnica*, 1925, pag. 693).
- MASTURZO T. — Di un relais wattometrico per protezione di una rete radiale in cavo - (*Elettrotecnica*, 1925, pag. 833).
- SCOUIMANNE D. — Les principales méthodes modernes de selectionnement automatique des circuits électriques. - (*Rev. Gen. de l'Electricité*, 11 e 12 giugno 1921 - 3 sett. e 5 nov. 1921).
- TESTARD P. — Protection des reseaux à courants alternatifs par les systèmes Ferranti. - (*Rev. Gen. de l'Electricité*, 18-2-1922).
- GLOVER W. T. — Gli schermi di prova nei cavi - (*The Electrician*, 5-6-1918).
- WHITAKER F. B. — Sistema di protezione dei cavi con schermi (*The Electrician*, 13-8-1920).
- CALLENDER-HUNTER. — Sistema di protezione a 4 fili. - (Opuscolo della Ditta «Callender's cable and Construction Co.»).
- VEDOVELLI E. — La sélection - (*Rev. Gen. de l'Elec.*, 6-13 gennaio 1923).
- GENKIN V. — Protection des reseaux électriques contre les courts circuits et les défauts d'isolement. - (*Rev. Gen. de l'Elec.*, 6-13-20 settembre 1924).
- FELCHMANN C. e HOCHSTÄDTER M. — Nuovo sistema «Lypro» di protezione contro le sovrintensità. - (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 13 ottobre 1921).
- ESTROFF W. — Il sistema di protezione «Lypro» per cavi. - (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 11 agosto 1922).
- HOCHSTÄDTER M. — Cavo ad alta tensione con un nuovo sistema di protezione. - (*Elektrotechnische Zeitschrift*, 10 agosto 1911).
- COLE W. H. — Cavi con conduttori sdoppiati. - (*Proceedings of the American Institute of Electrical Engineers*, Luglio 1918).
- HUNTER P. V. — Controllo e protezione delle reti ad alta tensione. - (*Electrical Review*, 11-18 gennaio 1924).

SEGNALAZIONI ACUSTICHE PER DIGHE DI RITENUTA

L. PASSERINI

Durante la preparazione delle nuove norme governative per le dighe di ritenuta di laghi artificiali ebbi l'incarico di studiare un'apparecchiatura che rispondesse al concetto di tali norme, per un grande impianto già in esercizio da anni, che si voleva rendere completo anche sotto questo aspetto.

Fatta una rassegna sommaria di quanto esisteva in commercio, mi accorsi subito che nelle mie condizioni poco avevo da sperare dal mercato; perciò dovetti aggiustarmi alla meglio per soddisfare a quanto mi si chiedeva.

Se i risultati, per evidenti limiti di forze e di tempo non furono perfetti di getto, si ebbe tuttavia il piacere di giungere a conclusioni di qualche interesse, grazie soprattutto alla fortunata ed operosa collaborazione del Sig. Umberto Ravioli di Milano, che si occupò della costruzione dei nuovi apparecchi, creando e perfezionando pazientemente dettagli meccanici, con merito tutto suo.

Ora che tale lavoro, che « esce » dalle produzioni normali, è stato portato felicemente a termine, ritengo far cosa utile rendendo nota la natura del lavoro, non solo per fedeltà storica ma anche per facilitare il compito a chi dovesse occuparsi di nuovo della cosa.

*

La descrizione che ne faccio è molta limitata, non ritenendo necessario l'entrare in dettagli meccanici, anche per salvare i diritti di chi direttamente si è applicato al lavoro: accennerò solamente alle linee generali dell'impianto, al suo modo di funzionare ed a qualche possibile perfezionamento, che fin da ora si prospetta per successivi lavori del genere.

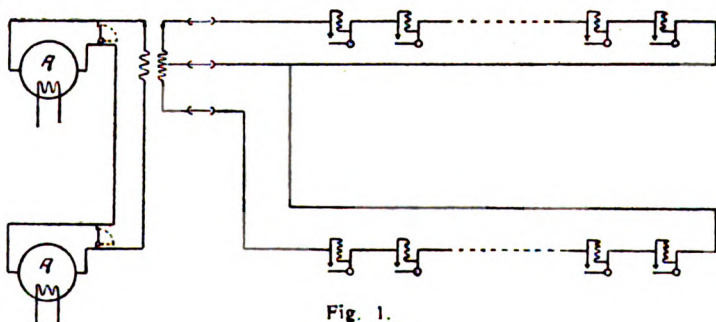


Fig. 1.

Lo schema (fig. 1) comprende due stazioni generatrici A, collegate elettricamente e disposte ai lati della diga, fuori della zona di possibile pericolo.

Tali due stazioni alimentano una linea a 2000 volt su tre fili, che passa attraverso ai posti ricevitori, sdoppiandosi sui due fianchi della vallata per quindici abitati.

I posti ricevitori sono inseriti in serie sulla linea e provocano ognuno una c. d. p. di circa 100 volt: la rimanente d. d. p. è rappresentata dalla caduta dei 54 km di linea.

Le stazioni generatrici hanno un solo compito: quello di lanciare corrente nella linea per pochi secondi e con semplice manovra alla portata di tutti. Tale corrente agisce sopra opportuni relais di sgancio nei posti ricevitori, liberando un motore a peso, capace di mettere in attività una potente sirena e di mantenerla per un tempo compreso fra dieci e quindici minuti primi.

Quindi se anche al lancio della corrente seguisse l'abbattimento della linea nessun impedimento seguirebbe al funzionamento delle sirene acustiche, data la loro perfetta autonomia.

Uno dei pericoli contro i quali occorreva premunirsi era il seguente: che i relais di sgancio funzionassero per tensioni indotte nella linea da scariche elettriche di origine atmosferica o da perturbazioni o contatti su altre linee industriali vicine.

Contro « colpi di tensione » indotta si è applicato ad ogni relais un opportuno ritardatore a freno, capace di permettere lo sgancio solo se la corrente di linea ha una durata maggiore di qualche secondo.

Contro i contatti con linee luce negli abitati, che nel no-

stro caso particolare presentano verso terra una d. d. p. di 150 volt a 50 periodi, si è provveduto costruendo i relais di sgancio « silenziosi » a tale tensione alternata e rispondenti invece a 100 volt, 16 periodi.

Ecco dunque giustificata la frequenza propria di questo impianto, che deve intervenire quando occorra, senza destare falsi allarmi.

Presentiamo nelle figure 2 e 3 le viste degli apparecchi ricevitori, ricavate sul banco di prova in officina.

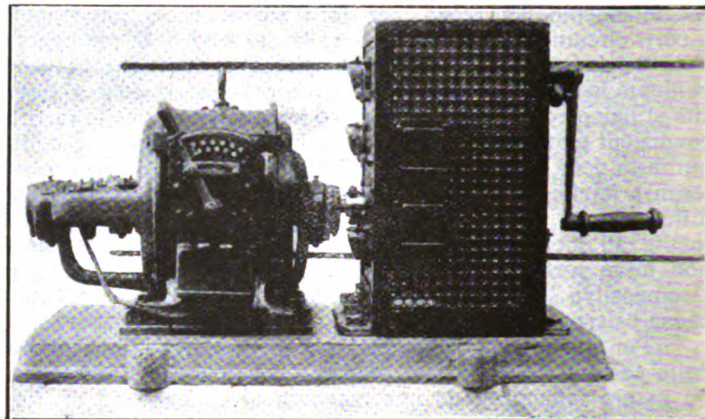


Fig. 2.

Altra caratteristica elettrica di questi apparecchi è che ogni relais, dopo essere scattato si esclude automaticamente dal circuito shuntando la propria bobina. Ne risulta che gli eventuali relais « pigri » vengono sottoposti alfine a tale una sovracorrente da poter scattare in ogni caso.

Lo sdoppiamento delle due linee ha corrisposto ad una esigenza puramente locale e precisamente al caso che una terra sopra un fianco della vallata non avesse ad arrestare completamente l'intero sistema.

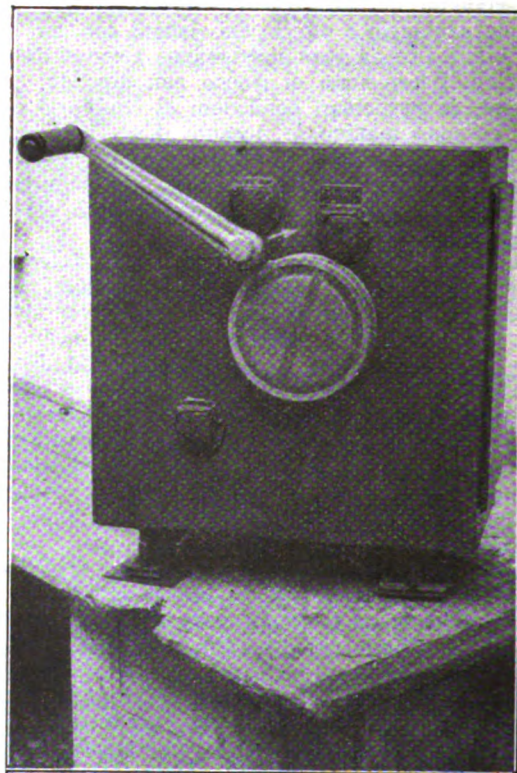


Fig. 3.

In questa evenienza infatti la fusione della valvola del ramo cortocircuitato lascia al ramo sano la possibilità di agire.

Generatori (fig. 4).

Si è già detto che la loro azione è brevissima, di pochi secondi.

Per renderla certa in ogni caso la Società interessata manifestò il desiderio di avere dei generatori magneto-elettrici, senza collettori od altre parti facili a guastarsi.

Il problema venne appunto impostato su queste basi perfettamente giuste e si riuscì a costruire un generatore a quattro poli, costituito coi migliori magneti del mercato.

Senonchè l'azione reattiva dell'avvolgimento indotto era così sentita dai magneti permanenti da rendere vane le speranze, con le quali ci si era accinti al lavoro.

Anche per consiglio autorevole di persona competente si tornò allora alla via maestra, adottando un comune alternatore monofase eccitato da una batteria di accumulatori. (Costruzione Ing. Grugnola e Solari per la sola generatrice elettrica).

Questo inevitabile ripiego, al quale si fu forzati da ragioni di tempo soprattutto, non si ripeterà una seconda volta perchè un'altra soluzione si è ora prospettata, atta a realizzare costruzioni più sicure e meno onerose, evitando collettori, batterie di accumulatori ed avvolgimenti rotanti.

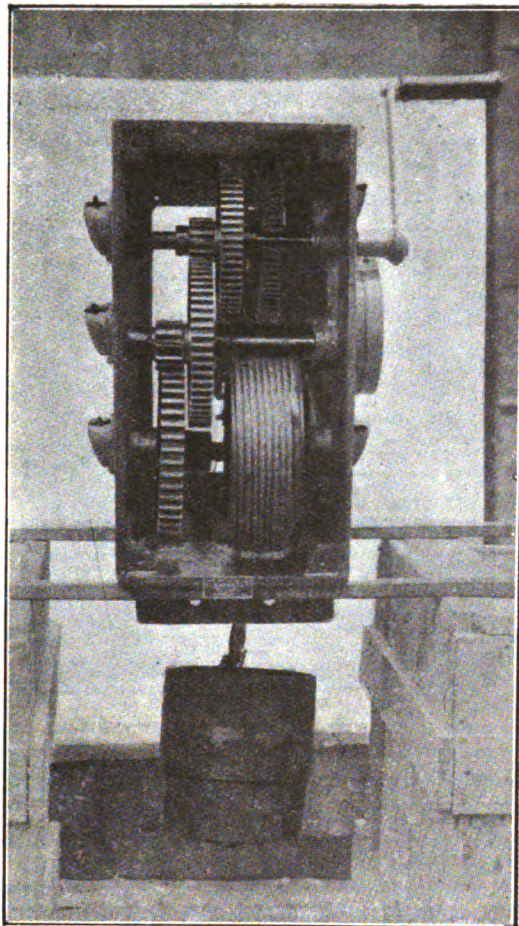


Fig. 4.

L'azione motrice è data in ogni caso dalla caduta di un peso.

Come dimostra lo schema, i due generatori sono in serie ed alimentano il primario di un trasformatore elevatore.

Un ponte però li cortocircuita durante il riposo (condizione normale), mentre per farli entrare in azione, con la manovra stessa con la quale si produce lo sgancio dei ruotismi motori, si apre il ponte di cortocircuito dell'alternatore, che viene attivato.

L'alternatore, che contemporaneamente all'azione del gemello è fermo, rimane cortocircuitato, quindi escluso.

La fune che tiene agganciato il peso motore, dopo percorsi pochi decimetri, chiude il circuito della batteria d'eccitazione, riaprendolo a fine di corsa.

Come calcolo di inquadramento del sistema sopradescritto ho posto il seguente:

Sia:

- e la tensione prodotta dal generatore;
- x la velocità angolare di esso (elettrica);
- i la intensità di corrente.

Posto:

$$e = kx$$

essendo k una costante si ha:

$$i = \frac{e}{\sqrt{r^2 + x^2 h^2}}$$

ove r , h sono rispettivamente la resistenza ohmica e la induttanza totale della rete (apparecchi ricevitori inclusi) che si suppongono costanti, e riteniamo di poterlo fare data la grossolanità di questo calcolo.

Alla emissione della stazione generatrice avremo:

$$\cos \Phi = \frac{r}{\sqrt{r^2 + x^2 h^2}}$$

perciò la potenza resistente utile è:

$$P_r = e \cdot i \cdot \cos \Phi = \frac{e^2 \cdot r}{\sqrt{r^2 + x^2 h^2}} = \frac{k^2 \cdot x^2 \cdot r}{\sqrt{r^2 + x^2 h^2}}$$

che considerata come funzione della x è crescente con essa, come può giudicarsi dalla $\frac{dP}{dx}$, che è maggiore di 0.

La potenza motrice, causata dalla caduta del peso è espressa da: $P_m = p \cdot x \cdot d$ ove p è il peso cadente, d è il diametro fittizio d'avvolgimento della fune.

Questa pure è crescente, essendo $\frac{dP}{dx}$ maggiore di 0.

Troviamo la velocità di equilibrio, quella velocità cioè a partire dalla quale la trasformazione del lavoro motore in accelerazione di masse si annulli.

La potenza di accelerazione è:

$$P_a = p \cdot x \cdot d - \frac{k^2 \cdot x^2 \cdot r}{\sqrt{r^2 + x^2 h^2}}$$

da cui $P_a = 0$ per:

$$p = \frac{k^2 \cdot x^2 \cdot r}{x \cdot d \cdot \sqrt{r^2 + x^2 h^2}} = \frac{1}{v} \cdot \frac{k^2 \cdot x^2 \cdot r}{\sqrt{r^2 + x^2 h^2}}$$

essendo v la velocità di caduta del peso.

Se vogliamo che tale velocità di equilibrio si manifesti in corrispondenza a 16 periodi quando ad es., si abbia:

$$x = 2 \cdot \pi \cdot 16 = 100 \quad ; \quad k = \frac{2000}{100} = 20$$

$$r = 1500 \text{ ohm} \quad ; \quad h = 21,37 \text{ henry}$$

si ha:

$$P_r = \frac{20^2 \cdot 1500 \cdot 100^2}{\sqrt{1500^2 + 100^2 \cdot 21,37^2}} = 675 \text{ watt}$$

Se si suppone il rendimento del generatore e dei ruotismi del 25 % la potenza resistente è dell'ordine di 2700 watt cioè di 276 kgm per secondo.

Come si vede si ha a che fare con grandezze possibili già in queste condizioni. Si potrà obiettare che l'aver basato il metodo di calcolo sopra un'equazione di equilibrio fra coppia motrice e coppia resistente utile è cosa abusiva, quando la coppia utile è solo il 25 % della totale coppia resistente, ed il 75 % è rappresentato da una diversa funzione dei giri.

Su questo punto naturalmente non basta più il ragionamento ed occorrono i dati dell'esperienza.

Per la curiosità può però essere sufficiente il sapere che il fenomeno non ha un divario molto forte.

Nell'impianto costruito, che si estende come già detto sopra un percorso di 54 km ed interessa 15 apparecchi ricevitori, si è usata molta cura nel costruire i relais di sgancio, per diminuire la potenza assorbita e con essa tutte le altre perdite, che vi si aggiungono in una misura tanto notevole.

Nonostante che lo sgancio sostenga l'azione, sia pure indiretta, di 150 kg, e debba vincere la reazione del ritardatore, senza presentare con tutto questo un soverchio aumento di reattanza, pure la potenza assorbita dal relais si è potuta limitare a circa 7 watt.

In successive costruzioni l'organo ricevente potrà avere ben pochi perfezionamenti, tanto è sensibile e soddisfacente.

Migliorie e radicali verranno invece introdotte nei sistemi generatori, come si è detto, avendosi ormai buone speranze per vincere le difficoltà, che nel primo lavoro costrinsero a diversioni complesse: la descrizione di una eventuale successiva prova riuscirà ben più interessante per questa piccola novità, che intravediamo di poter utilmente applicare e che ora trascuriamo di descrivere perchè ancora allo stato di progetto.

LETTERE ALLA REDAZIONE

In tema di cementatura degli isolatori.

Riceviamo:

Si va sempre più confermando, fra chi esercisce linee elettriche, la convinzione, già da molti anni espressa dallo scrivente e da altri tecnici, che una delle cause preponderanti della rottura degli isolatori e specialmente di quelli rigidi a grandi campane, sia lo sforzo allargante dovuto a dilatazione del cemento che unisce le diverse parti.

Tale sforzo può avere origine sia da vero e proprio rigonfiamento del cemento o mastice, sia da differenza di conducibilità termica e di coefficiente di dilatazione esistenti tra porcellana e cemento.

Come si sa, un solido cavo, si comporta, rispetto alle variazioni di volume d'origine termica, come se fosse pieno e massiccio.

Il solido formato dalla massa cementante di due parti di un isolatore (che ha forma di un cilindro cavo terminato da una calotta emisferoide) si dilata dunque, per riscaldamento, come se fosse massiccio, e siccome il suo diametro per grossi isolatori rigidi, raggiunge dimensioni rilevanti (sino a 200 mm. e più) gli sforzi di allargamento diametrale che vengono trasmessi alla porcellana, sono tutt'altro che trascurabili.

Un osservatore attento può constatare che assai spesso i grandi isolatori rigidi cominciano a screpolarsi secondo direzione radiale, e di solito le fessure partono dal centro allungandosi verso la periferia, spesso senza raggiungerla, come si può vedere dalla annessa fig. 1.

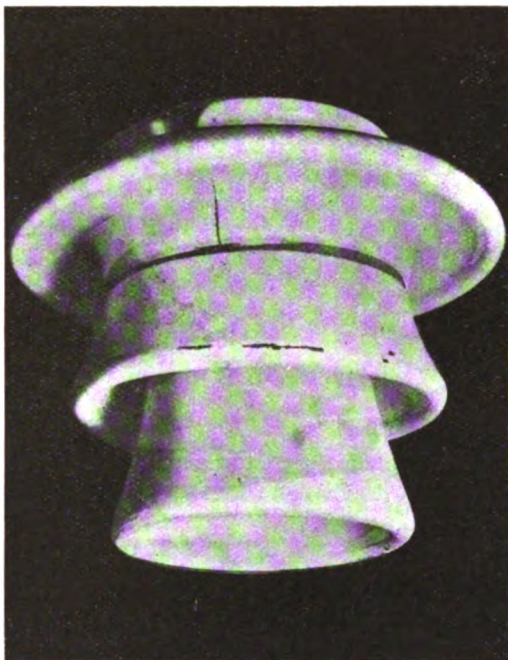


Fig. 1.

Guardando con buon ingrandimento si può anche osservare che la larghezza delle fessure va diminuendo dal centro verso la periferia.

Quando si esamina tale modo di formarsi dalle screpolature, viene logica l'induzione che la rottura sia prodotta da sforzo dilatante dall'interno verso l'esterno.

Già da lungo tempo si vanno tentando diversi ripieghi per ovviare a questo disastroso inconveniente: vernici più o meno elastiche, mastici cedevoli (gesso o cementi miscelati) carta incollata sulle parti da cementarsi, ecc.

Nessuno di tali ripieghi raggiunge però perfettamente lo scopo, o se lo raggiunge, la resistenza meccanica dell'isolatore rimane molto diminuita.

Già da tempo una ben nota Ditta Italiana fabbricante di porcellana, ha ideato, brevettato e messo in prova un processo che, dalle esperienze ormai maturate, dà affidamento di risolvere completamente il problema. L'esperienza dura da tempo sufficiente perchè si possa darne notizia.

Il processo consiste nel togliere, al solido cavo formato dal cemento, la sua caratteristica di dilatarsi termicamente, come se fosse un corpo massiccio, sezionandolo in quattro spicchi mediante quattro tagli situati entro due piani assiali incrociandosi ad angolo retto. Questi quattro tagli divisorii si ottengono per gli isolatori di tipo rigido, applicando al loro posto, entro il vano tra le due parti d'isolatore, una corda d'amianto cedevole, di grossezza uguale allo spessore del cilindro di cemento. Fatta la presa tali quattro pezzi di corda d'amianto, rimangono chiusi dal ce-

mento e non si hanno quindi cavità interne ripiene d'aria, che possano dare riscaldamenti locali per effetto corona (fig. 2).

Quando avvenga un aumento di temperatura il cemento si dilata più della porcellana perchè il suo coefficiente di dilatazione è circa due volte e mezzo più grande di quello delle sostanze vetrose o semivetrose. Anche la differenza, che è notevole, di conducibilità termica, tra porcellana e cemento, contribuisce a suscitare sforzi meccanici. Però i quattro spicchi di cemento sono liberi di espandersi indipendentemente l'uno dall'altro poichè le variazioni nel senso perimetrale non fanno altro che comprimere la corda d'amianto, e quindi i soli sforzi trasmessi alle campane dell'isolatore sono quelli dovuti all'aumento di spessore in senso radiale degli spicchi di cemento.

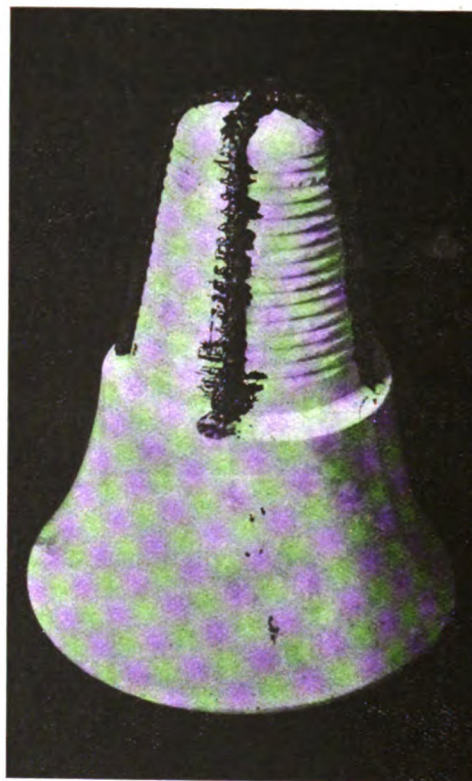


Fig. 2.

Tale spessore varia fra 2 e 4 mm. e quindi la variazione è trascurabile, e può essere sopportata dall'elasticità della porcellana o resa innocua mediante una spalmatura anche esilissima delle pareti, con una vernice morbida.

Il dispositivo di sezionamento in quattro spicchi del mastice o cemento, venne applicato su larga scala, anche agli isolatori sospesi a catena. In questi però la divisione è ottenuta, invece che mediante corda d'amianto, per mezzo di sottili pareti doppie di lamierino elastico, o mediante cartone di amianto. Questo venne fatto per facilitare il montaggio. Anche il perno si rese elastico, altrimenti il ferro aumentando di volume avrebbe trasmesso pressioni diametrali agli spicchi di cemento e quindi alla porcellana. L'elasticità del perno è ottenuta facendolo tubulare, e segandolo con due tagli assiali, tra loro perpendicolari. Il tubo di ferro può così dilatarsi cedendo verso il centro, non trasmettendo perciò alla porcellana che sforzi trascurabili.

Altri problemi, non facili a risolversi, sussistono tuttora circa gli isolatori per altissime tensioni.

Però evitati gli sforzi dovuti al cemento, è da ritenersi che la causa predominante delle rotture sia eliminata.

Ing. EUGENIO ALESSANDRI.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

--- --- **SUNTI E SOMMARI** --- ---

APPLICAZIONI VARIE.

C. R. CALLAWAY - E. D. HARRINGTON — Un importante impianto di ascensori veloci in un grattacielo di New-York. (Gen. El. Rev., febbraio 1926, pag. 84).

A New York nel quartiere della stazione Pennsylvania è stato di recente completato un grattacielo della Equitable Life Assurance Society, nel quale sono stati eseguiti dalla Gurney Elevator Company, in collaborazione colla G. E. Co., per la parte elettrica, impianti di ascensori caratterizzati da nuovi sistemi di comando e di regolazione della velocità. L'edificio comprende 26 piani ed ha tre livelli di cantine.

L'impianto comprende 26 ascensori, un montacarichi e due ascensori di servizio. Per 24 di essi addetti al servizio principale del grattacielo è stato adottato il sistema Ward Leonard di regolazione della tensione al quale però furono apportate alcune modifiche.

Premesso che i motori di comando dei singoli ascensori sono a corrente continua, un impianto di questo genere, eseguito secondo il sistema Ward-Leonard, comprende normalmente per ogni ascensore un motore a corrente continua in derivazione a velocità costante e una dinamo comandata da un motore pure a velocità costante alimentato dalla sorgente esterna di energia, che può essere tanto corrente alternata quanto continua. L'indotto del motore dell'ascensore è permanentemente collegato elettricamente, salvo nei casi di arresto improvviso, coll'indotto della dinamo. In tal modo, per regolare la velocità e il senso di rotazione del motore dell'ascensore, basta agire sul campo della dinamo. I vantaggi di un tal sistema di comando sono evidenti, perchè, oltre ad una grande semplicità di manovra, si hanno accelerazioni dolci e graduali e le dimensioni degli apparecchi di comando e di manovra vengono ad essere notevolmente ridotte rispetto al comando normale reostatico, bastando normalmente agire sulla corrente di eccitazione della dinamo, che è di piccola entità. Da questo deriva anche che, essendo le apparecchiature di comando notevolmente semplificate, si può assicurare una maggior continuità nel servizio, provenendo i guasti normalmente dalle apparecchiature stesse. Inoltre il consumo di energia è minore che non col comando ottenuto mediante inserzione di resistenze in serie sull'indotto, perchè non entra in gioco l'energia che con tale sistema è dissipata nella resistenza d'inserzione all'avviamento e per funzionamento a velocità ridotta.

Però col sistema di comando Ward Leonard, come sopra è stato esposto, si ha l'inconveniente che la regolazione della velocità dell'ascensore è difficile, o meglio la velocità dell'ascensore dipende dal carico, e precisamente è bassa alla salita coll'ascensore carico ed elevata nella discesa nelle stesse condizioni.

Perciò nell'impianto descritto nell'articolo, al primitivo sistema Ward Leonard sono state apportate modifiche il cui complesso costituisce il cosiddetto sistema con eccitatrice in serie, mediante la semplice aggiunta di una piccola eccitatrice montata sullo stesso albero del gruppo motore-dinamo. L'indotto della eccitatrice aggiunta è collegato in serie col campo in derivazione della dinamo del gruppo, e il suo campo è collegato in serie coll'indotto principale. Allora, quando il carico della dinamo aumenta e la velocità del motore dell'ascensore tende a diminuire, l'eccitatrice in serie aumenta la tensione e così sovraccarica il campo in derivazione della dinamo principale, giungendo a sostenere la velocità del motore dell'ascensore. Inoltre la velocità dell'ascensore alla salita e alla discesa si può mantenere costante in tutte le condizioni di carico e nel caso in parola essa è precisamente di 180 m. circa al minuto; e a parità di carico si può ottenere una maggiore velocità alla salita che non alla discesa, e ciò con vantaggio della sicurezza dell'esercizio e della rapidità della manovra.

Nell'impianto descritto ogni ascensore ha il suo gruppo di conversione, costituito da una dinamo di 25 kW e da un motore a corrente continua, tale essendo la corrente di alimentazione esterna, da 30 kW a 120 giri, mentre l'eccitatrice in serie ha una potenza di 1/2 kW. Ogni gruppo ha il suo quadro di comando con adatti dispositivi di protezione.

Il motore dell'ascensore è studiato in modo speciale per il servizio pesante che deve compiere. L'albero del rotore e il rotore stesso sono fusi in un pezzo solo. Dispositivi di frenatura elettrica particolarmente accurati sono stati realizzati e il quadro di ogni motore di comando è poi provvisto degli adatti apparecchi di protezione per garantire la sicurezza del motore.

Gli ascensori hanno una portata normale di 13,5 Q.li circa, le porte di accesso al piano terreno hanno una larghezza di m. 1,5 circa e agli altri piani di metri 1,20 circa; sono muniti di freno di sicurezza che garantisce l'arresto dell'ascensore in caso di rottura della fune di trazione o quando per altra causa la velocità di discesa dovesse crescere oltre un certo limite. Disposizioni sono state prese per impedire all'apparecchio di sicurezza di arrugginirsi e perciò di non essere in grado di funzionare, quando, come più frequentemente accade, viene per lungo tempo lasciato inoperoso.

I contrappesi hanno intelaiature in acciaio e pattini di guida simili a quelli dell'ascensore. Il contrappeso supera il peso dell'ascensore a vuoto del 40 % del carico normale, cioè di 550 kg. circa.

Ogni ascensore è sostenuto da sei cavi di acciaio di 16 mm ciascuno ed è munito di cavi compensatori da 12, 5 mm. che consentono di adottare motori di potenza pari a circa la metà di quelli che occorrerebbero ove non esistessero. Il minore diametro dei cavi compensatori è dovuto al fatto che le pulegge di rinvio nel sotterraneo sono di diametro inferiore a quello delle pulegge di comando situate alla sommità. Di questi perciò ne esistono 8 per controbilanciare il peso dei cavi di trazione.

Altri dispositivi di sicurezza, oltre agli interruttori di fine corsa per arrestare automaticamente la corsa dell'ascensore alle estremità, sono i respingenti, di cui uno è fisso in fondo al pozzo dell'ascensore e gli altri sono attaccati ai contrappesi e muovendosi con essi e ciò per risparmiare peso inutile nei contrappesi stessi. I respingenti contengono olio, come liquido resistente, e l'azione frenante è data dal passaggio dell'olio di una camera all'altra del respingente, in cui esso è diviso, attraverso passaggi ad area decrescente. La corsa dello stantuffo del respingente principale dell'ascensore è di circa 90 cm. e quella dei respingenti applicati ai contrappesi è di 65 cm. circa.

Sono state provviste apposite lampade di segnalazione a tutti i piani; le porte sono a comando elettropneumatico. Apposito blocco elettrico non consente la partenza dell'ascensore, se prima tutte le porte non sono state chiuse.

Le sale macchine sono due, una al 24° piano per gli ascensori più alti e una al 15° per i più bassi; ciascuna comprende 12 equipaggiamenti Ward Leonard, uno per ciascuno dei 12 ascensori comandati. I gruppi di conversione sono allineati lungo una delle pareti della sala macchine e sono alimentati a corrente continua, 240 volt, fornita dalla New York Edison Company da due sorgenti distinte in modo da garantire la continuità del servizio.

Il montacarichi invece, che fa servizio dal secondo livello inferiore delle cantine al 25° piano, è a comando con inserzione di resistenze nell'indotto del motore e può portare normalmente 13 Q.li alla velocità di 180 m. circa al minuto. Ha però una portata doppia a velocità ridotta, se viene opportunamente aumentato il contrappeso. Dato il genere di lavoro esplicito, non fu necessario adottare qui il sistema più perfezionato di comando Ward Leonard, ma il comune comando reostatico ha dato ottimi risultati. Esso è senza ingranaggi, e tale pure è un altro montacarichi, che fa servizio in un'altra laterale del grattacielo dal secondo al 18° piano.

C. G. E. (*)

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

F. P. FISCHER — La sottostazione automatica di Bourbon Street della New Orleans Public Service. (Gen. El. Rev., febbraio 1926, pag. 97).

In una parte della città di New Orleans è ancora in uso il sistema Edison di distribuzione a corrente continua a tre fili e dal 1923 questa rete è alimentata dalla sottostazione Automatica di Bourbon St.; in essa si trovano due gruppi motore sincro-dinamo, l'uno da 1000 kW e l'altro da 1200 kW destinati a produrre corrente continua a 260 ÷ 300 volt. L'equipaggiamento automatico della sottostazione protegge l'impianto dalla seguenti cause perturbatrici: eccesso di velocità, riscaldamento dei supporti, riscaldamento eccessivo negli avvolgimenti, fiammate ripetute al collettore delle dinamo o corto circuito contro terra dell'indotto di queste, sovraccarico sul lato corrente alternata, avviamento monofase, abbassamento della tensione sul lato corrente alternata, polarità della dinamo errata, mancanza del tempo, ecc. La sottostazione è collegata con altre due comandate a mano ed agisce come riserva di queste. Delle due unità l'una è normalmente in funzione e l'altra entra in servizio solo nei periodi di maggior carico. La tensione di servizio è circa 255 volt: quando la tensione si abbassa sotto 232 volt per un periodo di due minuti, viene automaticamente avviata la prima unità. Quando poi questa per due minuti ha dovuto sopportare un carico di 3800 Ampere, viene avviata automaticamente anche la seconda unità e il carico viene ripartito proporzionalmente tra le due per mezzo di un relais equilibratore. Se poi il carico si riduce a 3000 Ampere per quattro minuti, viene messa fuori servizio la seconda unità, mentre quando il carico scende a 1000 Ampere o al disotto per tre minuti viene messa fuori servizio anche la prima.

Automaticamente viene anche provveduto alla ventilazione delle macchine dopo avviate. In due anni di servizio queste unità non hanno mai avuto interruzioni notevoli di servizio e così questa sottostazione ha costituito un elemento di primo ordine nell'assicurare la continuità del servizio sulla rete di distribuzione a corrente continua a tre fili della società esercente l'impianto. Giornalmente la sottostazione viene visitata per una verifica sommaria dei macchinari ed apparecchi e quindicinalmente un'ispezione accurata vi viene eseguita per garantire che ogni parte dell'impianto sia in grado di funzionare regolarmente.

C. G. E.

(*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Co. Gen. di Eletticità.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

CONCORSI.

Le Miniere di carbone statali della Bulgaria ha aperto un *bando per la costruzione di una centrale termoelettrica* contenente inizialmente due gruppi da 4000 kW, ma prevista per contenere in seguito anche un gruppo da 8000 kW, e un quarto gruppo da 16.000 kW. Sono invitate a presentare la loro offerta tutte le Ditte che abbiano eseguito costruzioni analoghe. Le offerte devono essere a forfait per l'intera centrale o per le singole parti di essa. Le condizioni di appalto, redatte in lingua francese, sono visibili presso la sede dell'A. E. I.

MATERIALI.

Tipi di acciai speciali sono stati prodotti recentemente per soddisfare alle accresciute esigenze della tecnica. Un gruppo di questi acciai al nichel-cromo prodotti dalle Officine Hecla a Hadfields si distinguono specialmente per la grande resistenza al calore, all'ossidazione e alla corrosione. L'acciaio chiamato «Era ATV» ha una resistenza a freddo di 90 kg/cm² e sopporta ancora 30 kg/cm² alla temperatura di 900. Ruote di piccole turbine utilizzando gas di scappamento, costruite con questo acciaio funzioneranno senza incidenti a 53.000 giri al minuto, con una velocità periferica di 680 metri al secondo, alla temperatura del rosso. L'acciaio «Hecla A.T.V.» è specialmente interessante per la costruzione di turbine a vapore; esso è resistentissimo alla corrosione e i pezzi con esso costruiti possono essere lavorati e tormentati in qualunque modo senza alterarne la resistenza; ruote di turbine costruite con questo metallo sono ancora in servizio dopo cinque anni di servizio continuativo senza che le palette diano segni di corrosione. Anche l'acciaio «Hecla A.T.V.» conserva una forte resistenza meccanica alle alte temperature: il carico di rottura è di 78 kg/cm² a temperatura normale ed è ancora di 32 kg/cm² a 650°.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXXI Riunione dell'A. E. I. a Brescia.

A complemento del programma della riunione di Brescia pubblicato nel numero precedente siamo lieti di aggiungere che il giorno 2 Settembre alle ore 19.30, sarà offerto dagli Industriali Bresciani un banchetto ai Congressisti, a Brescia.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO

La sera del 6 luglio il collega Ing. Alfredo Ponzini illustrò ai soci un suo apparecchio per la distillazione dei liquidi e concentrazione delle soluzioni, nel quale è realizzata una grande economia di energia termica per mezzo della compressione del vapore.

Il mezzo al quale il Ponzini è ricorso è quello di aspirare dalla caldaia i vapori e portarli ad una pressione lievemente superiore a quella della caldaia per mezzo di un compressore meccanico, e quindi utilizzare le calorie del vapore per il riscaldamento della caldaia stessa o per il riscaldamento dell'acqua di alimentazione.

Il consumo di energia, che è ridotto alle calorie di dispersione della caldaia e alle altre perdite secondarie e al compressore, può essere inferiore a 50 calorie per kg di acqua distillata.

Insieme ad altre diapositive illustranti i vari sistemi usati nella tecnica per la distillazione dei liquidi, ha proiettato la fotografia dell'apparecchio che si trova presso l'Associazione per la Prevenzione degli Infortuni, al Politecnico e può essere visto in funzione da chiunque ne abbia interesse.

Illustrando le caratteristiche dell'apparecchio il Ponzini ha messo in evidenza le varietà di applicazioni e la elasticità di potenza che l'apparecchio presenta.

La comunicazione, seguita con vivo interesse da numerosi colleghi e da soci della Associazione chimica è stata vivamente applaudita.

Il Presidente, Ing. Emanuelli, si congratula coll'Ing. Ponzini dei notevoli risultati ottenuti e gli esprime l'augurio che il suo apparecchio possa trovare largo impiego nella tecnica.

Alle 22,30 la riunione si scioglie.

*

Visita agli impianti di Arquata Scrivia e di Molare.

La mattina di domenica 18 Luglio circa 200 Soci guidati dal Presidente della Sezione, Ing. Emanuelli, partirono con treno speciale alle 6,30 dalla Stazione Centrale per recarsi ad Arquata Scrivia e quindi a Molare a visitare gli impianti della Società Generale e delle Officine Elettriche Genovesi.

Giunti verso le 9 alla Officina di conversione di Arquata della Società Edison furono ricevuti dall'On. Prof. Motta, Consigliere Delegato della Società, dal Direttore Generale Ing. Ferrerio, dall'Ing. Guastalla e da altri tecnici della Società.

Alla comitiva di Milano si unì ad Arquata un gruppo di circa 30 colleghi della Sezione di Genova, accompagnato dal Vicepresidente Ing. Cornelio.

I Tecnici della Edison illustrarono ampiamente ai visitatori l'impianto di Arquata, il quale riceve l'energia a 130.000 volt dalla Centrale di Pallanzeno della Edison e da quella di Mese della Cisalpina ed alimenta la rete della Società Elettrica Negri e la rete delle Ferrovie dello Stato.

L'energia che arriva dall'Ovesca e dalla Cisalpina viene trasformata a 60.000 volt per alimentare la linea della Negri e a 6000 volt per alimentare 3 condensatori sincroni di 6000 kVA e tre motori asincroni di 6500 kW ciascuno.

Ciascuno dei tre motori asincroni è direttamente accoppiato a un alternatore a 4000 volt avente una frequenza di 16,5 periodi che alimenta la rete delle Ferrovie dello Stato.

Ultimata la visita la comitiva si portò col treno speciale a Novi dove era preparata la colazione gentilmente offerta dalla Società Edison.

Alla frutta l'Onorevole Motta si alzò a salutare gli ospiti e ad esprimere il suo compiacimento di potere avere intorno a sé raccolta così larga schiera di tecnici.

Parlarono poi l'Ing. Emanuelli, Presidente della Sezione di Milano, ringraziando l'On. Motta per la cordiale accoglienza, il Podestà di Arquata e il Vicepresidente della Sezione di Genova.

Lasciate le mense e salutati i colleghi di Genova che non proseguivano fino a Molare, la comitiva si diresse al treno speciale della Ferrovia Novi Ovada e verso le 13,30 lasciò Novi.

Giunta ad Ovada la comitiva proseguì in auto alla Centrale di Molare delle Officine Elettriche Genovesi e quindi al Lago artificiale di Ortiglieto.

Ricevuti dal Direttore Ing. Domenico Cascone i gitanti poterono visitare l'interessante Centrale idroelettrica situata sul torrente Orba e contenente due gruppi turbo-alternatore costituiti ciascuno da due turbine e da un alternatore direttamente accoppiato alle turbine.

Ciascun gruppo sviluppa circa 9000 kW e la Centrale può generare circa 18.000 kW.

L'energia viene prodotta a 5250 volt e 50 periodi e quindi trasformata a 68.500 volt.

L'energia a mezzo delle linee della Società Elettrica Negri viene convogliata alla centrale termica di Sampierdarena delle Officine Elettriche Genovesi.

Interessante è il pittoresco lago artificiale ottenuto sbarrando la valle del Torrente Orba con una grande diga presso il Bric Zerbino e con una diga minore a Sella Zerbino.

Alla sera la comitiva ritornò a Novi dove le Officine Elettriche Genovesi offrirono il pranzo.

Allo spumante parlò l'Ing. Emanuelli ringraziando a nome della Sezione di Milano le Officine Elettriche Genovesi e particolarmente il Direttore Ing. Cascone che avevano dato ai soci la possibilità di visitare l'interessante impianto di Molare e li avevano accolti con tanta cordialità.

Rispose salutando gli ospiti l'Ing. Cascone.

Fra molta allegria, lasciate le mense, la comitiva si diresse alla stazione per ritornare col treno speciale a Milano.

Necrologio

Vittima del Suo grande amore per la montagna — amore che in Lui assumeva i caratteri di una grande, inestinguibile passione, con i suoi entusiasmi e, forse, con i suoi acciecamenti — nell'ardito tentativo di scalare da solo una delle più aspre ed impervie pareti delle Alpi, cadeva il 18 Luglio l'ingegnere

ANGELO TAVEGGIA

della Sezione di Milano.

Nato nel 1897 a Melzo, laureatosi nel 1921, dopo aver fatta la guerra in artiglieria da montagna, confermava subito, nei primi contatti con la vita professionale, le brillanti qualità già dimostrate da studente. Da Pirelli, nel Laboratorio dell'Istituzione Elettrotecnica e da ultimo presso la Ditta Allocchio Bacchini e C., quanti lo ebbero a collaboratore videro come armonicamente in lui si fondessero le migliori attitudini analitiche e sperimentali. D'animo nobilissimo Egli ha lasciato il più grande rimpianto in tutti coloro che, conoscendolo, lo stimarono e vedono così tragicamente spezzata un'esistenza che non poteva fallire a più alti destini.

L'ELETTRATECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTRATECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La Riunione di Brescia.

Per la seconda volta, nel corso dell'attuale Presidenza, una città che non è sede di Sezione, accoglie l'annuale convegno dei Soci. Dopo Spezia, nel 1924, è oggi Brescia che dà il benvenuto ai Colleghi convenuti da ogni parte d'Italia. Già nel 1909 la « leonessa d'Italia » ebbe ad ospitare la Riunione dell'A.E.I.; ma l'iniziativa, occasionata dalla Esposizione che si teneva a Brescia, in quell'anno, fu allora della Sezione di Milano, ed a Milano la riunione fu conclusa. Quest'anno invece il merito dell'iniziativa è tutto del forte gruppo di consoci nostri residenti a Brescia, che, capitanati dal Collega Ing. Orifice si adoperarono con vero entusiasmo per facilitare il lavoro di organizzazione dell'Ufficio Centrale. E, mercè loro, il programma della Riunione è riuscito del maggiore interesse. Solo alla data, anticipata di un mese rispetto alle consuetudini per le ragioni già altre volte ricordate, deve quindi attribuirsi il fatto che il gruppo degli iscritti, quantunque cospicuo per quantità e qualità, non ha raggiunto l'imponenza di talune delle più recenti riunioni. Ma si può essere certi a priori che anche questa volta, come sempre, gli assenti avranno avuto torto, perchè il successo della Riunione sarà senza dubbio all'altezza delle tradizioni sociali e degno dell'entusiasmo dei valorosi organizzatori.

*

Dal punto di vista tecnico questa XXXI^a riunione sociale costituisce un po' una novità, come abbiamo ripetutamente rilevato, essendo essa prevalentemente destinata a discutere argomenti presentati, ed in parte già illustrati, nel Congresso tenuto l'anno scorso a Napoli. Non sono tuttavia mancati nuovi contributi di memorie — tardivi, come sempre — ed in questo fascicolo abbiamo potuto raccogliere buon numero, mentre alcuni altri lavori potranno essere distribuiti in bozza agli intervenuti.

Tra le memorie oggi pubblicate e fra le più rispondenti al tema del congresso, figura una nota del Collega BARBAGELATA la quale completa, coll'esame dei principali schemi pratici, la memoria presentata l'anno scorso a Napoli sulla protezione differenziale delle linee. Con questa nota, il Barbagelata che fu anche relatore a Napoli sull'argomento, ha aggiunto un nuovo capitolo alla serie delle sue precedenti pubblicazioni sui sistemi di protezione contro le sovracorrenti che potrebbero utilmente servire di guida alla discussione, essendo in esse esplicitamente indicate le questioni sulle quali sarebbe particolarmente interessante di conoscere le opinioni dei competenti.

*

Per quanto di carattere specializzato, rientrano completamente nel tema del congresso anche le due note degli Ingg. SCOLARI e LACCETTI. La prima illustra la pratica Americana degli interruttori a richiusura automatica, largamente usati laggiù — dove non si hanno come da noi, tante prevenzioni per gli automatismi — nell'intento di ridurre al minimo il numero e la durata delle sospensioni di servizio. Si tratta, come è noto, di interruttori di linea che si richiudono automaticamente trascorso un certo numero di secondi dopo lo scatto. Se il corto

circuito permane scattano ancora per richiudersi di nuovo dopo un certo tempo. Se, permanendo il guasto, si ha un nuovo scatto, l'interruttore non si richiude più se non con l'intervento del personale. L'utilità di simili dispositivi appare evidente per le sottostazioni senza personale fisso.

La nota del Laccetti tratta invece di recenti tipi di interruttori rapidissimi per impianti a corrente continua, destinati a prevenire la formazione delle fiammate al collettore.

*

Le altre memorie oggi pubblicate si riconnettono al tema principale del congresso in quanto i buoni criteri costruttivi degli impianti e del macchinario, sono i più efficaci provvedimenti preventivi per la continuità dell'esercizio. L'Ing. BOSCHI dà interessanti notizie sperimentali sulla ventilazione del macchinario elettrico a ciclo chiuso, in cui, cioè, è sempre la stessa aria che circola e viene raffreddata da opportuni raffreddatori. Viene così eliminata la progressiva accumulazione di polvere sugli avvolgimenti che compromette, alla lunga, il raffreddamento della macchina, mentre ogni principio di incendio rimane troncato dal rapido esaurirsi dell'ossigeno contenuto nella massa d'aria circolante.

Il Prof. REBORA in una delle sue note tocca una grave questione costruttiva: quella dell'isolamento fra spire che è troppo negletto dalle Norme di tutti i Paesi, mentre la sua insufficienza è la causa prima del maggior numero degli accidenti di macchina. Nell'altro scritto l'autore richiama le note cagioni di imprecisione nella misura dei surriscaldamenti (« per resistenza »): argomento anche questo connesso alla sicurezza del funzionamento in quanto l'esatta conoscenza dei sovrariscaldamenti nei punti interni, più caldi, delle macchine, non può che giovare alla buona conservazione delle macchine stesse. Le due note del Rebora potrebbero pertanto risollevare la grande questione a cui accennavamo in una recente nota: se cioè non converrebbe — in contrasto con le tendenze dei costruttori di tutti i paesi, rispecchiate dalle norme — indirizzarsi verso macchine più largamente dimensionate, disposti naturalmente a pagarle quanto è necessario, per diminuire la spesa di manutenzione e rinnovazione e per ridurre i danni diretti ed indiretti delle sospensioni di servizio.

*

Fra le memorie giunte troppo tardi per la pubblicazione o semplicemente annunciate si notano parecchi « numeri » interessanti, come il lettore potrà rilevare dal programma riportato più avanti. La materia prima dunque non manca: auguriamoci che la buona volontà degli intervenuti possa elevare con essa una discussione degna dell'importanza dell'argomento.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTRATECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

□ SULLA PROTEZIONE DIFFERENZIALE DELLE LINEE □ □ □ □ □ □

A. BARBAGELATA



Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell' A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

Questa nota è la continuazione ed il complemento di quella pubblicata sull'Elettrotecnica del 5 ottobre 1925. Essa ha infatti lo scopo di passare rapidamente in rassegna gli schemi e le disposizioni fondamentali usate per la protezione differenziale delle linee seguendo l'ordine e la classificazione della nota precedente, nella quale si sono analizzate le proprietà caratteristiche, generali e particolari, dei vari procedimenti.

1. - Convenzioni generali per gli schemi.

1) Negli schemi delle figure seguenti si considera in generale un solo conduttore per ciascuna linea. Si dovrà naturalmente intendere che le disposizioni indicate vanno ripetute tante volte quante sono i fili di linea, se si vuole realizzare una protezione completa. In particolare, nel caso di linee trifasi, specie se ad alta tensione, sarà necessario usare tre riduttori di corrente per ciascuna linea per ottenere la protezione anche contro i guasti verso terra. Quando ci si deve preoccupare esclusivamente dei guasti o corti circuiti fra fili (fra fasi) possono bastare due soli riduttori per linea, a condizione che, in tutto l'impianto essi siano sempre inseriti sulle stesse due fasi.

2) Negli schemi seguenti, i relais chiudono direttamente i circuiti di scatto degli interruttori. Nell'applicazione pratica invece si avranno in generale dei relais ausiliari intermedi, per non dover far attraversare i contatti dei relais veri e propri dalle notevoli correnti talvolta richieste dai dispositivi di apertura degli interruttori.

3) Si deve ricordare che l'interruttore aprendosi deve sempre aprire anche il proprio circuito di scatto, mediante un interruttore ausiliario meccanicamente collegato ad esso, il quale, per semplicità non è quasi mai indicato negli schemi.

4) Nei dispositivi nei quali interviene anche la tensione, i circuiti voltmetrici sono rappresentati con schemi unifilari.

5) Si supponerà sempre, salvo indicazioni in contrario, che i riduttori di corrente impiegati abbiano rapporto uno.

2. - Protezioni ampermetriche a circuiti indipendenti (a differenziazione meccanica).

Per quanto si è detto simili disposizioni sono selettive e quindi utilizzabili solo alla partenza delle linee, ed hanno trovato il loro principale campo di applicazione nel caso di due sole linee.

Nella fig. 1 è schematicamente rappresentato tale caso supponendo di far uso di due relais elettromagnetici a solenoide e nucleo, agenti in senso opposto alla estremità di un bilanciante. In caso di guasto di una linea (quella di sinistra, nel caso della figura) la corrente che la percorre risultando maggiore dell'altra, prevarrà il suo solenoide ed il bilanciante inclinandosi dalla sua parte, chiuderà il circuito di scatto. Si è indicato in figura anche un'analogo protezione all'arrivo per verificarne l'insufficienza a conferma delle precedenti deduzioni generali. Infatti solo se la corrente di guasto è piccola rispetto a quella di carico, si avrà un'azione selettiva. La corrente complessiva, risultando minore nel relais della linea guasta, il bilanciante si inclinerà dall'altra parte (significato del segno *meno* delle formule sviluppate nella prima parte); ma si potrà far aprire il voluto interruttore incrociando i circuiti di scatto. Ma se la corrente di carico è nulla o piccola rispetto a I_g , le azioni dei due solenoidi si faranno equilibrio e il sistema mancherà al suo scopo. Limitandoci pertanto a considerare il sistema in partenza si vede ancora che se esso fosse così semplicemente congegnato come appare in fig. 1 avrebbe un grave inconveniente. Infatti appena aperto l'interruttore della linea avariata, il bilanciante traboccherebbe dall'altra parte e farebbe subito aprire anche l'interruttore della linea sana. E quindi necessario aggiungere un sistema di blocco che elimini tale inconveniente. Il risultato può essere ottenuto (fig. 2) coi due relais di minima m i quali, quando la corrente che li percorre si annulla, aprono i loro contatti. Così, aperto l'interruttore della

linea avariata, il suo relais di minima interrompe il circuito di scatto dell'altro interruttore. E' naturalmente indispensabile che il relais a minima agisca prima che il bilanciante abbia tempo di inclinarsi dalla parte opposta. Anzichè usare i due relais a minima m si può ricorrere a due interruttori ausiliari collegati meccanicamente agli interruttori principali, i quali aprendosi in-

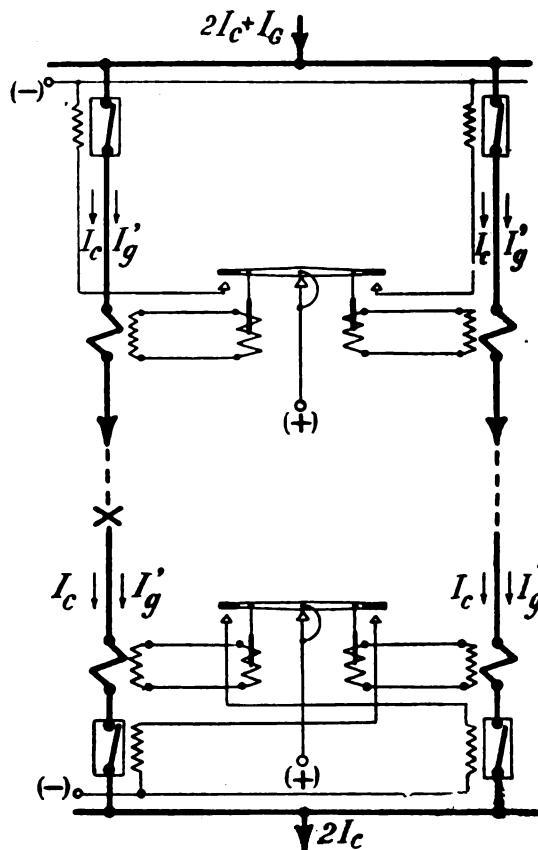


Fig. 1.

sieme col rispettivo interruttore principale interrompono il circuito di scatto dell'altro interruttore (vedi fig. 3). Questo sistema è forse più semplice e più sicuro dell'altro, ma complica le manovre di servizio. Si abbia infatti una sola linea in servizio e si voglia inserire anche l'altra. Chiudendone l'interruttore in partenza si viene allora a sbloccare la protezione differenziale, la

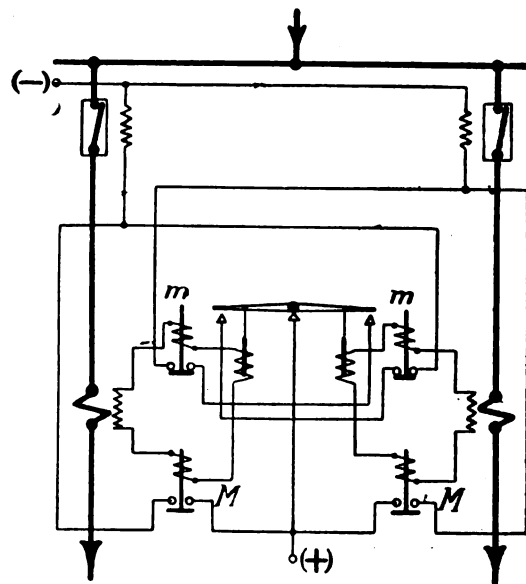


Fig. 2.

quale agirà subito facendo aprire l'interruttore dell'altra linea perchè la nuova linea inserita non sarà percorsa da corrente se non quando se ne sarà chiuso anche l'interruttore all'arrivo. Per evitare l'inconveniente bisogna quindi sempre manovrare per primo l'interruttore all'arrivo; oppure bloccare per qualche tempo il sistema di protezione, finchè la nuova linea messa in servizio non abbia preso carico.

L'uso dei relais a minima elimina tale inconveniente perchè essi rendono attiva la protezione differenziale solo quando entrambe le linee siano percorse da corrente.

Comunque, quando una sola linea sia in servizio, il relais differenziale non deve poter più agire. Per non rimanere senza protezione alcuna, lo schema deve quindi essere sempre completato dai due relais *M* a massima ed a tempo (fig. 2).

*

Il problema della differenziazione meccanica nel caso di più due linee è stato risolto solo recentemente dall'Ing. Modigliani.

Non è facile infatti immaginare un sistema meccanico su cui agiscano n forze normalmente uguali, il quale sia in grado di indicare quando e quale delle n forze diventi maggiore delle altre. L'Ing. Modigliani ha risolto il problema dinamicamente anzichè staticamente trasformando le forze in velocità e differenziando le velocità (¹).

La differenziazione meccanica con relais amperometrici è stata qualche volta applicata nel caso di più linee semplicemente moltiplicando i dispositivi accennati pel caso di due linee. Se si hanno infatti n linee, è possibile stabilire un sistema differenziale del tipo descritto fra la 1^a e la 2^a, un altro fra la 2^a e la 3^a, un altro fra la 3^a e la 4^a, e così via, e finalmente un ultimo fra l'ultima e la prima.

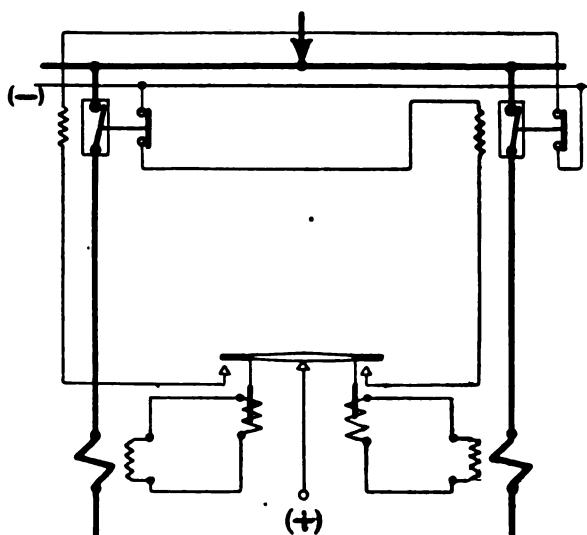


Fig. 3.

In tal modo qualunque sia la linea avariata essa sarà distaccata per l'azione concomitante dei due sistemi di relais, a cui la linea stessa partecipa. Se però un certo numero di linee è fuori servizio rimangono protetti differenzialmente solo i gruppi di linee contigue, a meno di complicazioni di circuiti e di manovre che è facile immaginare ma che sarebbero poco pratiche.

*

Ritornando al caso tipico della protezione di due linee in partenza è chiaro che ai relais elettromagnetici si possono sostituire relais di qualsiasi altro tipo amperometrico.

Così, usando relais ad induzione basterà accoppiare sullo stesso asse i dischi dei due relais che tendono a girare in senso contrario, per ottenere un sistema che ruoterà nell'uno o nell'altro senso — e potrà quindi chiudere l'uno o l'altro di due contatti — a seconda che prevale l'azione dell'una o dell'altra corrente (fig. 4 a). Messi su questa via, si potrà eliminare uno dei dischi, facendo agire su un unico disco i due sistemi elettromagnetici (fig. 4 b). Ma si potrà anche semplificare l'apparecchio facendo agire su uno dei due circuiti magnetici le due correnti percorrenti in senso contrario due avvolgimenti uguali e sovrapposti (fig. 4 c) ottenendo così una differenziazione in parte magnetica ed in parte meccanica. Ed infine si potranno riunire in uno solo due avvolgimenti, differenziando così in esso le correnti (fig. 4 d). Si giunge così ad un tipo di relais della Casa Westinghouse (Sleeper) che è stato spesso considerato

come qualche cosa di diverso dagli altri relais differenziali meccanici; mentre è facile verificare che valgono per esso le formule e le considerazioni generali sviluppate nella prima parte di questo lavoro.

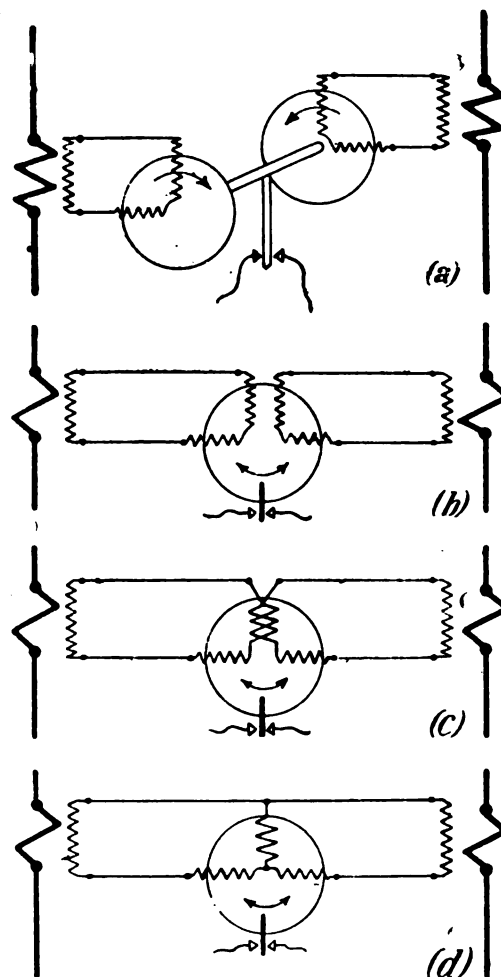


Fig. 4.

Questi tipo di relais amperometrico ad induzione pare abbia avuto notevoli applicazioni negli impianti americani, anche nel caso di più di due linee in parallelo, accoppiando le linee a due a due come si è sopra accennato e come indicato in fig. 5

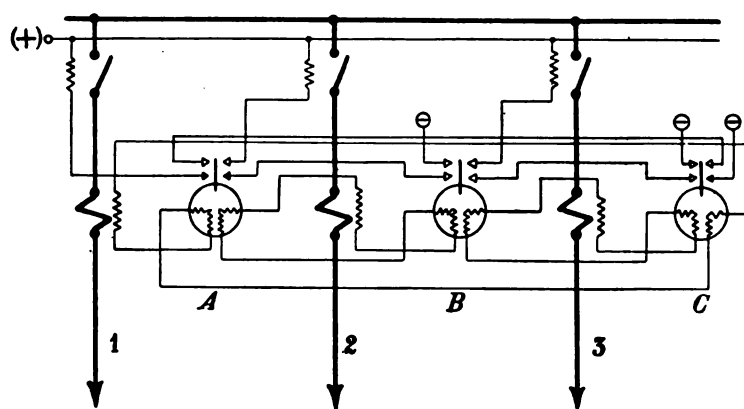


Fig. 5.

Il suo successo sarà probabilmente da attribuirsi ai pregi costruttivi: a quelle doti di semplicità e di robustezza che sono in generale comuni a tutti gli apparecchi ad induzione.

3. - Protezioni amperometriche a circuiti combinati (differenziazione elettrica).

Hanno un interesse piuttosto teorico, perchè, come tutte le protezioni amperometriche possono servire solo alla partenza delle linee e, in più, sono di meno facile realizzazione pratica.

Anche in partenza, come risulta dalla teoria, esse sono selettive solo se il numero delle linee in parallelo è di tre o più. Tuttavia il sistema ha trovato numerose applicazioni all'estero nei casi di linee o cavi destinati a funzionare sempre a due a

(¹) Vedasi la nota dell'A. e dell'Ing. SOLDINI pubblicata il 15 agosto 1925. Per l'autoreversibilità del suo sistema l'Ing. Modigliani usa anche in partenza relais wattometrici; ma se a tale autoreversibilità si volesse rinunciare, basterebbero, in partenza, dei relais amperometrici.

due in parallelo. In una rete poligonale, a maglie, i cui lati siano costituiti da due linee in parallelo si può tollerare la temporanea messa fuori servizio di un lato di una maglia: la protezione in questione, applicata a due linee in parallelo, non essendo più selettiva non può che condurre appunto a questo risultato, di distaccare entrambe le linee quando in una di esse si manifesta un guasto.

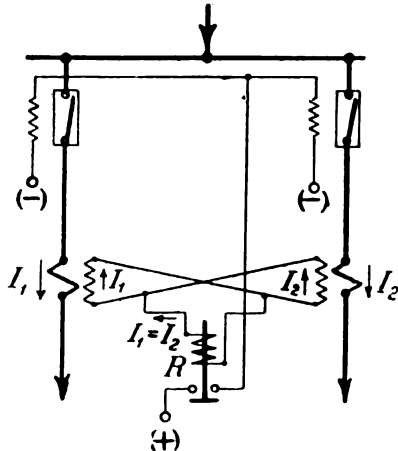


Fig. 6.

La fig. 6 mostra, colle consuete convenzioni, lo schema della disposizione, che si deduce dallo schema generale dato nella Prima Parte (fig. 5) riducendo a due le linee.

Il relais R (a massima, molto sensibile) è percorso da corrente solo quando le correnti I_1 , I_2 nelle due linee cessano di essere uguali, ed agendo fa aprire i due interruttori. La fig. 7

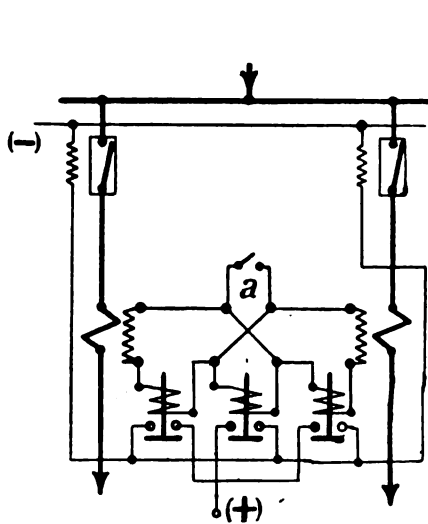


Fig. 7.

mostra la combinazione del sistema con due ordinari relais a massima i quali possono venire in soccorso del relais differenziale in caso di un guasto, e permettono in caso di bisogno di funzionare con una sola linea. Chiudendo infatti l'interruttore a , il relais differenziale viene messo in corto circuito e la sola linea in funzione rimane protetta dal corrispondente relais a massima.

Nel caso generale di parecchie linee in parallelo, la selettività del sistema ampermetrico a circuiti combinati deriva esclusivamente dal fatto che in caso di guasto, la corrente che percorre il relais della linea guasta è più intensa di quella negli altri relais. Immaginando per es., di usare dei relais a induzione a tempo inverso, dovrebbe pertanto il relais della linea guasta aprire il corrispondente interruttore prima degli altri; ma è evidente come sarebbe precario il funzionamento di una siffatta disposizione. Un risultato sicuro potrebbe aversi solo differenziando ancora meccanicamente l'azione dei vari relais, come per es., potrebbe farsi col selettore Modigliani; ma si tratterebbe evidentemente di una inutile complicazione, dato che il selettore Modigliani agisce altrettanto bene con lo schema a circuiti indipendenti.

*

Una possibile forma di applicazione del procedimento che non mi risulta sia stata attuata, ma che indubbiamente per le

considerazioni generali già svolte, non potrebbe avere che limitata importanza, è indicata in fig. 8. Si sono qui per semplicità considerate solo tre linee; ma l'estensione dello schema ad un numero maggiore è immediata. Il procedimento è basato sull'uso di relais R_w di tipo wattmetrico, ma azionati da sole correnti. Nello schema e nel ragionamento si suppone di usare apparecchi elettrodinamici, ma ovviamente essi sarebbero convenientemente sostituiti in pratica dai corrispondenti tipi ad induzione. Uno dei circuiti di ciascun relais R_w è in serie col secondario del corrispondente riduttore; l'altro costituisce il circuito indicato con R nello schema generale di fig. 5 della Prima parte. L'organo mobile del relais si sposterà nell'uno o nell'altro verso a seconda del senso relativo delle correnti nei due avvolgimenti; ma solo per un verso di rotazione provocherà la chiusura del contatto e precisamente quando, sullo schema, le correnti nei due avvolgimenti del relais hanno senso contrario.

Ciò premesso è facile verificare, valendosi delle formole generali e dei simboli stabiliti nella prima parte di questo lavoro, che in caso di guasto di una linea, il relais corrispondente avrà i suoi due avvolgimenti percorsi dalle $I_M = I_g \left\{ 1 - \alpha \frac{n-1}{n} \right\}$ e dalle $I_{R_1} = \frac{n-1}{n} (1-x) I_g$, mentre gli avvolgimenti di tutti gli altri relais saranno rispettivamente percorsi dalle $I_r = I_g \frac{x}{n}$ e dalla $I_{R_r} = -\frac{1}{n} (1-x) I_g$.

Potendosi ritenere, per le ragioni dette, sensibilmente in fase fra loro tutte queste correnti, la coppia agente sul relais della linea guasta sarà:

$$C_m = I_M I_{R_1} = \frac{n-1}{n} (1-x) \left(1 - \alpha \frac{n-1}{n} \right) I_g^2$$

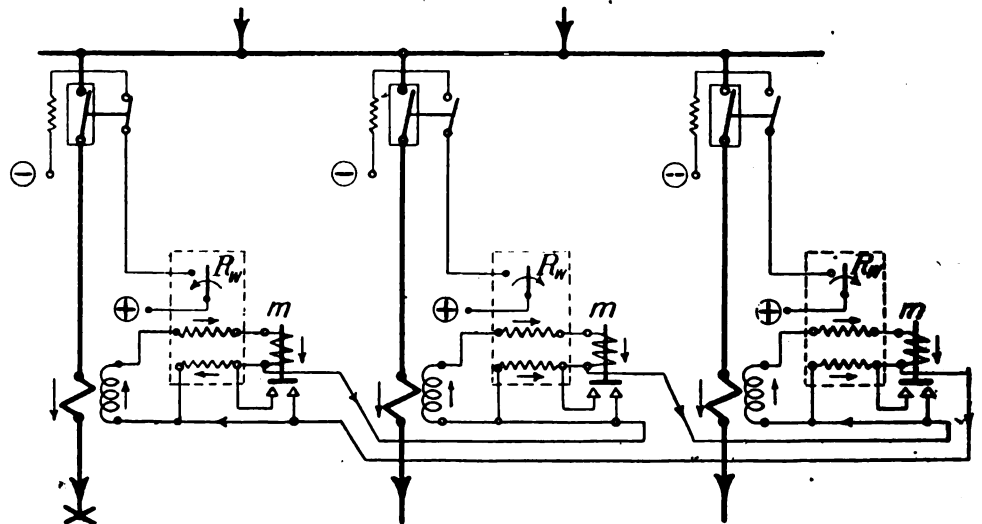


Fig. 8.

quella agente sugli altri relais:

$$C'_m = I_r \cdot I_{R_r} = -\frac{1}{n} (1-x) \frac{x}{n} I_g^2$$

Il diverso segno dei secondi membri precisa dunque che il relais della linea guasta si sposterà in senso contrario a tutti gli altri; condizione questa che assicura la selettività del sistema, il quale, per il resto non si sottrae alle limitazioni generali già stabilite inerenti alla distanza α del guasto dalla stazione di partenza ed al numero n delle linee in parallelo.

Apertosi l'interruttore della linea guasta, il relais a minima m mette in corto circuito il corrispondente relais R_w e lascia il sistema relativo a tutte le altre linee in condizioni normali di funzionamento. Da rilevare che il sistema rimane selettivo anche quando le linee in parallelo sono ridotte a due, come è facile verificare facendo $n = 2$ nelle formole precedenti; nè questo risultato deve apparire in contraddizione colle conclusioni stabilite nella prima parte perchè si utilizzano qui per l'azionamento dei relais tanto le correnti delle singole linee quanto le correnti differenziali, cosicchè il sistema è in un certo senso intermedio fra il tipo di protezioni amperometriche a circuiti indipendenti ed il tipo a circuiti combinati.

*

Un'altra eccezione alle conclusioni generali stabilite nella prima parte, secondo le quali le protezioni amperometriche non possono essere selettive all'arrivo, si ha in un interessante relais usato in Isvezia ⁽²⁾ per il caso di due linee trifasi in parallelo. L'apparecchio è costituito da due piccoli motori sincroni coassiali, i cui statori sono alimentati dai secondari dei riduttori di corrente inseriti sulle tre fasi delle due linee (fig. 9).

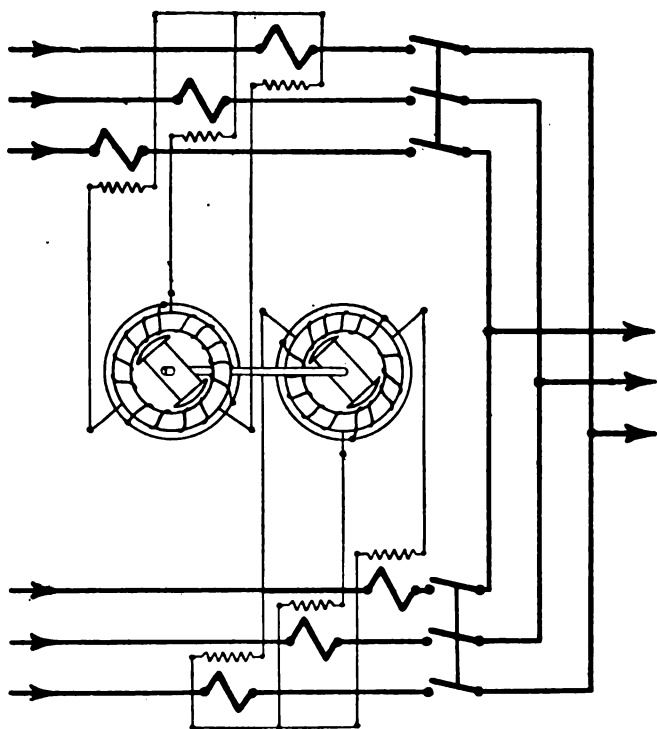


Fig. 9.

In condizioni normali, quando le due linee portano correnti uguali ed equeverse, il sistema dei due motorini ruota a vuoto, in sincronismo. I loro rotori essendo leggermente spostati rispetto ai piani di simmetria dei rispettivi statori, si dispongono nella posizione della fig. 10 per effetto delle componenti assiali

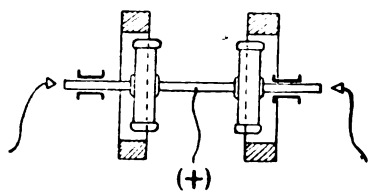


Fig. 10.

delle forze magnetiche che si esercitano fra i poli induttori ed i poli indotti. Ma, al manifestarsi di un guasto in una linea, le correnti in questa si invertono (siamo all'arrivo delle linee) cosicchè i poli indotti del corrispondente motorino cambiano nome. Con ciò si manifesta nel sistema una forte spinta assiale che fa spostare l'asse coi due rotori nell'uno o nell'altro senso, a seconda che si è guastata l'una o l'altra linea. Tale spostamento è utilizzato per chiudere il circuito di scatto dell'uno o dell'altro interruttore.

Il sistema potrebbe applicarsi anche al caso di più linee coll'accennato sistema di combinare le linee stesse a 2 a 2 e di far dipendere l'apertura dei singoli interruttori dell'azione simultanea dei due relais interessati.

4. - Protezioni wattmetriche.

Sono, come si è visto, le disposizioni tipiche usate per la protezione differenziale delle linee. Sono infatti ugualmente selettive tanto alla partenza che all'arrivo, per qualsiasi numero di linee in parallelo. Gli stessi apparecchi e gli stessi circuiti servono ad entrambe le estremità delle linee colla sola inversione delle connessioni voltmetriche la cui necessità è messa in evidenza anche dalle formule generali sviluppate nella prima parte.

Lo schema delle protezioni wattmetriche a differenziazione meccanica è intuitivo nel caso di due sole linee, bastando immaginare inseriti sulle due linee due wattmetri uguali agenti in opposizione sullo stesso asse. Finchè le potenze convogliate dalle due linee si mantengono uguali, il sistema rimane in equilibrio; guastandosi una linea, l'asse ruoterà nell'uno o nell'altro senso a seconda che prevarrà la potenza dell'una o dell'altra linea, provocando l'apertura del rispettivo interruttore.

Per il caso di più linee, il sistema è diventato pratico solo dopo la comparsa del selettore Modigliani che, come ripetutamente detto, consente la differenziazione meccanica di un numero qualunque di relais wattmetrici. Altrimenti sarebbe necessario montare due sistemi wattmetrici su ogni linea per poter combinare le linee a due a due e far dipendere l'apertura dell'interruttore dell'azione simultanea dei due sistemi interessati dal guasto. La complicazione è tale che non consta che il sistema sia mai stato applicato.

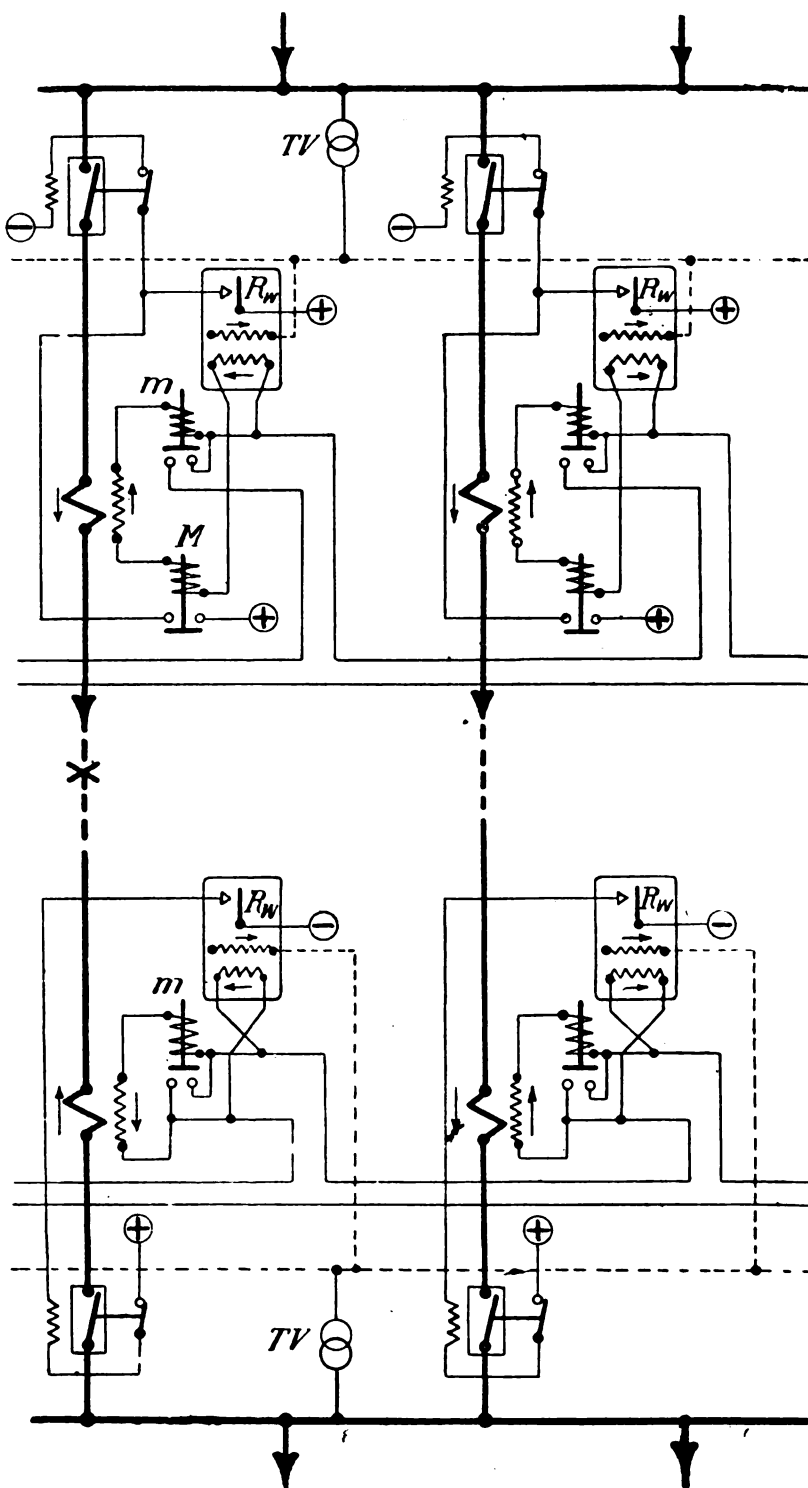


Fig. 11.

La forma di protezione wattmetrica largamente in uso (all'estero) è pertanto quella a differenziazione elettrica.

Nella fig. 11, colle consuete convenzioni è dato lo schema per due linee, sia in partenza che in arrivo; ma lo schema stesso

(2) Teknisk Tidskrift Electroteknik, 2 febbraio 1921.

è facilmente estensibile, per semplice ripetizione, ad un numero qualunque di linee in parallelo. L'organo fondamentale è il relais wattmetrico R_w il quale permette di sfruttare il fatto tipico che la corrente differenziale che percorre il circuito amperometrico dei relais stessi ha sempre, nel relais della linea guasta, sia in partenza che in arrivo, senso vettoriale opposto a quello che essa ha in tutti gli altri relais. I sensi stessi sono diversi alla partenza ed all'arrivo e perciò i relais in arrivo hanno connessioni invertite rispetto a quelli in partenza. Nella fig. 11, per maggior evidenza appaiono invertite le connessioni amperometriche, mentre in pratica riesce più comoda l'inversione di quelle voltmetriche che, nella figura, sono indicate per semplicità a schema unifilare.

Quando, sia in seguito al funzionamento dei relais, sia per l'intervento del personale, una linea viene messa fuori servizio, il corrispondente relais a minima m , mette in corto circuito l'avvolgimento amperometrico di R_w , in modo da assicurare la continuità del circuito differenziale e permettere così il regolare funzionamento dei relais delle linee rimaste in servizio. La protezione rimane selettiva anche quando le linee in parallelo si riducono a due. Quando, infine, una sola linea rimane in servizio, alla sua protezione provvede l'ordinario relais a massima M che deve essere, naturalmente, a scatto ritardato perchè non abbia a far aprire intempestivamente interruttori di linee sane, durante il funzionamento in parallelo controllato dalla protezione differenziale. Tale relais a massima M , può mancare all'arrivo quando, funzionando una sola linea, essa diventi elemento di una distribuzione di tipo radiale ⁽³⁾.

I relais a minima m possono essere e sono generalmente sostituiti col già accennato sistema di blocco fra interruttore e relais wattmetrico, come indicato in fig. 12. E' l'interruttore principale che, aprendosi, mette in corto circuito e quindi fuori servizio il relais wattmetrico. Questo sistema (che deve forse la sua preferenza al fatto di essere meccanicamente più sicuro), rende però necessaria

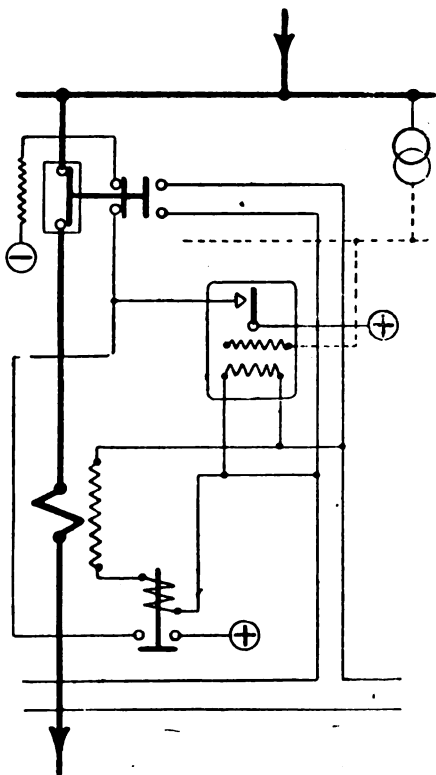


Fig. 12.

qualche cautela quando si debba aggiungere una nuova linea a quelle che già funzionano in parallelo. Qui l'inconveniente non è sempre così grave come nel caso analogo sopra considerato per le protezioni amperometriche, dipendendo del numero delle linee già in funzione e dalla sensibilità di taratura dei relais. L'inconveniente si manifesta colla massima gravità quando sia in funzione una sola linea e si debba aggiungerne una seconda. Infatti se della nuova linea si chiude

l'interruttore in partenza prima di quello all'arrivo è facile verificare che la corrente di carico dell'altra linea passerà per metà nel relais di questa nel senso, che potremo dire positivo per il funzionamento del relais wattmetrico: in altre parole, alla chiusura dell'interruttore in partenza, della nuova linea, si avrà lo scatto dell'interruttore dell'altra linea con interruzione di servizio.

Se invece si chiude per primo l'interruttore all'arrivo, esso scatterà immediatamente, perchè il suo relais viene percorso in senso positivo dalla corrente di carico dell'altra linea.

Quando invece siano già in servizio parecchie linee, alla chiusura dell'interruttore di partenza della nuova linea, solo una frazione della corrente di carico viene a percorrere il relais delle altre; frazione tanto più piccola quanto più grande è il numero delle linee in servizio, cosicchè se i relais non sono resi troppo sensibili la manovra può non dar luogo a inconvenienti.

Praticamente, quando non si adottino i relais a minima, che eliminano ogni inconveniente al riguardo, converrà sempre nel caso delle manovre indicate bloccare momentaneamente la protezione differenziale; cosa che può farsi molto facilmente interrompendo il circuito di tensione che alimenta in derivazione i circuiti voltmetrici dei vari relais.

Nella fig. 13 è riprodotto, a titolo d'esempio, il circuito trifilare completo relativo ad una linea, che si suppone essere l'ultima, a destra, dello schema, per mostrare come viene richiuso il circuito differenziale. Una qualche semplificazione nello schema può aversi riducendo, com'è possibile, da tre a due i relais a massima M . Si noti la connessione a triangolo dei circuiti

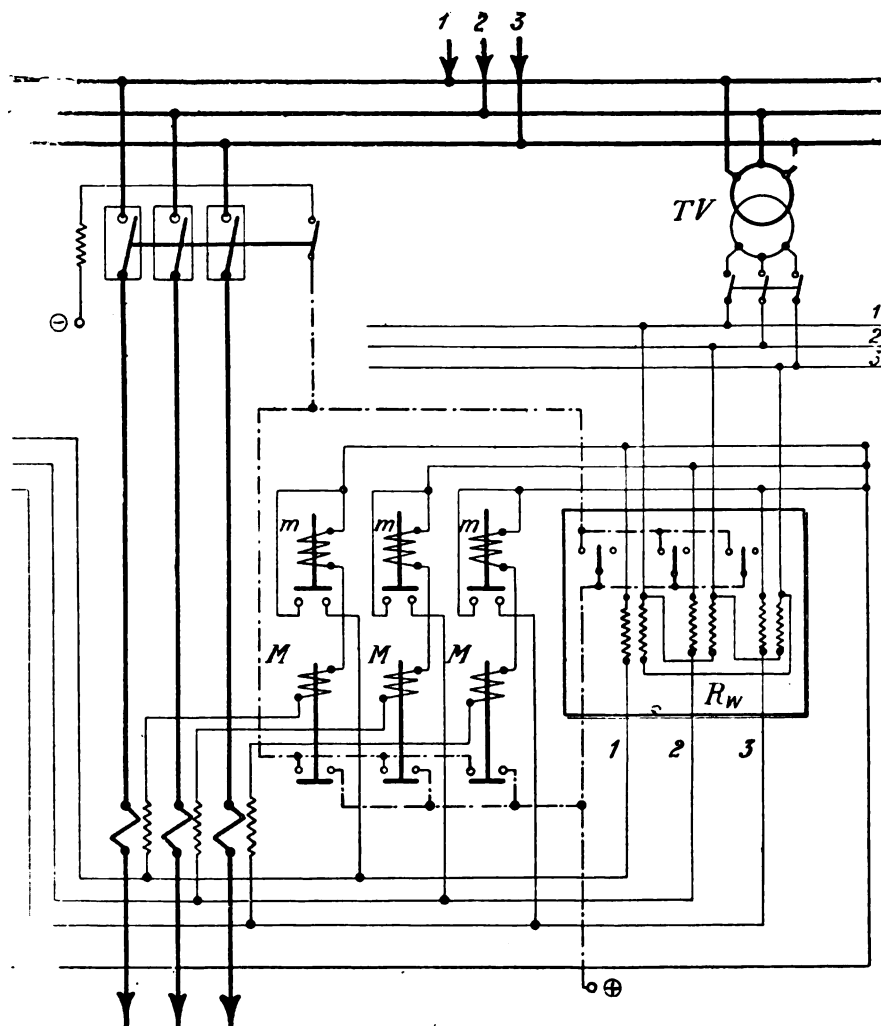


Fig. 13.

voltmetrici del relais R_w i cui circuiti amperometrici costituiscono invece un sistema a stella: è questo, uno dei possibili artifici accennati alla fine della prima parte, per attenuare gli inconvenienti del presumibile basso $\cos \varphi$ in regime di corto circuito. La corrente della fase 1 agisce colla tensione 31 che è in ritardo di 30° sulla tensione di fase, e così ciclicamente per le altre fasi, col risultato che, in caso di φ molto grande, il sistema wattmetrico lavorando con uno sfasamento ($\varphi - 30^\circ$) riesce più sensibile.

Sull'alimentazione del circuito di tensione, vale a dire ai morsetti secondari del TV, deve essere inserito un invertitore

⁽³⁾ Vedasi la relazione dell'A. pel Congresso di Napoli, pubblicata in questo giornale il 25 novembre 1925.

quando qualche volta il senso dell'energia lungo le linee debba essere invertito. Basta, infatti, in tal caso invertire tanto in partenza che in arrivo il sistema delle tensioni perchè la protezione conservi tutta la sua efficacia ⁽¹⁾.

L'estensione dello schema a parecchie linee non presenta alcuna difficoltà. Le difficoltà e le complicazioni cominciano quando le n linee non debbano funzionare tutte in parallelo, ma si voglia poterle raggruppare in modi diversi per far fronte a due o più servizi indipendenti.

Lo schema è infatti in sè stesso completo e non richiede intervento di personale, comunque vari (da 1 ad n) il numero delle linee in parallelo; ma si deve intendere che le linee non in parallelo siano anche fuori servizio. Se invece si volesse con alcune delle linee distaccate, realizzare altri servizi, lo schema delle protezioni dovrebbe essere modificato. La cosa è ancora praticamente possibile se si formano i gruppi con linee contigue. La fig. 14 mostra schematicamente come appunto si debba modificare il circuito differenziale nel caso di un impianto con quattro linee che, in determinate condizioni debbano formare due gruppi indipendenti. Ma all'infuori di questo caso, le complicazioni diventano praticamente inaccettabili.

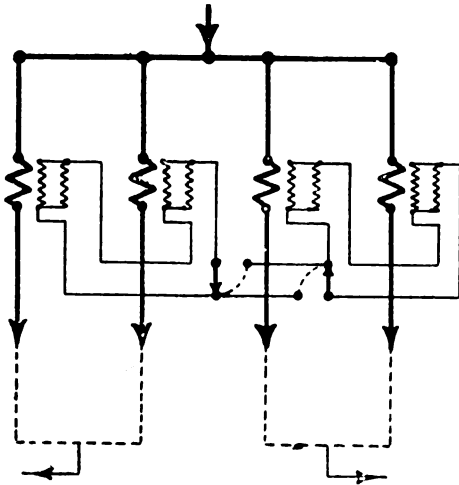


Fig. 14.

Anche col selettore Modigliani, del resto, è possibile la formazione di più gruppi indipendenti solo raggruppando le linee contigue. L'alberello di collegamento dei vari ruotismi ha infatti dei giunti facilmente amovibili fra linea e linea.

Si deve d'altronde notare che in pratica ben difficilmente si presenta la necessità di molti diversi raggruppamenti di un fascio di linee in parallelo.

5. - Conclusione.

La conclusione che si può trarre facilmente da tutto quanto siamo venuti esponendo, è che la protezione differenziale delle linee in parallelo non è problema facile, nè può dirsi ancora perfettamente risolto.

Tutti i sistemi usati e possibili sono infatti influenzati dalla posizione del guasto lungo la linea e possono non funzionare quando il guasto stesso si verifica nelle immediate vicinanze della stazione di partenza o di quella di arrivo.

Tutti i sistemi wattmetrici — i soli efficaci all'arrivo — sono soggetti alle limitazioni derivanti da eventuali eccessivi abbassamenti di tensione e da eventuali eccessivi sfasamenti delle correnti di guasto.

Tutti i sistemi, infine, soffrono dell'inconveniente comune alle protezioni differenziali in genere: la intempestività di funzionamento ⁽²⁾. Mentre essi non dovrebbero funzionare per qualsiasi corto circuito a valle della stazione ricevitrice (perchè il sovraccarico dovrebbe ripercuotersi identicamente su tutte le linee in parallelo) può accadere che in caso di gravissime sovracorrenti, per l'ineguale comportamento dei riduttori di corrente o dei relais sotto regimi così spinti di funzionamento, si creino delle correnti o delle azioni differenziali che provochino intempestivamente l'apertura di qualche interruttore. I rimedi, o meglio le precauzioni, sono quelli altra volta ricordati per le protezioni differenziali in genere.

Con tutto ciò, non pare dubbio che la protezione differen-

ziale delle linee, secondo i migliori degli schemi illustrati, non costituisca un notevole progresso, dal punto di vista selettivo, sulle comuni protezioni individuali a massima, e se essa anche solo riducesse di una percentuale le interruzioni generali di servizio, già varrebbe la spesa di adottarla. Certo, come per tutti gli automatismi, vale anche per questi sistemi di protezione l'osservazione che essi devono essere fatti bene: relais robusti, largamente dimensionati, e dei tipi migliori, circuiti montati con grande cura e con esuberanza di isolamento, ecc. Senza di che i dispositivi di protezione possono fare più male che bene.

Ed è forse all'inosservanza di questa regola, alla poca cura nella scelta e nel montaggio degli apparecchi, che si deve la sfiducia sistematica, molto spesso e volentieri manifestata dai nostri tecnici verso « le inutili complicazioni » dei sistemi di protezione; mentre è fuori di dubbio che solo con un automatismo *ben fatto* si può conseguire quella sicurezza e rapidità di intervento che nessun personale potrà mai raggiungere e che è indispensabile alla sicurezza del funzionamento di un impianto.

LE CARATTERISTICHE ED I VANTAGGI DELLA PROTEZIONE ULTRA RAPIDA SU TUTTE LE RETI A CORRENTE CONTINUA, CON SPECIALE CONSIDERAZIONE DELLE LINEE DI TRAZIONE AD ALTA TENSIONE

L. LACCETTI

della Compagnia Generale di Elettricità



Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell' A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

L'aumento continuo delle tensioni di esercizio e delle potenze delle macchine a corrente continua ha messo in prima linea il problema della protezione delle macchine e degli impianti.

Problema evidentemente molto complesso e che richiede per la sua soluzione una perfetta conoscenza delle cause fondamentali che producono gli accidenti contro i quali si vuole ottenere la suddetta protezione.

Non è il caso di fare qui l'esame dettagliato di tali cause per dedurne i rimedi; perchè ciò mi obbligherebbe a dare a questa memoria un'estensione eccessiva e a deviare notevolmente dall'argomento principale da trattare.

Nella presente memoria mi propongo di accennare rapidamente al fenomeno della formazione della fiammata nelle macchine a c. c., ai mezzi coi quali esse venivano protette prima della costruzione dell'interruttore ultra-rapido, e di fermarmi invece più a lungo sui concetti fondamentali sui quali questo è basato e sul modo nel quale essi vengono in pratica attuati.

In alcune circostanze speciali si verificano sulle macchine a corrente continua, degli archi violenti e persistenti attorno al collettore, sia fra porta-spazzole di diversa polarità, sia fra porta-spazzole e la massa della macchina. Questi archi violenti, costituiscono quello che con termine inglese, viene denominato *flash* e con parola nostra possiamo chiamare *fiammata*.

Sul modo nel quale questi archi si formano e si propagano vi sono varie spiegazioni più o meno convincenti, ma che hanno in comune alcuni canoni fondamentali che possono servire di base al nostro ragionamento.

Le molteplici cause che portano alla formazione del *flash* possono raggrupparsi intorno a due principali, verificandosi una delle quali diventa inevitabile lo sviluppo del fenomeno di cui stiamo occupandoci.

Esse sono: tensione elevata fra lamelle del collettore, per la quale esiste un valore critico che non deve essere sorpassato; oppure alta intensità di corrente che ha pure un suo valore critico egualmente pericoloso.

Importante è anche il fattore *tempo*, cioè la *durata* d'ap-

⁽¹⁾ Vedasi in proposito BARBAGELATA e SOLDINI - *Elettrotecnica*, 15 agosto 1926.

⁽²⁾ BARBAGELATA: *Elettrotecnica*, 25 settembre 1925, § 16.

plicazione di questi valori critici, come vedremo meglio in seguito.

Estendendo le predette considerazioni, possiamo dire che la formazione del « flash » è il risultato dei fenomeni transitori che si verificano quando si abbia una variazione brusca di una delle due variabili, corrente e tensione, che determinano il regime della macchina.

Indipendentemente da queste cause fondamentali, hanno la loro importanza le caratteristiche inerenti alla costruzione e al funzionamento della macchina, specialmente quelle da cui dipende il fenomeno fondamentale della commutazione.

Comunque sia, una volta stabilitosi l'arco fra spazzola e segmento, qualora esso abbia sufficiente volume, i vapori prodotti in conseguenza costituiscono un cammino di bassa resistenza fra i vari segmenti e da spazzola a spazzola, attraverso il quale cammino può passare una forte corrente. Questa massa di vapori è trascinata dal collettore nel suo movimento di rotazione e, se si mantiene per un tempo sufficiente perchè la lamina del collettore da cui l'arco è partito arrivi sotto la successiva linea di spazzole, la fiammata sarà inevitabile.

Tracciato così rapidamente il fenomeno nel suo insieme, dati i gravi danni che da esso derivano, era naturale che si studiassero col massimo interessamento i mezzi più acconci per difendersi da questo fattore distruttivo. Tali mezzi comprendono:

a) Dispositivi montati sulla macchina stessa e il cui scopo è di rendere inoffensivi — per quanto possibile — gli effetti della perturbazione che vi si producono, quali: uso di speciali porta-spazzole, barriere paraflamme intercalate fra linea e linea di spazzole, ed anche a protezione dell'avvolgimento d'indotto e fra le raggiere portaspazzole e i supporti.

b) Protezioni indipendenti dalla macchina, aventi per oggetto di limitare l'importanza delle perturbazioni stesse.

A questo riguardo, è noto che per lungo tempo è stata pratica Standard di attaccare i feeders, specialmente quelli di trazione, a una sufficiente distanza dalla Sottostazione per assicurare una rilevante resistenza nel circuito e limitare il valore della corrente nel caso di corti-circuiti vicini alla Sottostazione stessa. Come pure è stato ed è ancora adottato l'altro provvedimento di aggiungere induttanza al circuito, per diminuire il campo di aumento di corrente nel corto circuito, in modo che un ordinario interruttore abbia tempo di scattare prima che la corrente raggiunga nella macchina un valore tale da produrre la fiammata.

La protezione principale, evidentemente, è data dall'interruttore di cui vi sono vari tipi aventi tutti in comune la caratteristica di iniziare l'apertura del circuito in un intervallo di tempo che varia da 0,15 a 0,20 secondi.

Però nuove e più recenti circostanze hanno indirizzato gli studi verso più perfetti dispositivi, sui quali mi propongo appunto di fermarmi. Tali circostanze sono, come accennavo in principio, l'impiego di macchine a corrente continua di rilevante potenza, veloci e con elevate tensioni (1500-2400-3000 volt), circostanze che, ad esempio nelle convertitrici, sono particolarmente gravi, data la delicatezza insita nella costituzione di questo tipo di macchina.

Naturalmente il progetto di tutte queste macchine viene eseguito con la massima cura e vengono impiegati tutti gli accorgimenti suggeriti dalla teoria e dall'esperienza. Ma la protezione principale andava cercata all'infuori della macchina ed essendosi constatato che i sistemi di protezione preventivamente impiegati non erano sufficienti, si dedusse la necessità di studiare qualche cosa di nuovo per mettersi nelle condizioni di eseguire impianti adoperando i nuovi tipi di macchine, con tutte le necessarie garanzie di sicurezza.

Si è venuti così al concetto dell'interruttore ultra-rapido. Prima di iniziarne lo studio sarà bene riassumere alcuni principi generali che ci faciliteranno la comprensione dei concetti essenziali sui quali questo tipo d'interruttore è basato.

Anzitutto è evidente che è più difficile evitare lo scintillamento con carichi varianti rapidamente che con carichi varianti gradatamente; però se il carico improvviso ha una durata brevissima, lo scintillio alle spazzole, pure iniziandosi, può non avere quell'insistenza e quel volume necessari perchè esso si trasformi in fiammata. Si può quindi stabilire che:

Il valore del carico che produce la fiammata, quando applicato improvvisamente (corto circuito), è una funzione del tempo necessario per portarlo via. *Quanto più presto il circuito è aperto, tanto più alto potrà essere il valore della corrente che non causerà la fiammata.*

Se, ad esempio, con un interruttore ordinario, che comincia ad aprirsi in secondi 0.15 vi è un certo carico massimo che non può essere superato senza che si formi la fiammata,

con un interruttore ultra-rapido, che operi in 0,005 di secondo, le macchine più sensibili (come ad esempio le convertitrici a 60 periodi per trazione) possono essere cortocircuitate senza produrre il « flash ».

Questo è un primo concetto importantissimo da tenere ben presente nell'impostazione del problema da risolvere.

Collegando questo concetto coll'altro già accennato, del trasporto dell'arco da una linea di spazzole all'altra, è chiaro che se il circuito viene rotto e l'intensità di corrente riportata a un valore nullo o normale, prima che una lamella del collettore, che abbandoni la linea di spazzole da cui nasce lo scintillamento, abbia raggiunto la linea di spazzola successiva, la protezione ottenuta è praticamente sufficiente anche contro il corto circuito.

Altro principio cardine è il seguente:

La legge secondo la quale, nel caso di un accidente (il peggior del quale è il corto-circuito) avviene l'aumento di corrente, è data dalla nota espressione:

$$i = f(t) = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L} t} \right)$$

il valore di $\frac{L}{R}$ costante di tempo, dipendendo dalla qualità del contatto accidentale, dalla sua distanza dalle generatrici, dal coefficiente di selfinduzione del circuito.

Inoltre, elemento essenziale da considerare, sempre in questo ordine d'idee, è la *velocità* con cui avviene questo aumento di corrente durante l'accidente considerato: la teoria e l'esperienza dimostrano che l'accrescimento è così rapido che l'intensità della corrente non solo raggiunge il valore per il quale l'interruttore, sia pure del tipo ultra-rapido, è stato tarato, ma lo sorpassa di parecchie volte. Difatti la corrente subisce dall'inizio dell'apertura del circuito, per mezzo di un interruttore, sino al completo esaurimento dell'accidente, una variazione di valori che così possono sintetizzarsi:

1°) All'inizio l'intensità della corrente cresce rapidamente secondo la legge sopradetta e raggiunge il valore per il quale l'interruttore è regolato.

2°) Però l'interruttore non si apre subito; vi è un ritardo, dovuto all'inerzia delle masse, prima che l'interruttore cominci ad aprirsi.

3°) I contatti si distaccano e s'innescia un arco; la resistenza del circuito aumenta, l'intensità di corrente continua a crescere ancora.

4°) Questa intensità raggiunge il massimo suo valore poi decresce.

5°) L'arco si spegne, l'intensità si annulla o ripiglia il suo valore normale di servizio, se l'interruttore è shuntato su una conveniente resistenza.

Vedremo successivamente la rappresentazione grafica di questa legge di variazione (figg. 3 e 4).

In dipendenza di questo concetto si può trarre la considerazione che: rendendo minimo il tempo in cui l'intensità di corrente raggiunge il valore di regolazione dell'interruttore, nonché quello in cui raggiunge il valore massimo, si verrà a ridurre anche quest'ultimo, e ciò che più importa, vengono ridotte, ad esempio nel corto circuito, la potenza e l'energia totale sviluppate.

Sicchè, in conclusione, il fattore predominante nella risoluzione dell'importante problema è il fattore *tempo*; cioè occorre raccorciare fortemente i tempi di funzionamento dell'interruttore perchè ci si possa porre nelle condizioni richieste dalle precedenti considerazioni.

L'interruttore ordinario, per quanto perfezionato, non poteva creare il forte spostamento di valori che era richiesto, perchè esso, riferendoci ai tempi brevissimi (dell'ordine di centesimi e anche millesimi di secondo) nei quali i fenomeni che stiamo studiando accadono, presentava la caratteristica dannosa della *lentezza*.

E ciò perchè in tali tipi d'interruttore:

- a) l'apertura s'inizia con un forte ritardo;
- b) essa si completa in tempo relativamente lungo;
- c) egualmente lunga è la durata per l'estinzione dell'arco.

La soluzione trovata colla creazione dell'interruttore ultra-rapido rende minimi quest'inconvenienti, per cui, risalendo per la serie dei concetti esposti e delle considerazioni fatte, si arriva alla conclusione che per suo mezzo, si ottiene la protezione più efficace che si possa desiderare.

La figura 1 mostra sotto forma schematica le differenze essenziali fra le caratteristiche dell'interruttore ordinario e quello ultra-rapido.

Vediamo quali principi sono stati applicati e come sia stato possibile praticamente eliminare in gran parte gli inconvenienti rilevati sull'interruttore ordinario.

Per ovviare al primo occorre che la corrente principale provochi *direttamente* l'apertura dei contatti ove avviene la rottura del circuito, evitando l'impiego di relais, come negli interruttori ordinari.

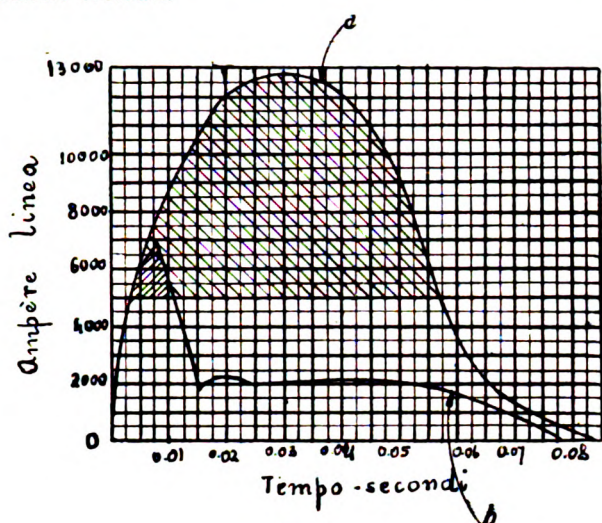


Fig. 1.

Al secondo inconveniente si deve ovviare rendendo minimo il numero dei pezzi in movimento e il momento d'inerzia dell'equipaggio mobile, stabilendo una breve corsa di apertura e facendo le molle di apertura potenti; lo sganciamento della parte mobile deve avvenire direttamente senza intervento di un'azione meccanica.

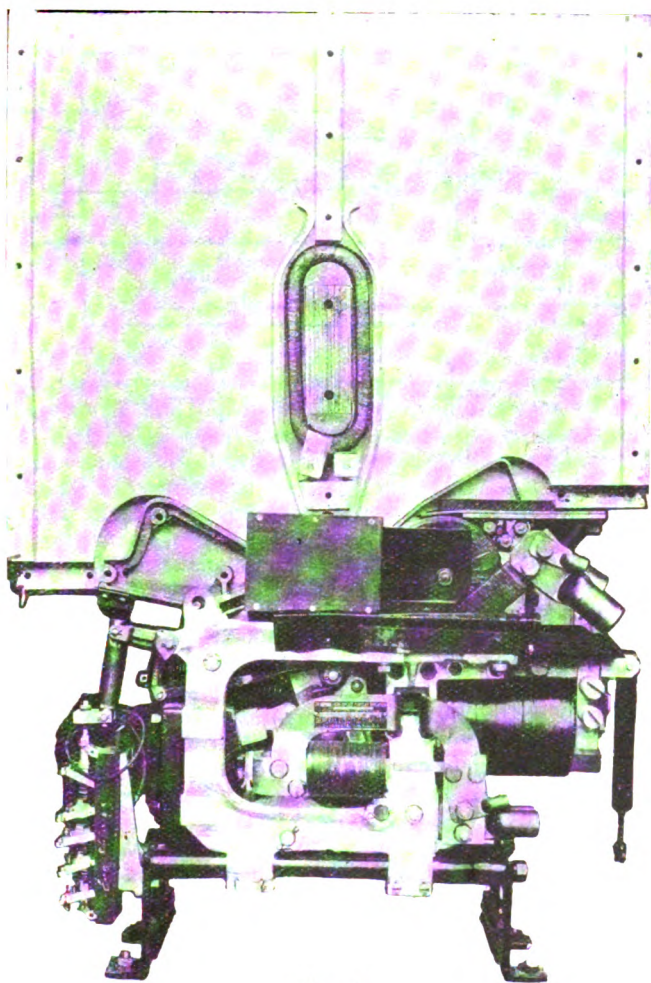


Fig. 2.

Il terzo inconveniente si può ovviare usando un dispositivo per la soffiatura dell'arco, molto potente, in modo da estenderlo rapidamente, a malgrado del lieve intervallo d'apertura dell'apparecchio; perciò: la bobina di soffiamento deve essere in serie col circuito, per sicurezza ed economia; il circuito ma-

gnetico di soffiamento deve essere laminato, altrimenti lo stabilirsi del flusso è ritardato per effetto delle correnti parassite; il soffiamento deve eliminare l'arco in una sola direzione, possibilmente dal basso all'alto per ridurre lo spazio di protezione necessario.

Praticamente tutti questi requisiti sono stati realizzati nell'interruttore ultrarapido tipo *I R* di cui qui di seguito riproduco una fotografia (fig. 2).

La sua composizione è facile a comprendersi.

Esiste una *parte fissa* comprendente un contatto fisso e un circuito magnetico a forma di C eccitato da una bobina (che possiamo chiamare bobina di *tenuta*) percorsa da corrente continua a intensità costante. Una *parte mobile* costituita da una leva che porta l'armatura che chiude il circuito magnetico di tenuta e il *contatto mobile*. Delle potenti molle di apertura agenti su la detta parte mobile.

Si vuole che il contattore (armatura ed espansione del suddetto circuito magnetico) si apra da sé quando la corrente traversante i contatti raggiunga una determinata intensità; per detto valore della corrente la coppia di *tenuta* deve diventare inferiore all'azione esercitata dalle molle.

Il problema è stato risolto in modo semplice ed elegante: si fa in maniera che il flusso creato dalla bobina di tenuta e attraversante l'armatura, venga fatto deviare dal suo percorso normale quando la corrente aumenti d'intensità, abbandonando così l'armatura che resta attirata dall'azione predominante delle molle. Tale spostamento di flusso si ottiene per mezzo di una speciale « *bucking bar* » percorsa dalla corrente principale o da una sua frazione. La fig. 3 fa comprendere come esso avvenga. Il dispositivo, veramente geniale, realizza una sicurezza di funzionamento quasi assoluta.

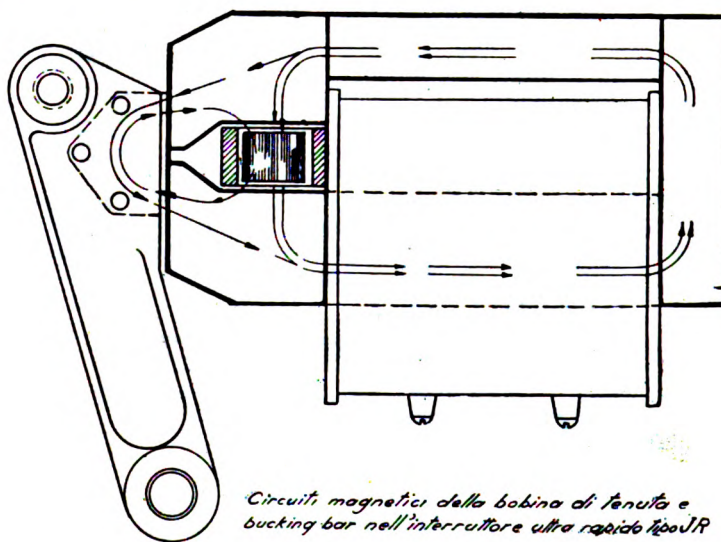


Fig. 3.

Per rendere minima la durata di apertura, occorre, come si è già detto, che il momento d'inerzia dell'equipaggio mobile sia molto ridotto, come pure ridotta, per quanto è possibile, sia la superficie fra i due contatti e breve sia la corsa di apertura. Questo si può fare dato il potente sistema di soffiamento adottato.

Infatti, per avere nell'aria, un potere di rottura elevatissimo con una corsa ridotta, il mezzo più pratico è quello d'impiegare un potente *soffiamento elettromagnetico*, le relative bobine sono percorse dalla corrente principale e la parte in ferro del circuito è eseguita in lamiera.

Quando la tensione della rete è uguale o superiore ai 1500 V, data l'elevata potenza che si sviluppa nel corto circuito, oltre al dispositivo di soffiamento principale, ve n'è un altro secondario, il quale serve a rompere l'arco che è nato fra i contatti e proiettato poi dall'alto in basso; la stessa corrente dell'arco eccita un circuito magnetico speciale per il soffiamento ausiliario, creando così un flusso supplementare che completa l'espulsione delle due parti dell'arco. Il cammino di quest'ultimo è poi diviso in parecchie camere parallele di lamiera refrattarie per evitare un deterioramento troppo rapido degli isolanti.

In sede di Congresso non è il caso di scendere ai dettagli di costruzione, alcuni dei quali sono veramente geniali, come ad esempio il sistema col quale, a mezzo di leve e di successivi cambiamenti di fulcri, si ottiene la chiusura elettromagnetica o

in caso eccezionale, a mano, dei contatti per rimettere l'interruttore nelle condizioni di funzionamento dopo una sua apertura.

Ma la caratteristica forse più importante, dal punto di vista dell'impiego, di questo tipo d'interruttore, è la *proprietà selettiva* da esso posseduta, sulla quale vale la pena di fermarsi brevemente.

Per comprendere bene questa proprietà è necessario accennare alla differenza che esiste fra la così detta *regolazione statica* e *regolazione dinamica* di un interruttore.

La prima si ottiene facendo crescere lentamente e gradatamente la corrente; quando questa abbia raggiunto un valore predeterminato l'interruttore si apre.

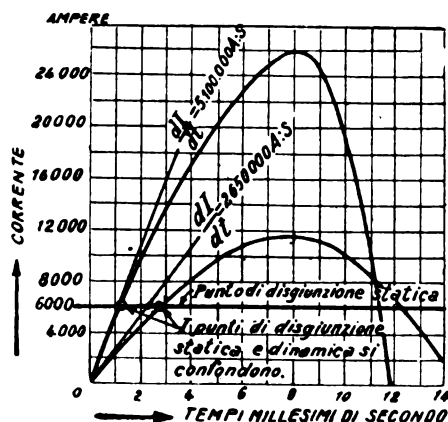


Fig. 4.

La seconda si ha quando l'accrescimento del carico avviene in modo rapidissimo e con valori rilevanti, come ad esempio, nel caso di corti circuiti.

La regolazione che deve allora praticarsi è valevole soltanto per una determinata caratteristica di variazione del carico, cambiando la quale deve essere variata la regolazione dell'interruttore. Questa costituisce la *regolazione dinamica*.

Premesso questo, se alla « bucking bar » viene aggiunto uno *shunt induttivo*, per la regolazione statica la ripartizione della corrente totale avverrà in rapporto inverso delle resistenze.

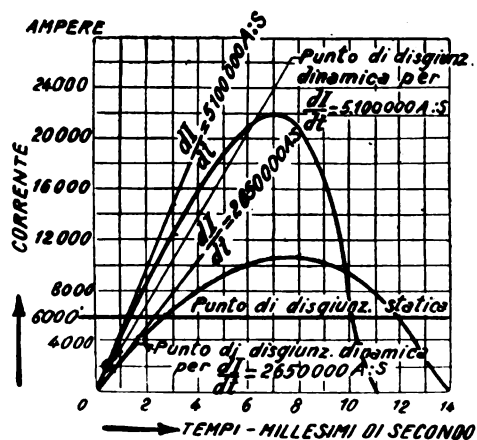


Fig. 5.

Qualora, invece, vi sia un accrescimento rapido della corrente, la ripartizione sarà diversa. La frazione traversante la bucking bar sarà proporzionalmente tanto maggiore e quella traversante lo shunt induttivo proporzionalmente tanto più piccola, quanto maggiore sarà l'accrescimento della corrente $\frac{di}{dt}$, dove i come detto è:

$$i = f(t) = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L} t} \right)$$

Si constaterà, dunque, per una data regolazione statica, che nel caso di un aumento lento della corrente, l'interruttore comincerà ad aprirsi quando la corrente avrà raggiunto il valore così fissato; nel caso, invece, d'un accrescimento rapido della corrente, l'interruttore comincerà ad aprirsi prima che detta intensità sia raggiunta. L'inizio dell'apertura avverrà per un valore tanto più basso quanto più grande sarà l'accrescimento della corrente (fig. 5).

Lo shunt induttivo conferisce quindi all'interruttore delle qualità selettive preziosissime.

Supponiamo, ad esempio, un circuito protetto da due interruttori extra-rapidi, connessi in serie, entrambi regolati per la stessa intensità di corrente, in caso di lento aumento della stessa (regolazione statica); ma uno utilizza uno shunt molto induttivo, l'altro uno shunt poco induttivo; se il carico si stabilisce lentamente i due interruttori si apriranno insieme; ma, in caso di accidente, se l'intensità aumenta rapidamente, l'interruttore munito di shunt molto induttivo diviene più sensibile dell'altro e si aprirà per il primo. Se l'accrescimento non è estremamente rapido, esso potrà nondimeno terminare la sua apertura prima che la corrente capace di provocare l'apertura del secondo sia raggiunta. Si sarà così ottenuta una regolazione selettiva che permette di assegnare un ordine di successione di apertura di parecchi interruttori in caso di accidenti. Le figure 4 e 5 mostrano la differenza fra due interruttori, non munito, l'uno di shunt induttivo, provvisto l'altro di tale shunt.

Questa regolazione selettiva viene molto vantaggiosamente applicata in una rete di trazione, ove è possibile, per mezzo di parecchi interruttori muniti di shunt induttivi diversi, di realizzare un sistema tale che ogni interruttore non sia sensibile che al corto circuito praticato su di una zona particolare della rete servita.

Si intuisce così che, operando sugli elementi che costituiscono questo tipo di interruttore ultra-rapido (bucking bar, shunt induttivo, tensione di eccitazione della bobina di tenuta) si possano ottenere tutti i risultati desiderati per una efficace e logica protezione delle reti e delle macchine.

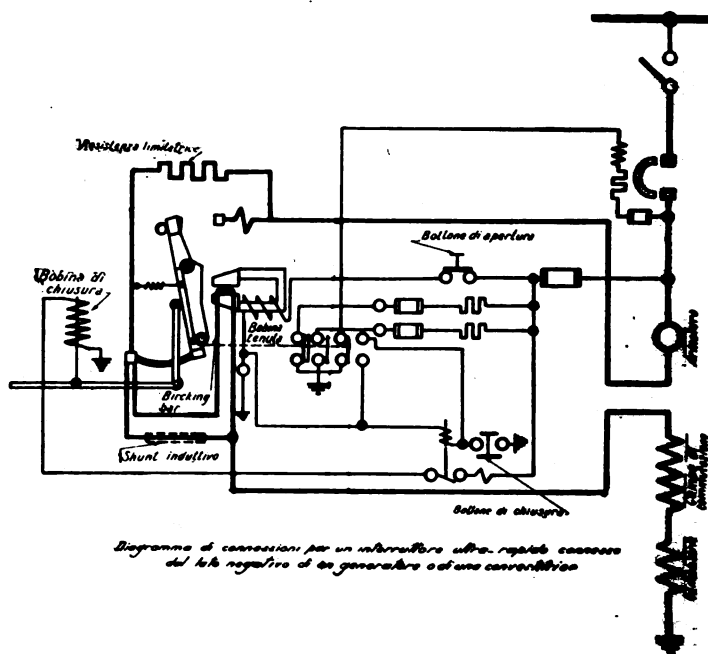


Fig. 6.

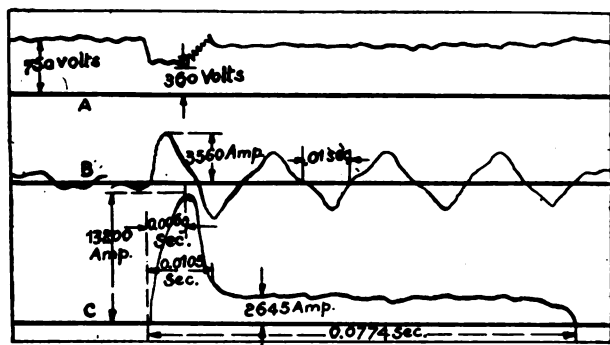
Per quanto riguarda l'impiego dell'interruttore ultra-rapido, esso serve per proteggere generatori a corrente continua, gruppi motore generatore, convertitrici, motori e feeders. Quando viene messo a protezione di gruppi o di convertitrici, di solito esso è inserito nel lato negativo, lasciando in quello positivo un interruttore che può essere del tipo normale.

Si può usare anche un interruttore ultrarapido nel lato positivo disposto in modo da proteggere la macchina dalla corrente di ritorno, dando così la massima protezione all'impianto. Usando questo tipo d'interruttore nel lato positivo, l'apertura di quello negativo viene fatta su di una resistenza di tale valore da limitare la corrente dal 100 % al 300 % del suo valore normale per un breve tempo, cioè soltanto che si apra l'interruttore positivo che è elettricamente connesso con quello negativo.

La figura 6 mostra schematicamente come sono disposte le cose nel caso generale d'un interruttore posto sul lato negativo d'un generatore o di una convertitrice.

Per la protezione di motori, l'interruttore è inserito nel lato positivo; per la protezione di feeders, l'interruttore è connesso direttamente nel feeder e apre il circuito di questo se si verifica un forte sovraccarico oppure un corto circuito; come detto in precedenza la velocità di apertura dei diversi interruttori sono tali che in caso di un accidente in uno dei feeders la con-

tinuità del servizio negli altri non ne viene per nulla turbata. Le figure 7 e 8 rappresentano due oscillogrammi ottenuti nel caso di corto-circuiti verificatisi su di una convertitrice e un feeder protetti da interruttori ultra-rapidi tipo I R.



Carlo circuito su di una convertitrice 1000 Kw. 750 volt protetto da un interruttore ultra rapido, da flash barriers e resistenza limitatrice

Fig. 7.

Il tipo d'interruttore ultra rapido del quale ho dato un rapido cenno è in uso corrente in America da qualche anno con pieno successo. Anche qui da noi esso è stato sperimentato su qualche linea per trazione ad alta tensione (2000-2200 volt) ove sono stati eseguiti di proposito parecchi corto circuiti netti, succedentisi a brevissimo intervallo l'uno dall'altro, senza che si verificasse il benchè minimo danno alle macchine.

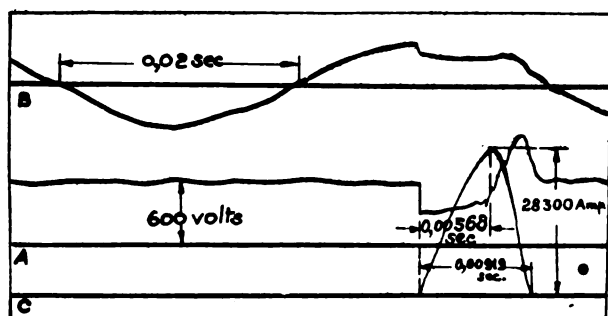


Fig. 8.

Interruttori di questo tipo sono in funzione sulla linea recentemente messa in esercizio Intra-Premeno e verranno installati anche nell'impianto della Benevento-Foggia.

Altri tipi di interruttori simili a quello sul quale mi sono fermato sono stati ideati e vengono costruiti; potranno variare i dettagli di costruzione come pure i principii in base ai quali i singoli dispositivi sono stati adottati, ma i concetti fondamentali non potranno variare di molto da quelli che io ho riassunti nella presente memoria.

BIBLIOGRAFIA

- High speed circuit breakers, type I R, General Electric Company.
 New Type of high, speed circuit breaker by I. F. Trittle. - General Electric Review, 1920.
 The high speed circuit breaker in Railway feeder Networks by J. W. Mc. Nairy.
 Protection from flashing for D. C. Apparatus by J. J. Linebaugh and J. L. Burnham.
 Revue Générale de l'Electricité, anni 1923, 1924, 1925, 1926.

L'ISOLAMENTO DEGLI AVVOLGIMENTI

GINO REBORA



Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell'A. E. I.
 Brescia - Settembre 1926

1. - Disposizione e funzione dell'isolante.

L'isolamento degli avvolgimenti delle macchine a corrente alternata (alternatori-motori-regolatori, ecc.) va considerato sotto tre aspetti ben distinti:

- a) Isolamento tra rame e ferro (spessore x , fig. 2).
- b) Isolamento tra rame e rame di conduttori vicini della stessa zona (spessore y , fig. 3).
- c) Isolamento tra connessioni frontali che si intersecano appartenenti alla stessa fase od a fasi diverse.

*

Si deve riconoscere che dei tre isolamenti a , b , c , solo il primo (a) viene oggi di fatto sistematicamente controllato nelle prove (vedi Norme). Degli altri di solito non si parla e nulla è prescritto in proposito.

Senonchè l'esperienza ha mostrato che i difetti più gravi si verificano proprio nell'isolamento fra conduttori vicini di una stessa zona (b).

Nella Memoria presentata al Congresso di Napoli ottobre 1925, « La osservazione dei fenomeni che minacciano gli impianti elettrici » ho segnalato il fatto illustrandolo con rilievi sperimentali e proponendo adeguate condizioni di prova.

Ho in seguito continuato gli studi su molte zone di macchine, specie di alternatori, prodotte in questi ultimi 25 anni da fabbricanti diversi, analizzando la natura, la disposizione, lo spessore degli isolanti.

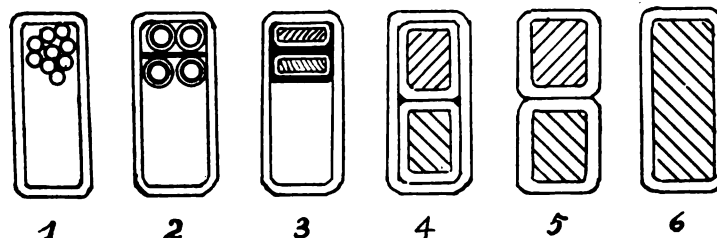


Fig. 1.

La fig. 1 presenta le combinazioni-tipo più comuni.

- 1) I fili ricoperti di cotone, posti alla rinfusa, sono isolati dal ferro da un involucro.
- 2) I fili ricoperti di cotone, sono ordinati con cura ed isolati strato per strato con spessori adatti. Un involucro isolante li separa al solito dal ferro.
- 3) Le piattine sono bene isolate l'una dall'altra e poi tutte insieme verso ferro.
- 4) I conduttori si riducono a due fortemente isolati tra loro, indi insieme contro ferro. La dimensione del rame obbliga già per ragioni esecutive, ad un forte e robusto isolamento individuale.
- 5) I due conduttori portano ciascuno per proprio conto, tutto l'isolamento contro ferro. L'isolamento tra rame e rame diviene così esuberante.
- 6) Il conduttore è unico e rivestito dell'isolamento necessario contro ferro.

2. - Isolamento a (tra rame e ferro).

Il diagramma fig. 2 lascia individuare una netta striscia comprendente i valori adottati per x in funzione della tensione di esercizio della macchina.

La curva 1 corrisponde a macchine più vecchie con isolamento completamente in tessile. La curva 1 segue piuttosto l'andamento dei nuovi isolamenti in mica, a cui oggi si tende.

Si nota ad ogni modo una buona concordanza ed una certa armonia nei rilievi fatti.

Devo osservare che se x è la distanza tra rame e ferro, lo

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

spessore effettivo di isolante potrà essere talora un po' minore di x a causa del giuoco esistente tra zona e pacco lamiera e per l'interposizione di cartoncino di mediocre effetto isolante nel caso di canali aperti e matasse estraibili.

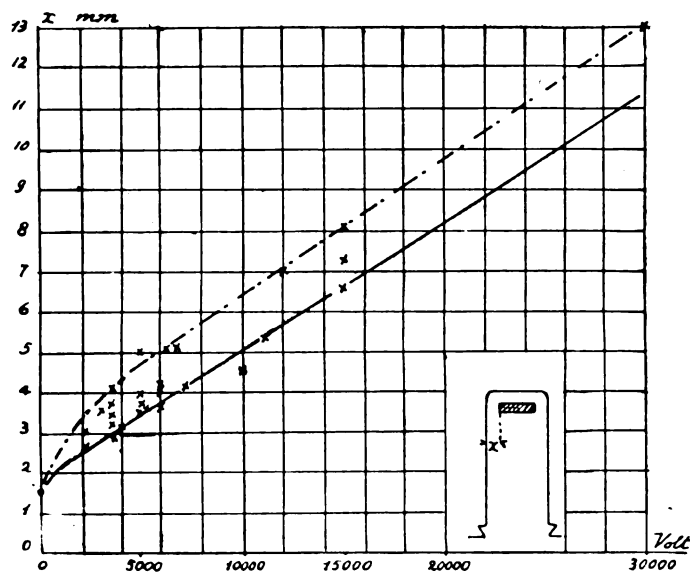


Fig. 2.

Il diagramma conferma anche la norma pratica che assegna ad x il valore minimo di mm. 1,5 per quanto bassa sia la tensione.

Certo il valore numerico di x non va preso in senso assoluto ma va integrato colla esecuzione accurata e col buon materiale.

Prova. — Il valore della tensione di prova pari a $2E+1000$ delle Norme corrisponde abbastanza bene alle esigenze reali di funzionamento.

3. - Isolamento b (tra rame e rame) fig. 3.

E' questo il punto critico degli avvolgimenti sia nell'interno dei canali, sia lungo le testate esterne dove anche per ragioni costruttive è talora meno facile garantire un buon isolamento. Si direbbe che mentre l'isolamento a ha costituito sin qui l'unica preoccupazione dei Tecnici ed il controllo sistematico delle prove ha costretto a seguire una via ben determinata, per l'isolamento b invece si è proceduto, almeno in molti casi, senza una visione fisica chiara, impiegando gli isolamenti che praticamente si potevano applicare, tanto più sottili e scarsi quanto minore riusciva lo spazio disponibile.

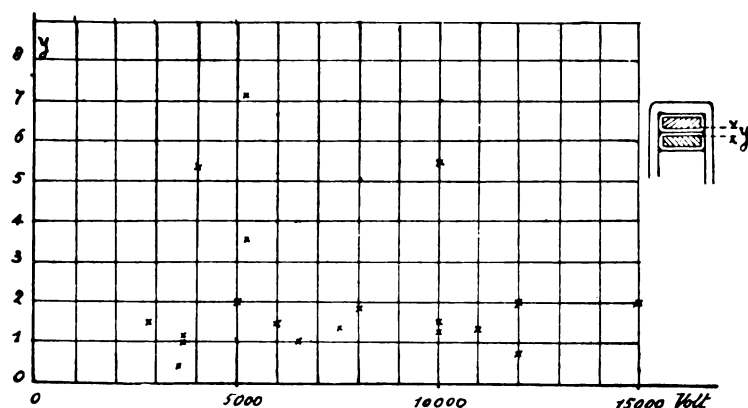


Fig. 3.

Il diagramma fig. 3 mette in evidenza la mia affermazione. Si notano valori disparatissimi, compresi tra 0,4 e 7 mm. che non si prestano ad alcuna utile conclusione. Conviene però notare che i punti più alti del grafico fig. 3 corrispondono a matasse del tipo 4-5 (fig. 1) dove lo spazio disponibile per l'isolamento è grande o dove l'isolante tra rame e rame diviene per ragione di cose addirittura doppio di quello tra rame e ferro.

Anche qui occorre rammentare che il valore numerico di y (fig. 3) non dice tutto, ma è da ritenersi solo quale parametro

indicativo poichè con pari spessore si può giungere ad un ottimo o a un pessimo isolamento tra rame e rame. L'uso di mica, di vernici e compound adatti la esecuzione — soprattutto — delle fasciature e della separazione efficace ed accurata tra sbarra e sbarra hanno influenza decisiva.

Talora l'isolamento buono tra rame e rame lungo il canale diventa insufficiente fuori, nelle testate, quasi che il pericolo di corto circuito finisse all'uscita del pacco lamiera.

La deficienza di isolamento b , troppo spesso lamentata, non è avvertita in Fabbrica non essendo a tale scopo prescritta alcuna prova sistematica.

La manchevolezza è purtroppo segnalata più tardi in servizio. Senonchè essa, a distanza di tempo, mascherata da altri fatti viene spesso attribuita a cause difficili a precisarsi e qualche volta anche del tutto immaginarie.

Prova. — Io ripeto qui la proposta già fatta. Consigliando di applicare una tensione almeno pari a quella di macchina (e forse anche 10.000 V come minimo) per un minuto tra due conduttori vicini di uno spezzone di zona.

Purtroppo manca oggi il mezzo di controllare l'isolamento tra i conduttori vicini a macchina montata.

Ma la prova fatta sopra uno spezzone preso a caso fornisce già un buon elemento di giudizio.

4. - Isolamento c (tra le connessioni frontali intersecantesi.)

Non offre di regola particolari difficoltà.

I tipi di avvolgimento a matasse con una zona per canale si sono mostrati sufficienti da questo punto di vista, giovando in tale caso gli spazi d'aria tra le testate delle connessioni o tutto al più leggere fasciature.

Le testate frontali in rame *nudo*, vantaggiose per il raffreddamento diedero qualche noia ed oggi esse sono abbandonate dai costruttori più prudenti.

Più cura richiede l'isolamento fra le teste degli statori dei turbo e negli avvolgimenti a due zone per canale nei quali tratti appartenenti a fase diversa sono a contatto fra loro.

Prova. — Applicare tra le fasi (separate) 1,5 E per un minuto.

E) tensione di linea.

5. - Conclusione.

Rivolgere la massima cura all'isolamento tra rame e ferro impiegando materiali che garantiscano alla macchina una lunga vita.

Provare l'avvolgimento tra rame e ferro a $2E+1000$ V per 1 minuto (secondo le Norme).

Studiare nel modo più diligente l'isolamento tra rame e rame di conduttori vicini sia lungo il pacco lamiera sia sulle testate esterne.

Provare uno o più campioni (zona tagliata) applicando tra conduttori vicini almeno la tensione di macchina E . Probabilmente da adottarsi un minimo di 10.000 V per un minuto. Per questo valore converrà raccogliere ancora qualche elemento sperimentale.

Verificare l'isolamento tra le connessioni frontali mediante una prova tra le fasi (separate) ad almeno 1,5 E per un minuto.

Il materiale d'isolamento deve resistere per anni al regime di temperatura della macchina.

Considerazioni analoghe possono svolgersi per gli avvolgimenti a corrente continua.

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,— per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.

LA TEMPERATURA DI REGIME DEGLI AVVOLGIMENTI

GINO REBORA



Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell' A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

La valutazione della temperatura di un circuito elettrico mediante due misure di resistenza a freddo ed a caldo è di uso generale e le Norme stesse la prescrivono in molti casi.

Giova però mettere in evidenza le manchevolezze di questo metodo.

1. - Limitazioni sperimentali.

Il metodo è facilmente applicabile agli avvolgimenti percorsi da corr. continua, quali gli induttori fissi o ruotanti di macchine a corr. cont., ed alternata. Lo si applica anche ai circuiti indotti (c. c. o alternata) ma per effettuare la misura di resistenza a caldo occorre attendere che la macchina sia completamente ferma. Siccome il tempo che intercede tra la soppressione del carico è sempre notevole, specie per le macchine di una certa potenza e la ventilazione intanto aiuta efficacemente il raffreddarsi degli avvolgimenti, così la determinazione della temperatura in simili casi viene del tutto infirmata. Si può dire che il metodo riesce inapplicabile per i circuiti indotti di grosse macchine. In ogni caso conviene tracciare la curva di raffreddamento basandosi sulla lettura di un termometro ed estrapolare poi la misura fatta coll'incremento di resistenza.

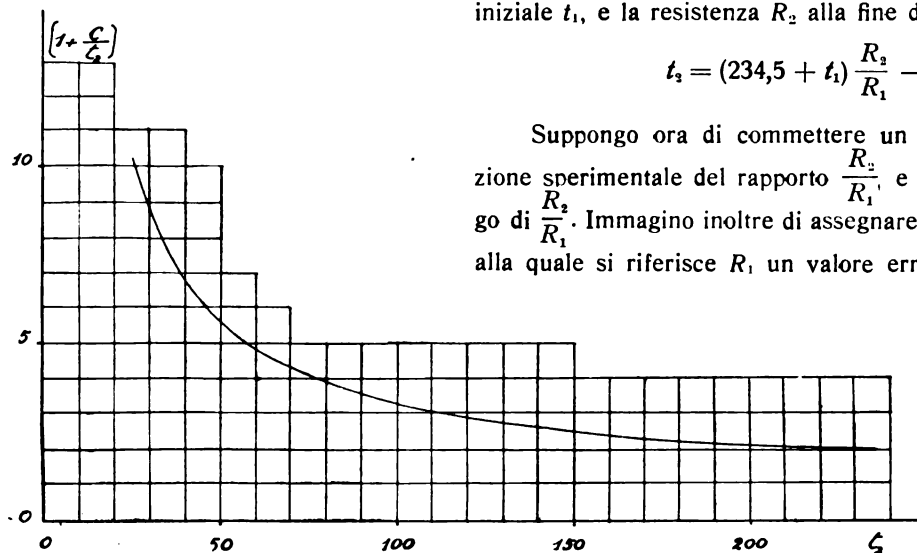


Fig. 1.

Per i trasformatori (specie se grandi ad alta tensione) la forte induttanza del circuito complica la prova ritardando la misura in attesa dello stabilirsi del regime della corrente di misura, il che richiede spesso molti minuti. Frattanto la temperatura discende.

Una critica poi va fatta a quasi tutte queste determinazioni.

La temperatura rilevata coll'incremento di resistenza corrisponde alla media delle temperature lungo tutto l'avvolgimento e non alla massima che si ricerca.

La differenza tra la massima e la media può essere tanto grande da privare di significato i risultati ottenuti. Tale è il caso dei trasformatori a raffreddamento naturale in olio nei quali la temperatura differisce fortemente fra il basso e l'alto della cassa.

Lo stesso si riscontra nelle macchine colle testate degli avvolgimenti più raffreddate delle parti comprese nei canali, oppure in macchine dotate di non uniforme distribuzione d'aria.

Bisogna infine assicurarsi che la misura a freddo sia effettuata a temperatura ben precisa. Solo in una macchina lasciata lungo tempo inattiva in un ambiente costante la temperatura dell'aria che si assume come base della misura a freddo, coincide con quella dei suoi avvolgimenti.

2. - Misura delle resistenze.

Per quanto la misura di una resistenza non offra difficoltà particolari pure in questo genere di ricerche il problema non si presenta così semplice come si potrebbe credere. I metodi adottati sono parecchi ma non tutti sono in ogni caso soddisfacenti.

Mi limito ad elencarli:

a) *Misura con voltmetro ed amperometro.* — Gli errori di lettura non sono trascurabili specie con sorgenti di corr. continua poco stabili.

La misura a freddo ed a caldo va possibilmente fatta cogli stessi apparecchi. Utilissimo l'uso di un batteria d'accumulatori.

b) *Misura con un solo voltmetro.* — Rapidamente commutato sulla resistenza ignota e su un campione dello stesso ordine di grandezza messo in serie con essa. Si ottiene il valore della resistenza cercata con il semplice rapporto delle due letture.

La corrente deve mantenersi costante.

c) *Misura col Ponte.* — Il Ponte adottato spesso in Sala prove non è sempre di comodo uso nei collaudi di macchine in esercizio.

*

Difficoltà pratica grave nelle misure è la grande varietà di valori di resistenza presentati dalle diverse macchine ed anche dalle parti di una stessa macchina.

Ammesso di applicare il metodo della variazione di resistenza per determinare la temperatura finale di un avvolgimento voglio mostrare in quale misura l'errore che affetta il rapporto delle resistenze influisca sulla temperatura scopo della ricerca.

3. - Calcolo dell'errore.

La formula che dà la temperatura finale t_2 di un avvolgimento del quale si è misurata la resistenza R_1 alla temperatura iniziale t_1 , e la resistenza R_2 alla fine della prova è:

$$t_2 = (234,5 + t_1) \frac{R_2}{R_1} - 234,5$$

Suppongo ora di commettere un errore nella determinazione sperimentale del rapporto $\frac{R_2}{R_1}$, e di leggere $K \frac{R_2}{R_1}$ in luogo di $\frac{R_2}{R_1}$. Immagino inoltre di assegnare alla temperatura iniziale alla quale si riferisce R_1 un valore errato $K_1 t_1$ in luogo di t_1 .

In tali condizioni invece di giungere al valore esatto t_2 arriveremo ad una valutazione errata t_3 . Pongo $234,5 = C$

$$t_3 = (C + K_1 t_1) K \frac{R_2}{R_1} - C$$

$$t_2 = (C + t_1) \frac{R_2}{R_1} - C$$

$$\frac{t_3 + C}{t_2 + C} = \frac{(C + K_1 t_1) K \frac{R_2}{R_1}}{(C + t_1) \frac{R_2}{R_1}} = \frac{C + K_1 t_1}{C + t_1} K$$

$$t_3 = \frac{(C + t_1 K_1) K}{(C + t_1)} (t_2 + C) - C$$

L'errore ε in % sulla misura della temperatura sarà:

$$\varepsilon = 100 \frac{t_3 - t_2}{t_2} = 100 \frac{(C + K_1 t_1) K (t_2 + C) - C - t_2}{(C + t_1) t_2}$$

$$\begin{aligned}
&= 100 \frac{(C + K_1 t_1) K(t_2 + C) - C(C + t_1) - t_2(C + t_1)}{t_2(C + t_1)} \\
&= 100 \frac{(C + K_1 t_1) K(t_2 + C) - (C + t_1)(C + t_2)}{t_2(C + t_1)} \\
&= 100 \frac{(C + t_2)}{t_2} \left[\frac{K(C + K_1 t_1) - (C + t_1)}{(C + t_1)} \right] \\
\varepsilon &= 100 \frac{(C + t_2)}{t_2} \left[K \frac{(C + K_1 t_1)}{(C + t_1)} - 1 \right] \quad (1)
\end{aligned}$$

La (1) è la formula generale che permette di apprezzare l'entità dell'errore probabile.

Qualche semplice osservazione chiarirà meglio il valore numerico dell'errore stesso.

Noto infatti che il termine $\frac{(C + K_1 t_1)}{(C + t_1)}$ è assai prossimo ad

1. Basta sviluppare l'espressione per t_1 compreso tra 10° e 30° (caso pratico delle temperature d'ambiente) supponendo di commettere errori dal 1 % al 10 %. Il termine sopradetto tra limiti così estesi varia solo da 1,0004 a 1,011.

Si deduce da ciò che l'errore commesso su t_1 ha poca influenza sulla misura della temperatura t_2 .

La formula (1) si potrà scrivere allora:

$$\varepsilon = 100 \frac{C + t_2}{t_2} (K - 1)$$

Ma $100 (K - 1)$ è l'errore in % sulla misura del rapporto $\frac{R_2}{R_1}$ fra le due resistenze a caldo ed a freddo. Ponendo $100 (K - 1) = \varepsilon_1$ si ha:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \left(1 + \frac{C}{t_2} \right) \quad (2)$$

ε) errore in % nella misura della temperatura t_2 cercata.

ε_1) errore in % nella misura del rapporto $\frac{R_2}{R_1}$.

$C = 234,5$.

Esempio.

Sia $t_2 = 59^\circ$ $\varepsilon_1 = 2\%$

$$\varepsilon = 2 \left(1 + \frac{234,5}{59} \right) = 10\%$$

L'errore del 2 % sulla misura elettrica porta ad un errore del 10 % sulla temperatura.

Per avere un'idea dell'andamento degli errori col variare di t_2 e di ε_1 serve bene il diagramma fig. 1.

Siccome le misure ordinarie su avvolgimenti corrispondono a valori di t_2 compresi circa tra 50° e 100° così si vede a colpo d'occhio che l'errore in % nell'apprezzamento della temperatura a caldo è da tre a cinque volte l'errore fatto sul rapporto $\frac{R_2}{R_1}$. Il metodo quindi amplifica in modo notevolissimo l'errore elettrico.

Il diagramma fig. 1 dà per ogni valore di t_2 il coefficiente di amplificazione (ordinate).

L'errore diviene grandissimo per basse temperature e si attenua per le più alte.

Non va dimenticato che la legge qui adottata dell'incremento di resistenza in funzione della temperatura va limitata a $150^\circ \div 200^\circ$.

4. - Conclusione.

Viste le limitazioni sperimentali, le difficoltà di misure esatte, la entità degli errori difficilmente evitabili si deve concludere che la ricerca della temperatura di un avvolgimento a caldo mediante l'incremento della sua resistenza non può dirsi in generale soddisfacente. Restano le termocoppie, gli elementi termici, i termometri ordinari, tutto un campo di indagine aperto al tecnico.

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

LA VENTILAZIONE IN CIRCUITO CHIUSO COME MEZZO DI SICUREZZA NELLA PRA- TICA DELL'ESERCIZIO

A. BOSCHI



Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell'A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

Opportunità dell'impiego della ventilazione in circuito chiuso dal punto di vista della sicurezza e durata degli alternatori.

Risultati pratici tratti da impianti funzionanti: a) conferma delle temperature raggiunte in concordanza con quelle calcolate; b) esperienze sulla manutenzione; c) esperienza sulla sicurezza e semplicità dell'esercizio.

Discussione economica del sistema: recupero di calore, analisi degli elementi tecnici determinanti dimensioni e costo dei raffreddatori.

Breve cenno sull'applicazione dei raffreddatori ai trasformatori.

La ventilazione chiusa come mezzo di sicurezza.

Accanto agli svariatissimi apparecchi studiati e applicati per aumentare la sicurezza d'esercizio delle distribuzioni elettriche, accanto ai notevoli miglioramenti introdotti allo stesso scopo nelle macchine elettriche, è opportuno ricordare come efficacissimo mezzo per garantire la sicurezza d'esercizio delle centrali termiche, la ventilazione in circuito chiuso dei turboalternatori e delle altre macchine chiuse. Essa è tanto più importante in quanto si applica a macchine che conglobano potenze unitarie ingentissime, hanno una grandissima responsabilità nell'esercizio, e che d'altra parte, dovendo per le loro condizioni di funzionamento sfruttare al massimo grado le proprietà meccaniche ed elettriche dei materiali conservano una certa delicatezza, e richiedono le massime cure e le massime previdenze nell'esercizio. E risponde d'altra parte al concetto ultimamente affermato in proposito: di aumentare cioè il grado di sicurezza meccanica ed elettrica delle macchine e degli apparecchi di manovra e di protezione strettamente indispensabili, piuttosto che aumentarne il numero, giacché prolunga il periodo di piena efficienza e di maggiore robustezza elettrica degli alternatori. Ho di proposito considerata la ventilazione in circuito chiuso essenzialmente come un mezzo di sicurezza e di protezione giacché dei numerosi vantaggi che il sistema presenta è certamente questo allo stato attuale di applicazione il più importante. Rimando in proposito alla nota da me pubblicata sulla Rivista « Ingegneria » (1) nella quale accanto ai fondamenti teorici del sistema ne sono dettagliatamente analizzati i vantaggi e gli inconvenienti, tuttavia ricordo come dei vantaggi presentati, quelli riguardanti la comodità dell'esercizio (eliminazione dei canali di adduzione e scarico dell'aria ed eliminazione del rumore prodotto dalla ventilazione aperta) siamo al confronto del tutto secondari, quello del possibile maggior sfruttamento dell'alternatore aumentandone il raffreddamento con l'impiego di altri gas invece dell'aria nel circuito di raffreddamento non sia ancora praticamente risolto, e quello economico del recupero di calore sia in parte bilanciato dalla maggior spesa d'impianto ed appartenenza ad ogni modo alla discussione economica del sistema.

L'aumentata sicurezza e durata delle macchine, è dovuta alla possibilità di creare all'alternatore un ambiente proprio di funzionamento indipendente, almeno in grandissima parte, dall'ambiente esterno. E' il concetto universalmente ed indiscutibilmente applicato in tante altre macchine: ad esempio nei trasformatori elettrici nei quali appena si arriva a tensioni e potenze medie si crea per il raffreddamento un ambiente proprio costituito in generale dall'olio, e nelle caldaie nelle quali anche indipendentemente dal rendimento, nessuno penserebbe di scaricare il condensato per alimentare continuamente con acqua esterna ed aumentare così in modo enorme le incrostazioni. E si che gli avvolgimenti delle macchine elettriche non sono meno

(1) Ingegneria, Rivista tecnica mensile, febbraio 1926. Sulla ventilazione in circuito chiuso dei turboalternatori.

delicati dei tubi delle caldaie di fronte ai pericoli delle incrostazioni e dei depositi di materie estranee!

Questi pericoli sono troppo noti ai conduttori di centrali per dover spendervi molte parole. Non insisto su quello meno frequente se pur gravissimo, presentato dalle ceneri alcune volte fortemente magnetiche e conduttrici, o dai vapori acidi che possono venire aspirati nell'alternatore. Ma ricordo che il pulviscolo che normalmente si deposita nei turboalternatori anche se muniti di filtri, è tale da produrre oltre ai riscaldamento locali pericolosissimi, e le possibili messe a massa degli avvolgimenti, una diminuzione progressiva rilevante del raffreddamento generale di essi a causa della diminuita conducibilità e di conseguenza un invecchiamento precoce della macchina. Sono stati costruiti dei diagrammi di durata per i materiali isolanti in funzione della temperatura d'esercizio. Da quello di Steimetz e Lamme risulta per esempio, che variando questa da 118° a 109° C la durata dell'isolante per fili impregnati, aumenta da 1 a 5 anni di servizio. Naturalmente questi non possono essere dati assolutamente rigorosi, ma servono a dare un'idea almeno qualitativa dell'invecchiamento precoce che il deposito di pulviscolo può produrre. Sull'entità di tale deposito, rimandando alla tabella del Dott. Ing. Thielsch riportata nell'articolo succitato, ricordo come dato mediamente basso del pulviscolo contenuto nell'aria a valle dei filtri la cifra di 0,3 mg/m³ in base alla quale è facile calcolare la quantità aspirata dall'alternatore.

Nella normalità dell'esercizio rientrano pure l'umidità atmosferica che non è eliminata dai filtri e che è invece trascurabile nella ventilazione chiusa, e il pericolo d'incendio, tanto per cause interne, che esterne (filtri a secco) che la ventilazione in circuito chiuso elimina o riduce grandemente almeno negli effetti, (anche senza ricorrere al sistema radicale e di facile attuazione, dell'introduzione di acido carbonico nel ciclo di ventilazione al primo accenno di pericolo).

1.-risultati dell'esperienza.

Ricordato così brevemente il principale vantaggio del sistema è opportuno notare come l'esperienza che ormai dura da parecchi anni abbia pienamente confermato i principi teorici ed abbia dimostrato come l'esercizio ne sia semplice e sicuro.

In particolare sono cadute tutte le preoccupazioni che si avevano sulla semplicità d'installazione, e dell'esercizio, sulle temperature raggiunte, sui depositi e incrostazioni dei raffreddatori, e sulla quantità d'acqua necessaria. Secondo i dati riferiti da F. S. Bennett del Construction Engineering Department della G. E. C. (Power, fasc. 63), la G. E. C. stessa ha finora installato raffreddatori per una potenza di alternatori di quattro milioni di kVA; in Europa la sola G. E. C. di Bochum dal 1923 a oggi ne ha forniti per 1.500.000 kVA ed altri dati si potrebbero citare a dimostrare lo sviluppo notevolissimo del sistema in questi ultimi anni.

Analizziamo rapidamente i risultati di queste esperienze rispetto alle caratteristiche principali:

Temperature dell'aria e dell'acqua.

I risultati delle prove di collaudo di alcuni impianti che ho potuto raccogliere, mostrano un'assoluta rispondenza dei risultati ottenuti con le garanzie fornite in base al calcolo del raffreddatore, e indicano come si possa ottenere un ottimo raffreddamento dell'aria.

In particolare è da rilevare come si sia giunti con dimensioni del raffreddatore praticamente convenienti ad ottenere differenze minime di temperatura tra l'entrata di acqua fredda e l'uscita dell'aria raffreddata, differenze ridotte a 4° C e anche meno.

Questa cifra che basta da sola ad indicare l'alto grado raggiunto nella trasmissione del calore, ha speciale importanza per il nostro paese per il quale si potrebbe obiettare l'elevatezza della temperatura dell'acqua disponibile, specie d'estate. Essa dimostra che si può giungere a temperature d'acqua all'entrata di 25 ÷ 30° C senza oltrepassare la temperatura dell'aria raffreddata permessa dalle norme attuali. I raffreddatori normali della G. E. C. sono per esempio calcolati (sempre secondo il Bennet) per temperature d'acqua di 29 ÷ 30° C.

La tabella seguente rappresenta i dati misurati accanto a quelli garantiti per un impianto di raffreddatore G. E. A. per turboalternatore da 12.000 kVA mentre la fig. 1 rappresenta l'andamento delle temperature garantite e di quelle misurate riportate alle stesse temperature e portate dell'acqua di raffreddamento e alle stesse condizioni di carico.

	Dati misurati	Dati garantiti
Carico	kW 11400	12000
Portata d'acqua	m ³ /h 70	90
Temperatura dell'acqua all'entrata	Co 11,4	11
Temperatura dell'acqua all'uscita	» 22	—
» dell'aria raffreddata	» 17,2	19,2
» dell'aria calda	» 44,6	46,7
Differenza tra aria e acqua fredda	» 5,8	8,2
Calore asportato	kW 863	1000
Calore asportato	Cal/h 742000	860000

Risulta dalla tabella che malgrado la riduzione da 90 a 70 m³/h dell'acqua di raffreddamento, le temperature garantite sono state pienamente raggiunte ed anzi superate. La differenza tra

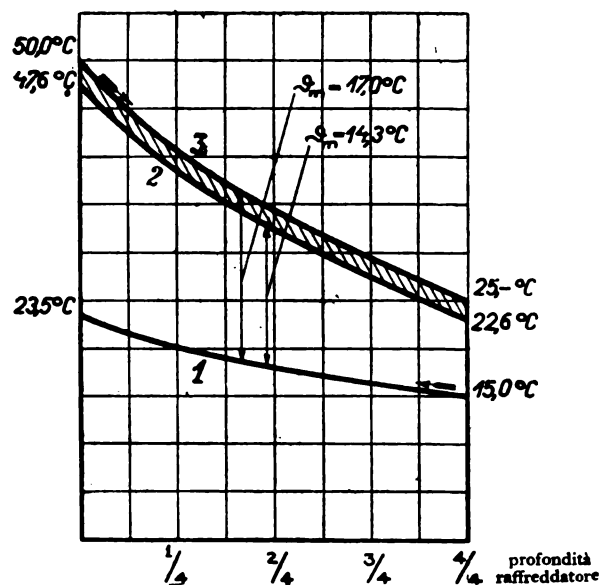


Fig. 1. — Diagramma delle temperature di un impianto da 12.000 kVA.

Curva 1 - Temperatura acqua.
2 - aria secondo le misurazioni.
3 - aria garantita.

le temperature dell'acqua e dell'aria fredda risulta di 5,8° C invece degli 8,2° C garantiti, ciò che dimostra una notevole maggior efficienza del raffreddatore, la cui espressione è: $W = F K t_m$ ove t_m differenza media delle temperature dell'aria e dell'acqua, dipende anche dalla temperatura all'uscita dell'aria. Per l'impianto in esame risulta dalla fig. 1 che a parità di condizioni risulta t_m misurato = 14,2° C invece dei 15,5° C garantiti.

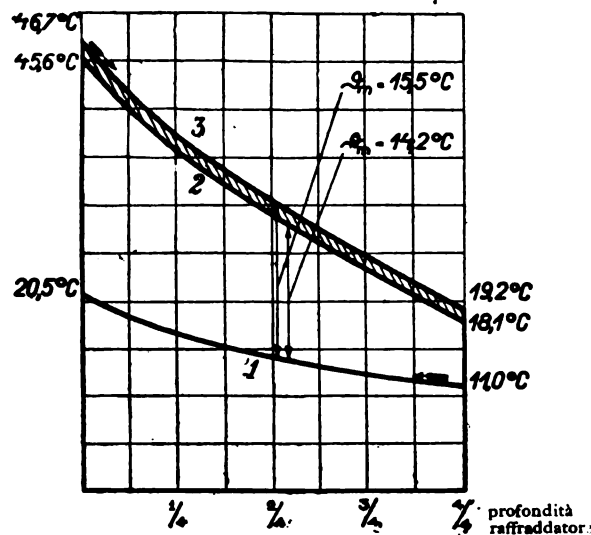


Fig. 2. — Diagramma delle temperature di un impianto da 15.000 kW.

Curva 1 - Temperatura dell'acqua.
2 - dell'aria secondo le misurazioni.
3 - dell'aria garantita.

Analogamente la fig. 2 e la relativa tabella riproducono i dati corrispondenti per un impianto G. E. A. per turboalternatore.

tore da 15.000 kW e se ne possono trarre le stesse deduzioni sulle temperature raggiunte.

	Dati misurati	Dati garantiti
Carico	17000	15000
Portata d'acqua	58,3	60
Temperatura dell'acqua all'entrata Co	10,5	15
» dell'acqua all'uscita ..	19,1	—
» dell'aria raffreddata ..	18,8	25
» dell'aria all'entrata nel raffreddatore ...	42,1	50
» dell'aria nell'alternat. »	46	—
Differenza tra aria e acqua fredda »	8,3	10
Calore asportato dal raffreddatore kW	583	600
» » » Cal/h	501380	515000

La figura 3 e la relativa tabella indicano gli stessi dati per un raffreddatore G. E. A. di kW 9800 previsto per fun-

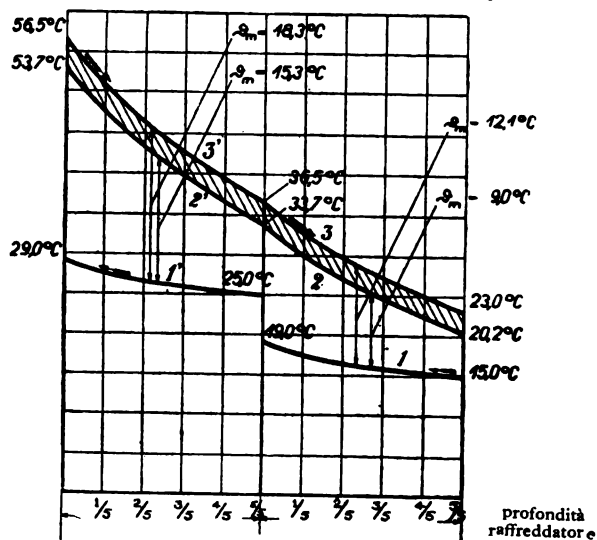


Fig. 3. — Diagramma delle temperature di un impianto da 9800 kVA.

Curva 1 - Temperatura dell'acqua esterna.
 2 - » dell'aria secondo le misurazioni.
 3 - » dell'aria garantita.
 1' - » del condensato.
 2' - » dell'aria secondo le misurazioni.
 3' - » dell'aria garantita.

zionamento per solo condensato o con condensato e acqua esterna in elementi completamente separati: il cosiddetto tipo di raffreddatore a gradini. Appare dal diagramma la diminuzione

	Dati misurati con condensato e acqua esterna	Dati misurati con solo condensato	Dati garantiti
Carico	9200	8000	9800
Portata acqua di raffreddam. . m ³ /h	42,8+27	39,4	47+27
Temperatura del condensato all'entrata Co	23	23,5	25
» del condensato all'uscita .. »	25	28,5	29
» dell'acqua esterna all'entr. »	11	—	15
» dell'acqua esterna all'uscita »	15	—	19
» dell'aria raffreddata	16	26	23
» dell'aria calda	37 C.	44	56
Calore esportato	—	230	340
Calore esportato	—	197000	292400

della t_m misurata rispetto alla garantita e la suddivisione del calore asportato dal condensato e dell'acqua esterna che risulta rispettivamente del 63,5 % e 36,5 %. Da notare in conseguenza che anche nel funzionamento misto il 63,5 % del calore è asportato dal condensatore e recuperato in energia elettrica con un rendimento globale che si può mediamente ritenere del 25 %. Considerando che dai dati garantiti (vedi tabella) tali perdite asportate dall'aria di ventilazione rappresentano il 3,46% della potenza dell'alternatore e quindi la parte asportata del condensato il 2,2 % risulta un recupero corrispondente al 0,55 per cento della potenza dell'alternatore, o, in altre parole un miglioramento del 0,55 del rendimento dell'impianto, in base

al quale è facile calcolare il risparmio di combustione in rapporto alle ore di servizio. Nella discussione economica del sistema è stato completato il bilancio economico per un caso analogo.

Manutenzione.

Rappresentava una delle maggiori preoccupazioni. Si temeva infatti che i depositi lasciati nei tubi dall'acqua di raffreddamento avrebbero in breve diminuito fortemente il coefficiente di trasmissione del calore così da rendere indispensabile la frequente pulizia o il ricambio dei tubi stessi.

Anche su questo punto l'esperienza ha pienamente rassicurato e l'elenco di impianti a pag. 537 basterà a togliere ogni preoccupazione in proposito.

Si tratta di impianti funzionanti da qualche tempo alcuni in servizio continuativo, alimentati con acqua esterna normale, anzi alcuni con acqua particolarmente sporca come quella del Danubio, che hanno dato ottima prova riguardo alla manutenzione, specie se la si confronta con quella dei condensatori.

Sicurezza e semplicità di servizio e di impianto.

Dei numerosi impianti funzionanti, nessuno, almeno a mia conoscenza, ha dato luogo ad incidenti. Ciò era del resto facilmente prevedibile, dato il tipo di macchinario richiesto dal sistema, macchinario che non deve presentare nessun requisito di speciale arditezza né rispetto alla resistenza dei materiali né rispetto al genere di servizio.

L'esperienza ha permesso di tralasciare o almeno di semplificare quei dispositivi di allarme e di sicurezza che in un primo tempo erano stati previsti e che complicavano e rendevano più costoso l'impianto.

Così ad impedire che vengano aspirate nell'alternatore goccioline d'acqua per perdite nel raffreddatore, o per condensazione si è ormai constatato che il sistema più sicuro è quello semplicissimo della camera di calma a valle del raffreddatore (velocità massima dell'aria 0,4 m/sec.) e su questa via si sono ormai messe oltre che le costruzioni europee sull'esempio della G.E.A. di Bochum, anche le americane.

Molta varietà e abbondanza di dispositivi si era usata dapprima per il controllo della circolazione dell'acqua di raffreddamento, sia direttamente sia attraverso la temperatura dell'aria; e per l'apertura automatica delle valvole predisposte per aprire il circuito dell'aria al minimo allarme. Si era già riconosciuto in proposito che il far eseguire automaticamente l'apertura di tali valvole all'aumento della temperatura dell'aria toglieva uno dei vantaggi del sistema, quello di soffocare rapidamente un eventuale incendio. Perciò si era resa indipendente la manovra di tali valvole affidandole al personale di servizio che aveva a disposizione i normali termometri di controllo.

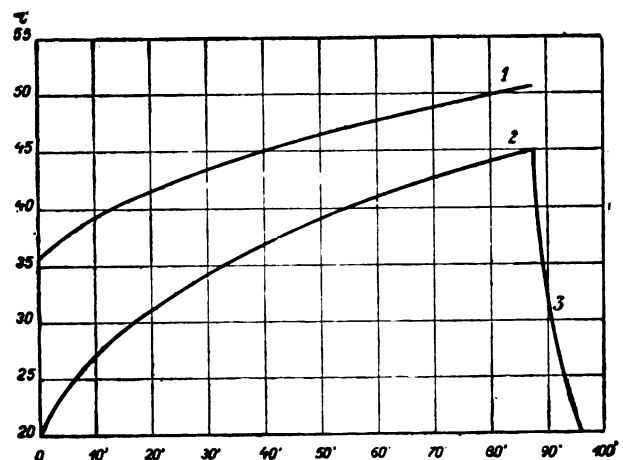


Fig. 4. — Andamento della temperatura dell'aria in un alternatore con ventilazione in circuito chiuso funzionante senza acqua di raffreddamento.

Curva 1 - Temperatura dell'aria calda.
 2 - » dell'aria raffreddata.
 3 - » dell'aria raffreddata dopo la riammissione dell'acqua di raffreddamento.

Ora un altro passo è stato fatto nella via della semplificazione giacché si è visto che ad effettuare la ventilazione aperta basta in caso di necessità aprire le porte della camera del raffreddatore senza altro gioco di valvole apposite.

SOCIETÀ	Data di entrata in servizio	Durata del servizio	Acqua adoperata	Diminuzione del raffreddamento	Pulizie eseguite
Kammerisch - Werke A. G. Braekewede.....	Giugno 1924	estate	acqua di tubazione	nessuna	nessuna
Harpener Bergbau A. G. Zeche Reklinghausen I	Agosto 1924	450 giorni di servizio	Acqua della Ruhr	appena sensibile	nessuna
Städtisches Elektrizitätswerk Witten.....	Agosto 1924	Continuo 14800 ore di servizio fino al 31-5-1925	Acqua raffreddata in ciclo chiuso di 18° di durezza tedesca	nessuna	nessuna
Lloyd Dynamowerke für Anlage Delmenhorst	Marzo 1925	7 mesi di servizio fino al 1-6-1925	idem	nessuna	nessuna
Beociner Zementfabriks A. G. Beocin	Aprile 1925	discontinuo	acqua del Danubio	vedi tabella (*)	una
Harpener Bergbau Dortmund - Zeche Gneisenau - Derne	Maggio 1925	continuo	acqua raffreddata con torre	nessuna	nessuna
Eisen Stahlwerk Haesch - Dortmund	Giugno 1925	11 mesi	acqua della Ruhr	nessuna	nessuna

(*)

TEMPERATURE

Data	Acqua	Alternatore	
1925 - Giugno	36°	46-49° C.	pulizia
Luglio	32°	50-51° C.	
Settembre	15°	34-40° C.	
1926 - Marzo	24°	40-44° C.	
Aprile	34°	50-51° C.	

All'eventuale obiezione e preoccupazione sul possibile ritardo della manovra da parte del personale di servizio risponde esaurientemente il diagramma riportato a fig. 4 che rappresenta l'andamento delle temperature dell'aria calda e fredda in un impianto di ventilazione in circuito chiuso G.E.A. per turboalternatore da 3000 kW dal momento in cui è stata interrotta la circolazione dell'acqua di raffreddamento durante un carico di 1200 kW. Appare da esso come nella durata di 87 minuti primi, la temperatura dell'aria raffreddata si sia elevata di 25° C. e quella dell'aria calda di 16° C. cifre molto basse che trovano la loro spiegazione nella notevole capacità termica del sistema, specie delle masse di muratura. E si constata poi che, dopo riattivata la circolazione dell'acqua di raffreddamento, nello spazio di 8' la temperatura dell'aria raffreddata è discesa al valore iniziale.

Ma altre semplificazioni sono state introdotte negli impianti: sviluppo logico di ogni nuovo sistema che tende razionalmente alla semplificazione dopo aver in un primo tempo assicurato il funzionamento con tutti i possibili accessori e dispositivi di controllo e di sicurezza. Una di esse riguarda l'uso del condensato per la refrigerazione. E' noto come la temperatura del condensato può in alcune stagioni ed in alcune condizioni di servizio superare il minimo necessario per la refrigerazione e richiedere quindi il concorso di acqua esterna in una parte del raffreddatore. Gli impianti costruiti per tale servizio prevedevano quindi un complicato e costoso gioco di valvole per permettere il servizio con solo condensato, o con condensato più acqua esterna, o anche con sola acqua esterna. Tale gioco di valvole che oltre rappresentare un punto delicato, causava notevoli complicazioni nell'esercizio, è stato abbandonato nelle ultime costruzioni che prevedono invece due o tre elementi di raffreddatore completamente separati, dei quali l'ultimo a valle è alimentato da acqua esterna. Le condutture del condensato e dell'acqua esterna risultano così divise come appare dalla figura 5 cosicchè il servizio diventa assolutamente sicuro.

Allo stesso scopo in casi speciali si è invece raffreddato preventivamente il condensato stesso in un apposito piccolo raffreddatore, in modo da mantenere sempre la sua temperatura al valore massimo previsto nel calcolo del raffreddatore principale. La fig. 6 rappresenta un impianto di tale tipo particolarmente interessante perchè previsto tanto per il funzionamento come alternatore quanto come motore sincrono rifasatore per il qual caso è stata installata una apposita motopompa per assicurare la circolazione dell'acqua di raffreddamento esterna. Da notare ancora che anche per tale impianto è stato previsto l'uso di acqua marina.

La figura 7 mostra poi un impianto moderno normale e ne mette in evidenza la semplicità.

Dopo questi brevi cenni sui risultati delle ampie esperienze fatte in proposito si può con tranquillità affermare che il problema della ventilazione in circuito chiuso è ormai completamente risolto dal lato tecnico, sia per l'efficienza che per la sicurezza dell'esercizio.

Discussione economica del sistema.

Al rapido sviluppo del sistema anche nel nostro paese non osta che la questione finanziaria o meglio la maggior spesa di primo impianto giacchè il recupero di calore permesso può in breve compensare in gran parte la differenza di prezzo rispetto ai filtri.

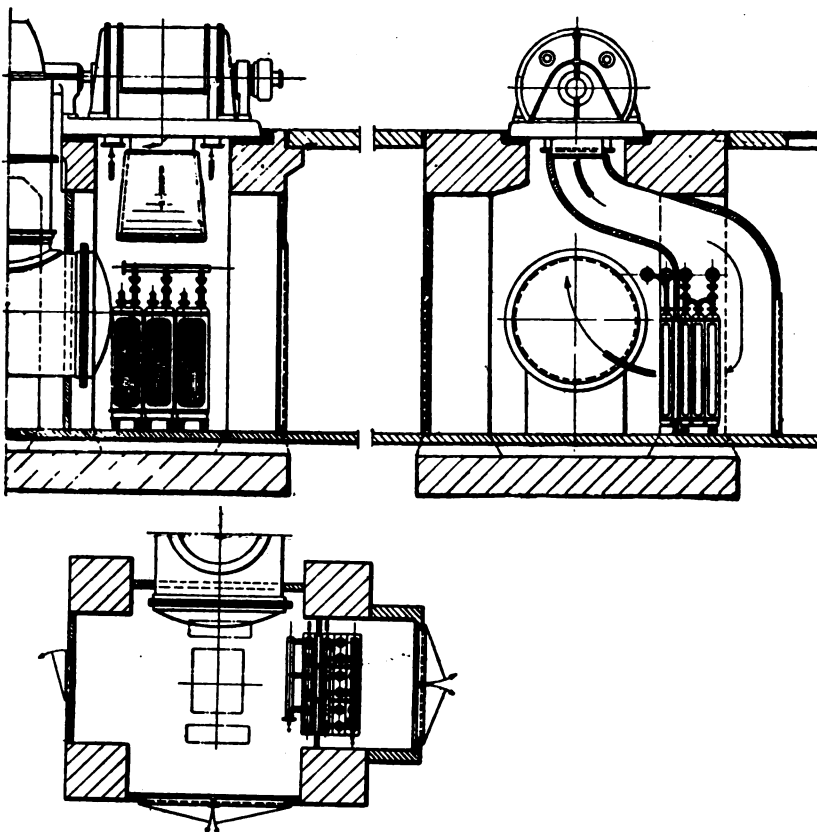


Fig. 5. — Installazione di raffreddatore ad elementi separati per il condensato e l'acqua esterna.

Un semplice esempio lo dimostrerà.

In un alternatore di 25.000 kVA si può considerare che il 3,5 ÷ 4 % della potenza sia il valore delle perdite che sono asportate dall'aria di ventilazione sotto forma di calore. L'energia rappresentata da questo calore è recuperata per mezzo del

riscaldamento del condensato con un rendimento che si può ritenere del 25 % che corrisponde a 225 kVA e per un $\cos \varphi = 0.8$ a una potenza di 180 kW. Calcolando un servizio dell'alternatore di 3000 ore annue a un carico medio del 80 % saranno quindi circa 430.000 kWh recuperati ai quali se si considera che il carbone occorrente per 1 kWh si può negli impianti moderni ad alto rendimento ritenere di 0.8 kg. corrisponde un risparmio di carbone di 344 tonnellate e ciò al prezzo di L. 200 L/T un utile complessivo di circa 68.000 lire annue. Se si considera che la differenza di prezzo tra l'impianto di un raffreddatore e quello di un filtro si può per tale impianto ritenere di 150.000 lire si vede quale rapido ammortamento si può avere.

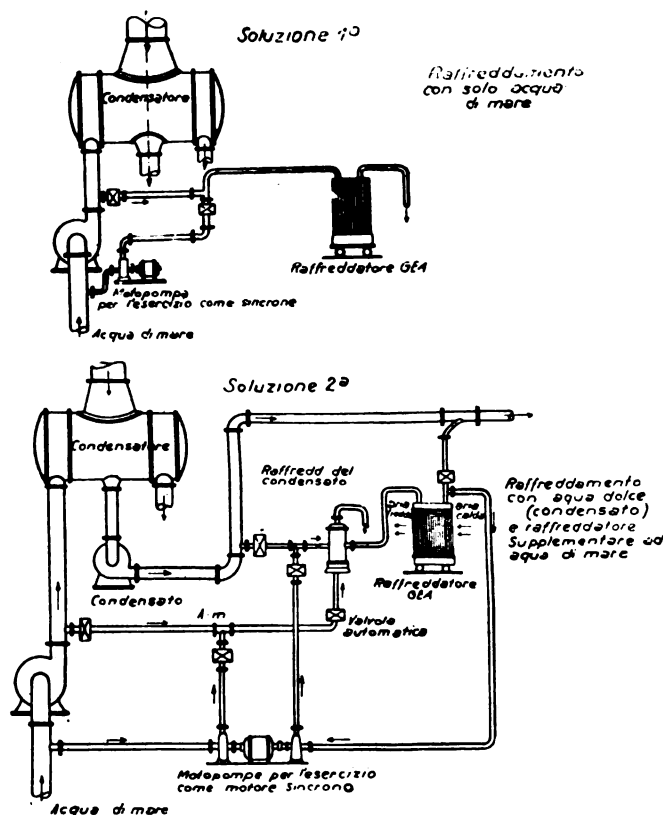


Fig. 6. — Installazione di raffreddatore ad acqua marina e a condensato con preraffreddatore.

Come già si è ricordato il calore ceduto dall'aria all'acqua in un raffreddatore e quindi l'efficienza del raffreddatore stesso è rappresentato da $W = F \cdot K \cdot tm$, ove F è la superficie, tm la differenza media di temperatura tra aria ed acqua, e K il coefficiente di trasmissione del calore tra aria e acqua in correnti incrociantesi. E' ovvio che per diminuire F dalla quale dipende il peso e quindi il prezzo del raffreddatore bisogna aumentare K e tm . Ora su tm ha influenza la quantità di acqua in circolazione giacché tanto essa è maggiore, tanto minore sarà il suo riscaldamento, e quindi la sua temperatura media, e quindi maggiore la differenza media di temperatura tra aria ed acqua. Tuttavia la sua influenza non è grande e risulta secondaria davanti alle variazioni che può subire il coefficiente di trasmissione K .

E' da questo lato che si può migliorare un raffreddatore: analizzando cioè con somma cura la dipendenza del coefficiente di trasmissione del calore dai vari elementi del raffreddatore. Questi elementi sono: *diametro dei tubi, loro forme, loro disposizione, velocità dell'acqua, velocità dell'aria*. Per mostrarne in modo sintetico l'influenza e l'importanza ho ricavato dalle recenti esperienze del Dott. Ing. Reicher eseguite nel Laboratorio fur Technische Physik del Politecnico di Monaco i seguenti diagrammi dell'andamento di K in $\frac{\text{cal}}{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^\circ}$ in funzione dei diversi elementi.

Diametro dei tubi.

Il diagramma a fig. 8 costruito per velocità dell'aria $V_a = 10$ m/sec, temperatura media $tm = 100^\circ \text{C}$. per 10 file di tubi disposti a quinconce in funzione del diametro dei tubi per diametri varianti da 2 a 25 cm. indica chiaramente come cresce il coefficiente di trasmissione al diminuire del diametro, specie per

i diametri intorno ai 4 cm. che sono quelli più comunemente usati. Alla diminuzione eccessiva del diametro dei tubi, contrasta però l'aumento dei depositi nell'interno di essi e nella resistenza opposta al moto dell'acqua.

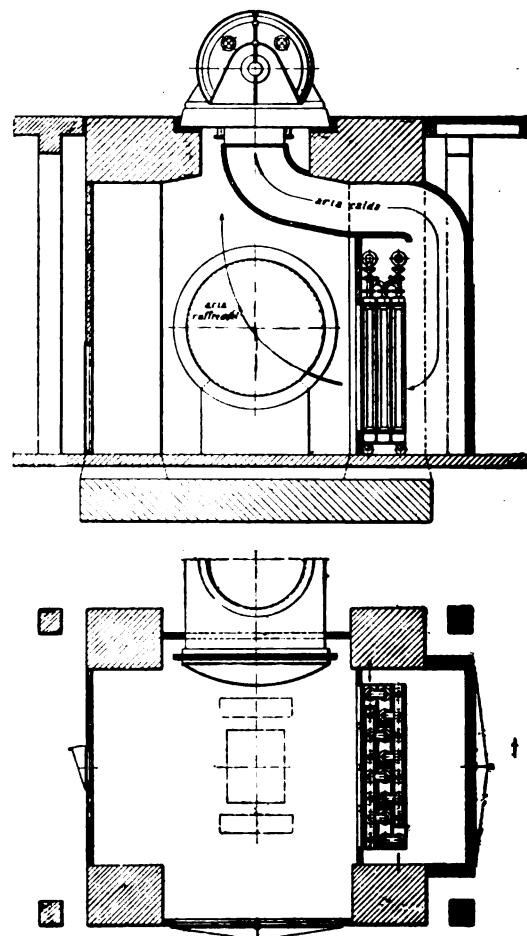


Fig. 7. — Installazione di raffreddatore normale.

Come è noto poi per bilanciare la forte differenza tra i coefficienti di trasmissione dell'acqua e dell'aria (rispettivamente 10.000 e 10) si aumenta la superficie lambita dall'aria con delle alette. Nel precedente mio articolo ho esaminato l'importanza enorme delle dimensioni di queste alette sull'economia del raffreddatore definendo anche il concetto del rendimento, termico. Basterà ora ricordare che su questo punto sono continuate le esperienze delle diverse fabbriche e che i rapporti della superficie totale a quella dei tubi, generalmente usati si aggirano da 8 a 15.

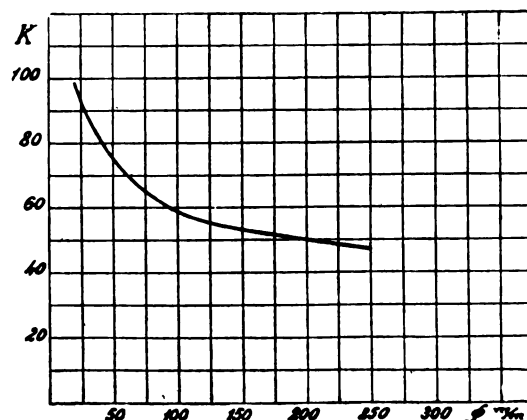


Fig. 8. — Coefficiente di trasmissione del calore in funzione del diametro dei tubi per corrente d'aria incrociante i tubi.

$$K = \frac{\text{cal}}{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^\circ}$$

$$v_{\text{aria}} = 10 \text{ m/sec}$$

$$t_m = 100^\circ \text{C}$$

dieci file di tubi a quinconce.

Circa l'influenza della forma della sezione dei tubi che può essere cilindrica od ellittica come nelle costruzioni della G. E. A.

di Bochum, mancano dati precisi di esperienze di laboratorio che, a quanto mi consta, si stanno ora eseguendo a Monaco dal Prof. Reicher stesso. Tuttavia si può a priori arguire (e l'esperienza industriale lo conferma ampiamente) come la forma ellittica debba essere vantaggiosa oltrechè per la diminuzione della resistenza al moto dell'aria, della cui importanza parleremo in seguito, anche perchè a parità di luce libera all'acqua offre una sezione trasversale minore e quindi permette una maggiore suddivisione della vena d'aria e un miglior contatto fra aria e tubi, e perchè riducendo al minimo i vortici della regione poppiera mantiene pressochè inalterato su tutta la superficie il gradiente di temperatura che è invece notevolmente decrescente dalla regione prodiera a quella poppiera nei tubi cilindrici.

L'influenza della disposizione dei tubi che può essere in file allineate o a quinconce e il vantaggio di questa ultima, sono dimostrati dal diagramma a fig. 8 costruito per $V_a = 14$ m/sec. $t_m = 100^\circ \text{C}$, diametro tubi $\Phi = 0.04$ m. Lo svantaggio della disposizione a file allineate deriva dal fatto che in essa solo la prima fila di tubi è a contatto con l'aria calda a piena velocità, mentre le altre si trovano in un ambiente vorticoso. La disposizione influisce poi grandemente anche sulla resistenza al moto, e in proposito noteremo gli ottimi risultati ottenuti dalla G.E.A. di Bochum che con la sua disposizione a quinconce con interassi maggiori dello spessore dei tubi è riuscita ad ottenere una sezione libera di passaggio all'aria, del 60 % di quella d'entrata pur computando lo spessore delle alette sezione che resta costante in tutto lo spessore del raffreddatore, mantenendo quindi pure costante la velocità dell'aria, e generando quindi le condizioni più favorevoli per ridurre la resistenza aerodinamica a parità di velocità.

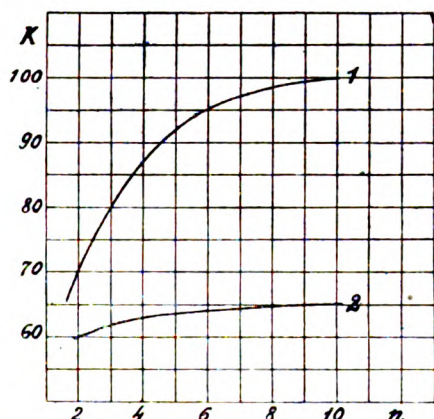


Fig. 9. — Coefficiente di trasmissione del calore in funzione del numero delle file di tubi per corrente d'aria incrociante i tubi.

Curva 1 - Disposizione a quinconce.
2 - a file allineate

$$K = \frac{\text{cal}}{h \cdot m^2 \cdot 0^\circ \text{C}}$$

$$v = 14 \text{ m/sec}$$

$$t_m = 100^\circ \text{C}$$

$$\Phi_{\text{tubi}} = 0,04 \text{ m.}$$

Circa la velocità dell'acqua nei tubi ricorderò che essa influisce sul coefficiente nel senso di aumentarlo al crescere della velocità.

La misura non è però molto grande, e mancano poi esperienze sicure sul limite di velocità oltre il quale verosimilmente il coefficiente dovrebbe decrescere per l'aumentare dei vortici nella vena liquida stessa.

E resta da esaminare l'influenza della velocità dell'aria che è la più importante. Il diagramma a figura 10 mostra l'andamento di K in funzione della velocità dell'aria per tubi di diametro $\Phi = 0.04$ m. $t_m = 100^\circ \text{C}$. per il caso di 10 file a quinconce (linea 1) e per un solo tubo isolato (linea 2). Il notevole aumento di K al crescere della velocità dell'aria è dovuto secondo il Prof. Prandtl alla diminuzione dello spessore d'aria ferma che si forma intorno al tubo, e quindi al maggiore avvicinamento tra l'aria in moto ed il tubo stesso.

E' però opportuno fermarsi alquanto ad osservare quello che succede all'aumento della velocità dell'aria nel ciclo: alternatore, condotto di scarico, raffreddatore, condotto di aspirazione. Aumentando la velocità dell'aria aumenta la resistenza al moto nel raffreddatore e, rimanendo costante la differenza di pressione generata dall'alternatore, diminuisce la portata d'aria, e aumenta quindi il suo riscaldamento nel passaggio attraverso l'alternatore. Questo è il ragionamento qualitativo dal quale si dedurrebbe conveniente tenersi a bassi valori della resistenza

(10-20 mm. d'acqua). Ma analizzando più profondamente il fenomeno, si nota che la diminuzione di portata varia secondo la espressione $V_1 = V \sqrt{\frac{p}{p+x}}$ ove V è il volume d'aria prima circolante, V_1 il volume d'aria diminuito, p la differenza totale di

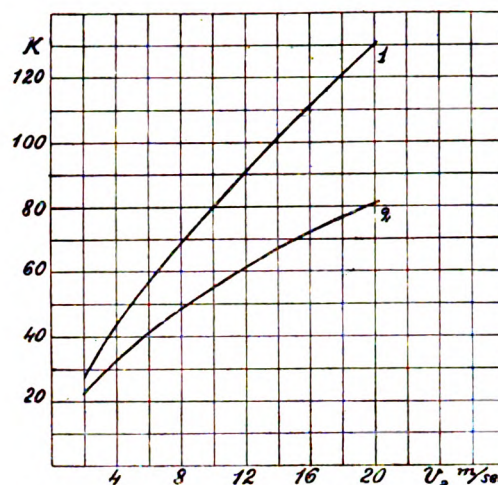


Fig. 10. — Coefficiente di trasmissione del calore in funzione della velocità dell'aria per corrente d'aria incrociante i tubi.

Curva 1 - 10 file di tubi a quinconce
2 - Tubo isolato

$$K = \frac{\text{cal}}{h \cdot m^2 \cdot 0^\circ \text{C}}$$

$$\Phi_{\text{tubi}} = 0,04 \text{ m.}$$

$$t_m = 100^\circ \text{C.}$$

pressione, x l'aumento di tale differenza. Ora si osservi che la differenza di pressione generata di turboalternatori è in generale di 300-350 mm d'acqua e quella necessaria al passaggio attraverso i canali e gli avvolgimenti dell'alternatore è in generale di 200-230 mm. Ne risulta che la resistenza del raffreddatore è una parte non grande di quella totale, e un suo aumento non produce quindi effetti molto sensibili sulla portata.

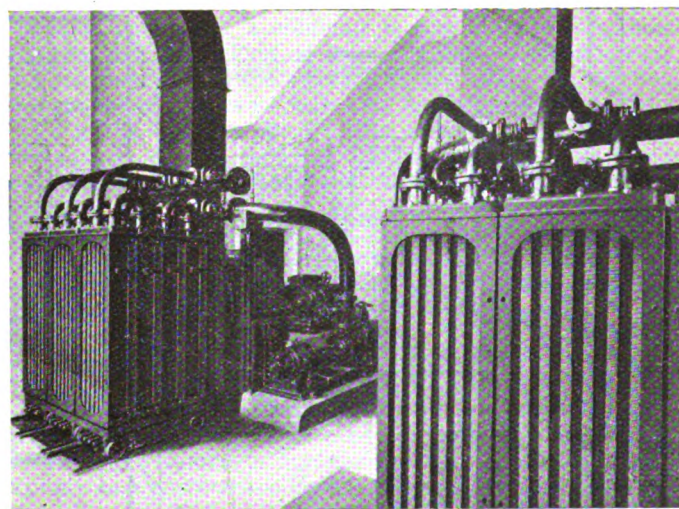


Fig. 11. — Installazione di raffreddatore per trasformatori.

Molto interessante è in proposito l'impianto di Tiefstack della Azienda Elettrica di Amburgo, dove furono installati per due turboalternatori della stessa potenza (20.000 kW) due raffreddatori GEA costruiti con diverse velocità d'aria e quindi con diversa resistenza e precisamente 33 e 15 mm. d'acqua. Essendo la resistenza totale di 350 mm d'acqua e la portata di aria normale di 30 m³/sec. la portata per il raffreddatore a

maggior resistenza risulta $V_1 = 30 \sqrt{\frac{350}{350+18}} = 29.3 \text{ m}^3/\text{sec}$ con una percentuale di diminuzione del 2,3 %. Essendo di 30°C . secondo i calcoli della costruttrice Siemens-Schukert il riscaldamento dell'aria nel passaggio attraverso l'alternatore per portata d'aria di $30 \text{ m}^3/\text{sec}$ il nuovo riscaldamento risulterà praticamente $30 + \frac{30 \cdot 2.3}{100} = 30.6^\circ \text{C}$. e cioè con un aumento appena apprezzabile.

Questo per quanto riguarda il passaggio dell'aria nell'alternatore. Ma nel passaggio attraverso il raffreddatore le conseguenze benefiche dell'aumentata velocità sono maggiori e ne risulta una diminuzione della temperatura dell'aria entrante largamente a compensare l'aumento di temperatura nel passaggio attraverso l'alternatore. Sempre riferendoci all'impianto di Tief-

stima dell'aria, che è poi la caratteristica più importante agli effetti della conservazione degli isolanti dell'alternatore.

Ed è a questo riguardo che si manifesta ancora il grande vantaggio dei tubi elittici in quanto permettono una maggiore velocità dell'aria a parità di resistenza giacchè si avvicinano grandemente alla forma di minima resistenza.

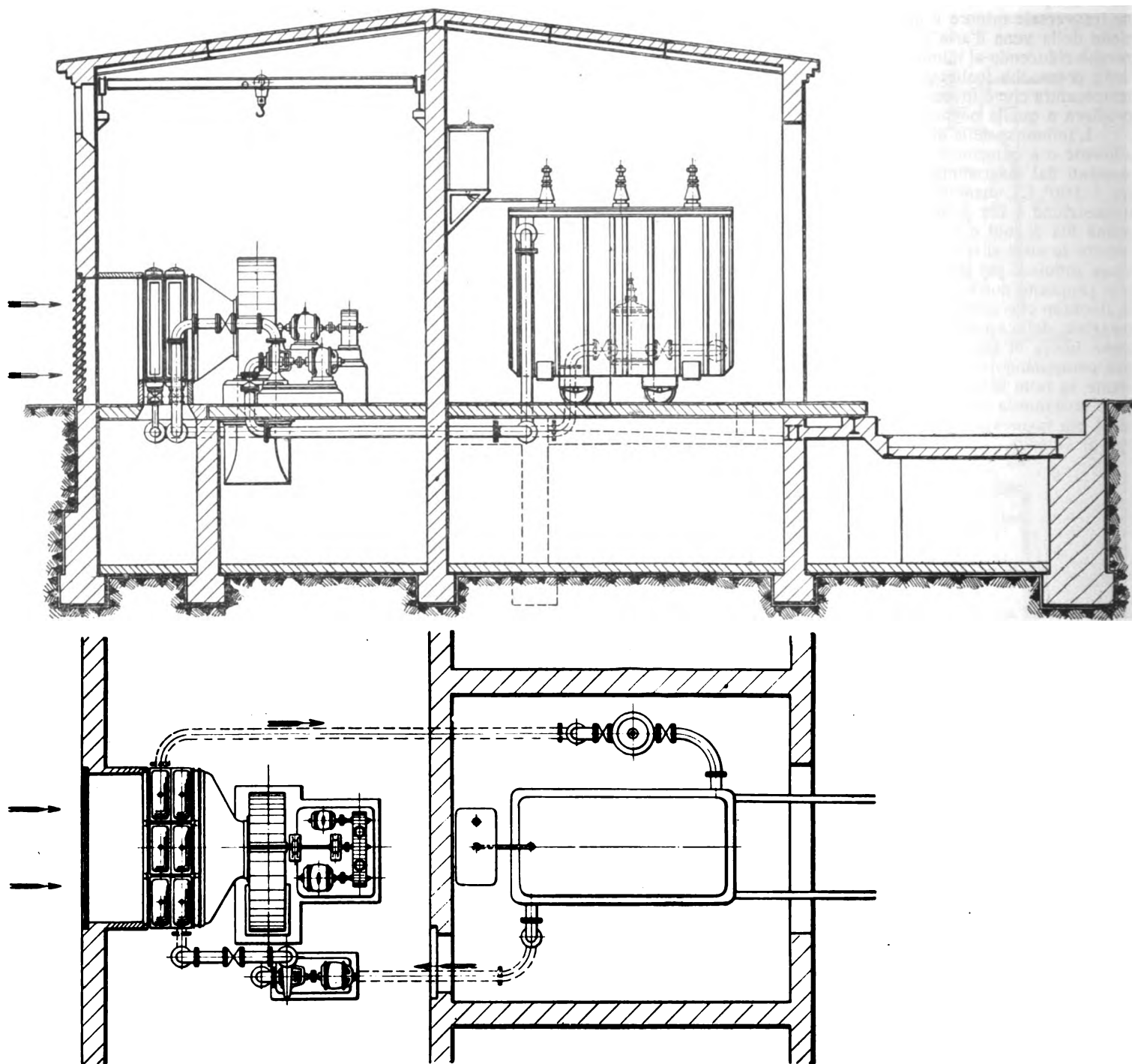


Fig. 12. -- Installazione di raffreddatore per trasformatori.

staçh sopra ricordato; le garanzie dei raffreddatori che sono poi state confermate dai collaudi erano le seguenti:

	Raffreddatore con maggior resistenza	Raffreddatore con minor resistenza
Portata d'aria	30 m ³ /sec	30 m ³ /sec
Temperatura aria calda	55 "	53 "
" fredda	25 "	23 "
acqua "	15 "	15 "
Portata "	170 "	170 "

La differenza di temperatura tra aria raffreddata e acqua fredda è stata quindi ridotta di 2° C. nel raffreddatore a maggiore resistenza e anche tenendo conto del maggior riscaldamento di 0,6° C. dell'aria nel passaggio attraverso l'alternatore, ne risulta una diminuzione di 1,4° C. nella temperatura mas-

E' molto importante a questo punto notare che si imporrebbe una modificazione nelle norme di collaudo per le macchine a ventilazione in circuito chiuso o meglio che bisognerebbe fissare delle nuove norme espressamente adatte al sistema. Cade infatti in questo caso l'elemento generalmente preso a base per fissare le temperature permesse nelle macchine e cioè l'ambiente esterno.

Infatti nella ventilazione in circuito chiuso la temperatura dell'aria all'entrata della macchina è artificialmente creata e non è quindi l'aumento di temperatura tra entrata e uscita dell'aria che bisognerà considerare, ma piuttosto la temperatura massima dell'aria all'uscita.

Riferendoci sempre all'impianto di Tiefstack possiamo per esempio notare che mentre con le norme attuali il raffreddatore con maggior resistenza potrebbe sembrare peggiore perchè produce un maggior sovrariscaldamento nell'alternatore di 0,6 C. esso in verità è più favorevole all'alternatore giacchè ne abbassa la temperatura di 1,4° C. qualunque sia

la temperatura esterna. Ho voluto qui accennare alla questione delle norme speciali che si dovrebbero stabilire per la ventilazione in circuito chiuso, perchè essa ha un'importanza pratica di primo ordine sullo sviluppo del sistema. Si può infatti affermare che per ottenere una buona trasmissione del calore, e quindi una buona efficienza dei raffreddatori bisogna arrivare a 30-40 mm d'acqua di resistenza, valore in vero non eccessivo in paragone di quello presentato dall'alternatore.

Questa rapida analisi degli elementi tecnici che influiscono sul calcolo dei raffreddatori potrà dare una idea della complessità e delicatezza del loro progetto e dimostrare come un profondo studio abbia potuto ridurne le proporzioni e il prezzo tanto da renderli apparecchi non più di lusso ma di applicazione normale negli impianti.

E' opportuno ricordare per ultimo un'altra applicazione dei raffreddatori che per altri scopi è andata diffondendosi in questi ultimi tempi in Germania: quella per il raffreddamento esterno dell'olio dei grandi trasformatori. Il raffreddatore funziona allora inversamente: nei tubi circola l'olio da raffreddare e il raffreddatore è attraversato dall'aria raffreddante.

L'applicazione della quale danno una idea le figure 11 e 12 si dimostra specialmente utile nelle località ove scarseggia l'acqua per il raffreddamento, ed evita d'altra parte il pericolo dell'entrata d'acqua nell'olio che è tanto preoccupante specie quando l'acqua circola nel serpentino immerso nel cassone del trasformatore. E' una applicazione che può rendersi interessante in casi speciali, e che concorre anch'essa a migliorare le condizioni di funzionamento dei trasformatori e ad aumentarne la sicurezza.

ALCUNE NOTE SUGLI INTERRUITORI A RICHIUSURA AUTOMATICA PER ALIMENTATORI A CORRENTE ALTERNATA

T. SCOLARI

della Compagnia Generale di Elettricità



Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell'A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

Normalmente l'automatismo negli interruttori, sia in aria che in olio, viene applicato per il loro scatto in caso di corto circuito o di sovraccarico sulla linea, che essi collegano ad una sorgente di energia elettrica. In caso di scatto dell'interruttore, l'attenzione del personale di servizio è richiamata con un mezzo qualsiasi, campanello d'allarme o segnale luminoso; il personale accorre e fa un tentativo per richiedere l'interruttore, dopo di che, se questo scatta di nuovo, passa ad ispezionare la linea per appurare dove il guasto si è verificato.

Per disimpegnare queste funzioni, se non si vuole lasciare eventualmente un dato gruppo di utenti per troppo tempo privi del servizio, bisogna mantenere in ogni sottostazione, ove siano installati interruttori con scatto automatico, un personale apposito di vigilanza, che resta inutilizzato per la maggior parte delle ore di servizio. Era ovvio perciò che, data l'attuale tendenza di sviluppare sempre più gli impianti del tutto automatici, si dovesse pensare ad ottenere automaticamente, colle dovute cautele, l'operazione di richiusura dell'interruttore, dopo che esso abbia avuto a scattare, tanto più che, come si vedrà appresso, il dispositivo può essere realizzato in una forma relativamente semplice, contrariamente a quanto normalmente si ritiene avvenga per le installazioni automatiche.

Il maggior sviluppo in questo ordine di impianti si è avuto in America, dove numerosi interruttori a richiusura automatica sono stati installati con perfetta soddisfazione delle società esercenti per il comando di alimentatori; e dato che questi impianti, benchè semplici, non hanno ancora trovato applicazione, che mi sia nota, nel nostro Paese, mentre vi potrebbero essere sviluppati con vantaggio vicendevole sia per le società esercenti che per gli utenti, non mi è sembrato fuor di luogo farne oggetto di alcune brevi note a questo Congresso, che si occupa dei mezzi e degli apparecchi per assicurare la continuità del funzionamento degli impianti elettrici; e ciò per attirare, se non altro, l'attenzione dei nostri elettrotecnici sulle possibilità e sui vantaggi di una applicazione di queste installazioni automatiche anche da noi.

Dalle statistiche americane stabilite in seguito ai risultati di parecchi anni di esercizio, si è potuto stabilire che l'80 % degli scatti degli interruttori automatici sugli alimentatori è dovuto a cause di natura temporanea ed accidentale, nei quali casi il sovraccarico od il corto circuito, di natura assolutamente transitoria e passeggera, si eliminano da sè senza dover ispezionare la linea, sulla quale si è verificata la perturbazione e senza dover apportare alcun rimedio per togliere di mezzo l'inconveniente, che ha provocato l'interruzione; di guisa che nell'80% dei casi, dopo la prima richiusura, l'interruttore non si apre e il servizio può essere speditamente ripristinato: del rimanente 20 % di cause perturbatrici si può dire che una metà e cioè un altro 10 % si elimina da sè dopo la seconda richiusura, e l'altro 10 % è invece da attribuire a fatti persistenti, e richiedono un'ispezione alla linea per essere eliminate. Data ad ogni modo, la forte percentuale di sovraccarichi o corti circuiti di carattere assolutamente transitorio, si vede come, nell'interesse della continuità del servizio e dell'economia dell'esercizio, l'adozione degli interruttori a richiusura automatica sia particolarmente vantaggiosa.

1. - Vantaggi derivanti dall'adozione di interruttori a richiusura automatica.

A parte l'economia nelle spese di personale, che è una caratteristica comune a tutte le installazioni automatiche e appare subito evidente, l'adozione degli interruttori a richiusura automatica consente un notevole risparmio anche nella spesa del rame per gli alimentatori, perchè è possibile, grazie al loro impiego, installare gli interruttori stessi in piccole sottostazioni prossime ai centri di utilizzazione, evitando in tal modo di accentrare la partenza di un numero notevole di alimentatori da grandi sottostazioni, per usufruire di uno stesso personale di servizio, situate in località spesso troppo discoste dai luoghi di utilizzazione dell'energia elettrica.

Inoltre un altro vantaggio deriva dal fatto che il servizio nel 90 % dei casi, in cui si hanno scatti dell'interruttore, può essere prontamente ristabilito e perciò le durate delle interruzioni sono ridotte al minimo; di qui deriva che oltre ad aversi un servizio ottimo verso gli utenti, le società esercenti non perdono l'introito dell'energia, che l'utente non consuma durante le interruzioni prolungate; inoltre, come è caratteristico di tutti gli impianti automatici, è eliminata la possibilità di false manovre dovute a disattenzione od imperizia del personale, essendo la successione delle varie operazioni assicurata dal funzionamento automatico dei vari apparecchi, dipendenti l'uno dell'altro.

Ed anche da un punto di vista sociale questi impianti si raccomandano, perchè grazie ad essi, si rende possibile l'estensione dell'uso dei servizi elettrici anche a località remote ed eccentriche, che per sè stesse non rappresentano utenze ricche e che perciò non consentirebbero, con sottostazioni manuali, la distribuzione dell'energia elettrica a prezzi convenienti. E per l'Italia ritengo che nelle regioni meridionali e nelle isole questo elemento non debba riuscire trascurabile.

2. - Installazione.

Gli interruttori a richiusura automatica possono essere applicati ad alimentatori a bassa e ad alta tensione, quindi si può dire che il loro campo di applicazione non ha praticamente limitazioni: essi possono inoltre essere installati tanto all'interno quanto all'aperto.

Per installazioni in locali chiusi normalmente tutti gli apparecchi, che costituiscono l'equipaggiamento, trovano posto su di un'unica incastellatura dell'altezza di circa due metri o poco più assieme all'interruttore (fig. 1); nel caso, in cui invece l'interruttore debba essere comandato a distanza, come può accadere nelle grandi sottostazioni, esso col relativo comando di chiusura viene montato sopra una piccola incastellatura e tutti gli apparecchi per il comando automatico vengono trasferiti sul quadro. Per installazioni all'aperto fino a 15.000 volt tutto il complesso viene racchiuso in una specie di cameretta di lamiera, che viene poi chiusa ermeticamente durante l'esercizio (fig. 2); oltre 15.000 volt si adottano invece interruttori del tipo per installazione all'aperto e in tal caso in una piccola custodia vengono montati vicino gli apparecchi e i relais dell'equipaggiamento.

3. - Cicli di richiusura.

La richiusura avviene normalmente per tre volte consecutive a distanze di tempo successivamente ritardate, e ciò allo scopo di non cementare soverchiamente l'interruttore in ripe-

tuti scatti sotto forti intensità di corrente e di dar tempo ai gas formati nei primi scatti di eliminarsi e di rimettere l'interruttore in buone condizioni per quanto riguarda la sua capacità di rottura. In generale il ciclo di richiusura è basato sui seguenti intervalli di tempo: 15 secondi tra il primo scatto e la prima richiusura, 30 tra il secondo scatto e la seconda richiusura e 75 tra il terzo scatto e la terza richiusura.

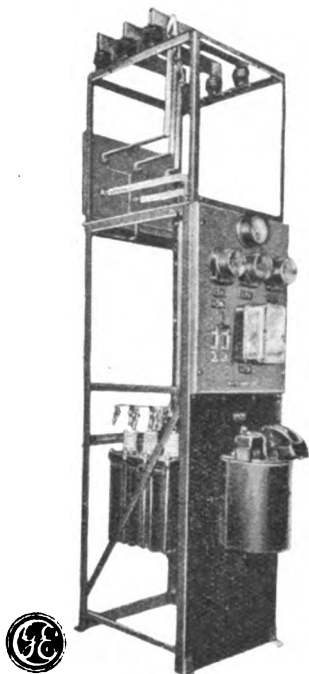


Fig. 1. — Interruttore a richiusura automatica per installazione in locale chiuso.

Dopo di questa, nel caso in cui l'interruttore abbia a scattare di nuovo, denotando così che la perturbazione è di carattere permanente, il dispositivo di richiusura viene bloccato, in modo che l'interruttore resta definitivamente aperto e non può essere

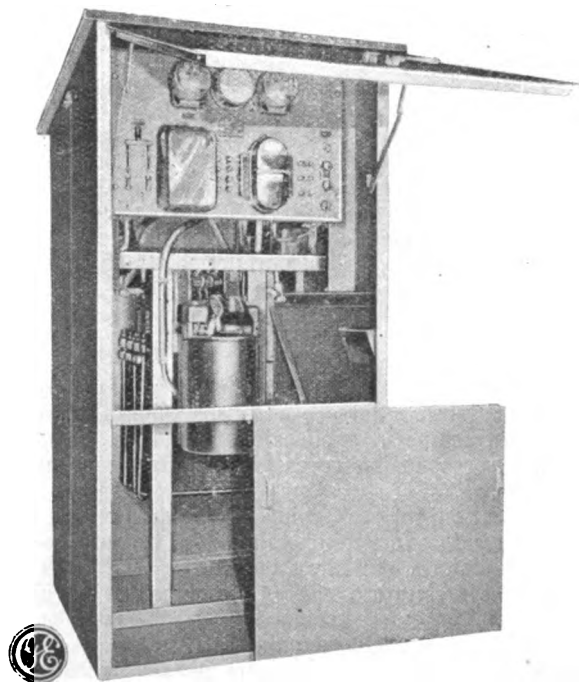


Fig. 2. — Interruttore a richiusura automatica per installazione all'aperto.

richiuso, se non venga manovrato a mano dal personale di servizio.

4. - Scelta dell'interruttore.

E' evidente però che l'interruttore, malgrado gli intervalli di tempo crescenti suaccennati nelle richiusure, nel caso in cui debba essere chiamato a funzionare per tre volte consecutive su di un corto circuito, viene ad essere sottoposto ad un lavoro molto più intenso e pesante che non nel semplice scatto auto-

matico con richiusura a mano; perciò quando si voglia applicare la richiusura automatica ad interruttori, le cui capacità di rottura siano state calcolate in base al ciclo manuale *aperto - chiuso - aperto* seguito dopo due minuti dallo stesso ciclo *aperto - chiuso - aperto*, tenendo una successione di intervalli di tempo crescenti, come prima indicato, bisogna basarsi sopra una capacità di rottura dell'interruttore, che in America si ritenne di poter fissare sul 40 % di quella normale. In altre parole per trovare la capacità di rottura normale, per la quale dovrebbe essere calcolato l'interruttore, che deve essere usato con dispositivo di richiusura automatica per la successione dei tempi su indicata, sarà necessario dividere la massima corrente di corto circuito per 0.4; in tal modo si potrà scegliere l'interruttore adatto classificato in base al ciclo normale di richiusura manuale.

5. - Circuito di comando.

L'energia elettrica di comando degli apparecchi costituenti il complesso automatico può essere tanto corrente continua quanto corrente alternata. Come è noto, la corrente continua fornita da batterie di accumulatori, mantenute sotto ricarica continua per mezzo di apposito gruppetto di conversione, costituisce la fonte più sicura di energia per il comando dei dispositivi automatici; però essa per ragioni economiche è conveniente solo per impianti importanti, là dove vi siano almeno sei interruttori a richiusura automatica da far funzionare nella stessa sottostazione; negli altri casi conviene adottare per il comando la corrente alternata; la possibilità di giungere alla sua adozione è una delle ragioni, che hanno favorito il grande sviluppo raggiunto in America da queste installazioni, poichè le hanno rese indipendenti dalle costose batterie di accumulatori; e la parte più ingegnosa di questa disposizione sta appunto nel comando a motore per la chiusura dell'interruttore, che ha reso possibile di esercitare automaticamente la chiusura stessa, senza ricorrere a solenoidi a corrente continua. Questo comando a motore viene ora costruito per chiudere interruttori fino a tensioni di 132.000 volt.

6. - Apparecchi e relais costituenti l'equipaggiamento e loro funzionamento.

Poichè gli interruttori a richiusura automatica sono già entrati largamente nella pratica americana, ritengo che possa avere qualche interesse l'esame un po' particolareggiato del funzionamento dei tipi studiati da una delle maggiori case costruttrici americane per poter avere un'idea concreta delle difficoltà incontrate nella risoluzione di questo problema e delle soluzioni adottate per superarle.

Gli apparecchi essenziali, che entrano a costituire un'installazione di questo genere, quale viene costruita normalmente da un'importante casa americana nel caso di corrente alternata di comando, sono i seguenti:

A) Un comando a pulsanti, che permette di far funzionare l'interruttore automaticamente od a mano (fig. 3); questo dispo-

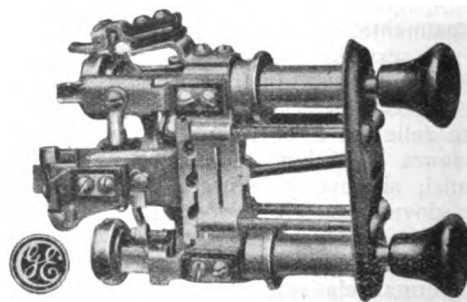


Fig. 3. — Comando a pulsanti.

sitivo è costituito da un duplice interruttore provvisto di due bottoni, agendo sull'uno dei quali si stabiliscono certi collegamenti, per cui si determina la chiusura dell'interruttore, e agendo sull'altro si ha invece lo scatto dell'interruttore stesso, indipendentemente dalla presenza di corti circuiti o sovraccarichi in linea.

B) Un interruttore del circuito di comando a corrente alternata.

C) Un relais di massima a tempo differito, che può essere tanto del tipo a ferro mobile (fig. 4) per apertura o chiusura di circuito, quanto del tipo a induzione per chiusura di circuito (figura 5).

D) L'interruttore principale adatto alla tensione della linea, cui è applicato, e di capacità di rottura opportunamente cal-

colata, come prima indicato, munito di comando a motore per la sua chiusura (fig. 6) e di relativo relais di comando.

E) Il relais di richiusura propriamente detto (fig. 7), che costituisce l'elemento caratteristico di queste installazioni, perchè è l'apparecchio studiato appositamente allo scopo di sostituire l'azione manuale del personale di servizio nei tentativi di ripristinare la chiusura dell'interruttore. Esso è fatto funzionare da un motorino, che è sempre eccitato, ma è trattenuto dal girare e gli viene permesso di mettersi in movimento solo quando una apposita bobina di svincolo venga eccitata.

E' interessante vedere come il funzionamento di questi vari apparecchi, dipendenti l'uno dall'altro, si attui e in ciò sarà di aiuto lo schema riprodotto nella figura 8. In esso i vari apparecchi e relais sono rappresentati nella loro posizione normale, quando cioè sono diseccitati.

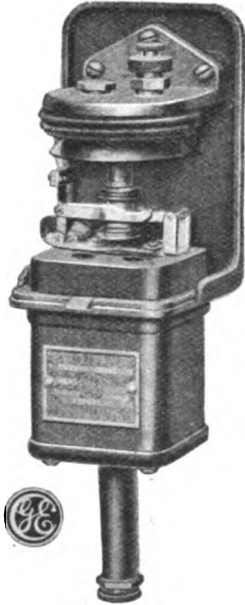


Fig. 4. -- Relais di massima a tempo differito del tipo a ferro mobile.

Circa gli interruttori ausiliari collegati meccanicamente col l'interruttore principale, contraddistingueremo con *a* un interruttore ausiliario che sia aperto quando anche l'interruttore principale è aperto e chiuso quando questo è chiuso, con *b* quello che invece sia chiuso quando l'interruttore principale è aperto e viceversa, con *bb* quello che sia chiuso quando il comando a motore di chiusura dell'interruttore è nella posizione di aperto e viceversa.

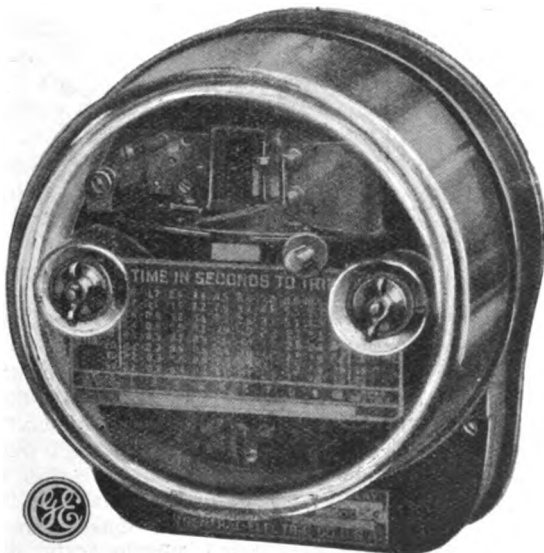


Fig. 5. -- Relais di massima a tempo differito del tipo a induzione.

Nello schema riprodotto nella figura 9 sono indicati tre casi diversi di protezione contro corto circuito o sovraccarico; il caso 1) rappresenta una protezione realizzata senza uso di relais a massima, semplicemente per mezzo di bobine di scatto collegate direttamente ai secondari dei trasformatori di corren-

te; quivi lo scatto dell'interruttore avviene istantaneamente al verificarsi del sovraccarico; il caso 2) illustra invece l'applicazione di relais di massima a induzione del tipo per chiusura di circuito usati con reattanze di scatto; il caso 3) illustra infine l'uso di relais di massima a ferro mobile del tipo ad apertura di circuito. I dispositivi di richiusura sono gli stessi per tutti e tre i casi. E' stato supposto, come si è detto, che gli apparecchi facenti parte dell'equipaggiamento automatico siano azionati a corrente alternata e le relative sbarre omnibus sono contraddistinte nello schema della figura 8 l'una con X e l'altra con Y.

7. - Chiusura dell'interruttore per la messa in servizio di un alimentatore.

Quando si vuole attaccare un alimentatore, si provoca la chiusura dell'interruttore agendo sopra uno dei due bottoni del comando a pulsanti *A*) prima elencato, dopo aver naturalmente chiuso il piccolo interruttore *B*), che connette il circuito di co-

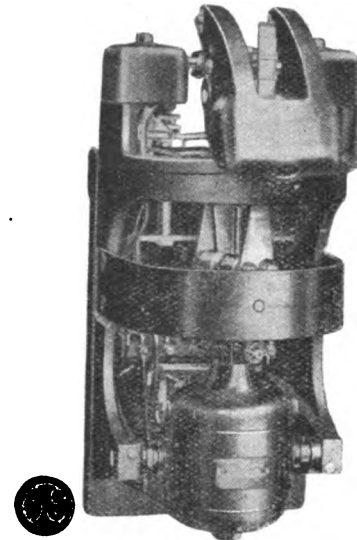


Fig. 6. -- Comando a motore per la chiusura dell'interruttore.

mando, a bassa tensione. Per effetto di questa manovra si chiudono allora i contatti 1-2 e 7-8, di cui è dotato il comando *A*) e si stabilisce così un circuito tra la sbarra *X* e quella *Y* attraverso l'interruttore ausiliario *bb* connesso meccanicamente col l'interruttore principale *D*), la bobina del relais di comando di questo interruttore e i contatti 1-2 del comando *A*). Per effetto della chiusura di questo circuito viene allora eccitato il relais di comando dell'interruttore principale, che aziona il comando a mo-

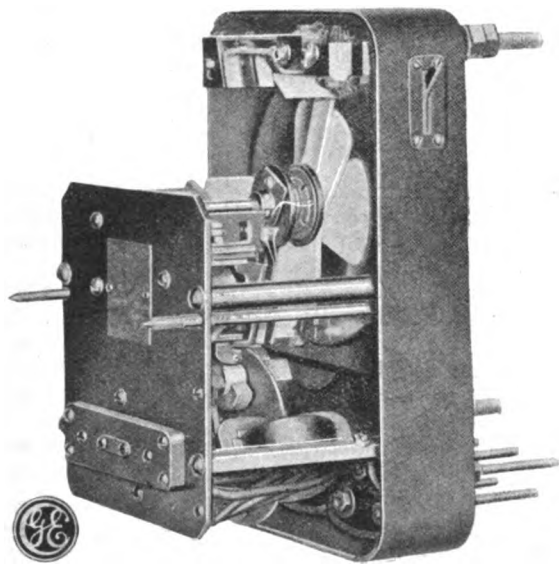


Fig. 7. -- Relais di richiusura.

tore per la chiusura dell'interruttore stesso. Immediatamente si apre allora l'interruttore ausiliario *bb* e tutti gli apparecchi vengono diseccitati, mentre l'interruttore resta chiuso. E' da notare poi che quando il bottone del comando *A*), che è stato tirato per chiudere l'interruttore, viene abbandonato, si aprono di nuovo i suoi contatti 1-2, ma i contatti 7-8 restano chiusi.

8. - Scatto e richiusura dell'interruttore nel caso di sovraccarico persistente.

Si supponga che nell'alimentatore, sul quale è stato chiuso l'interruttore nel modo sopra indicato, si verifichi una perturbazione di carattere persistente, tale da provocare lo scatto dell'interruttore stesso per mezzo del relais di massima; per il fatto dello scatto dell'interruttore principale, si chiude immediatamente

dopo 15 secondi determina la chiusura dei contatti anteriori I), di cui il relais è provvisto, e così si completa un circuito dalla sbarra X alla Y attraverso l'interruttore ausiliario *bb*, la bobina di un relais ausiliario del relais di richiusura *E*) e i contatti 7-8 e 1-3 del comando *A*). In tal modo si chiudono i contatti del relais ausiliario di *E*) e si forma un circuito stabile per la sua bobina, che resta così eccitata. Poco dopo i contatti anteriori I) del relais *E*) si aprono e si chiudono quelli posteriori II) dello

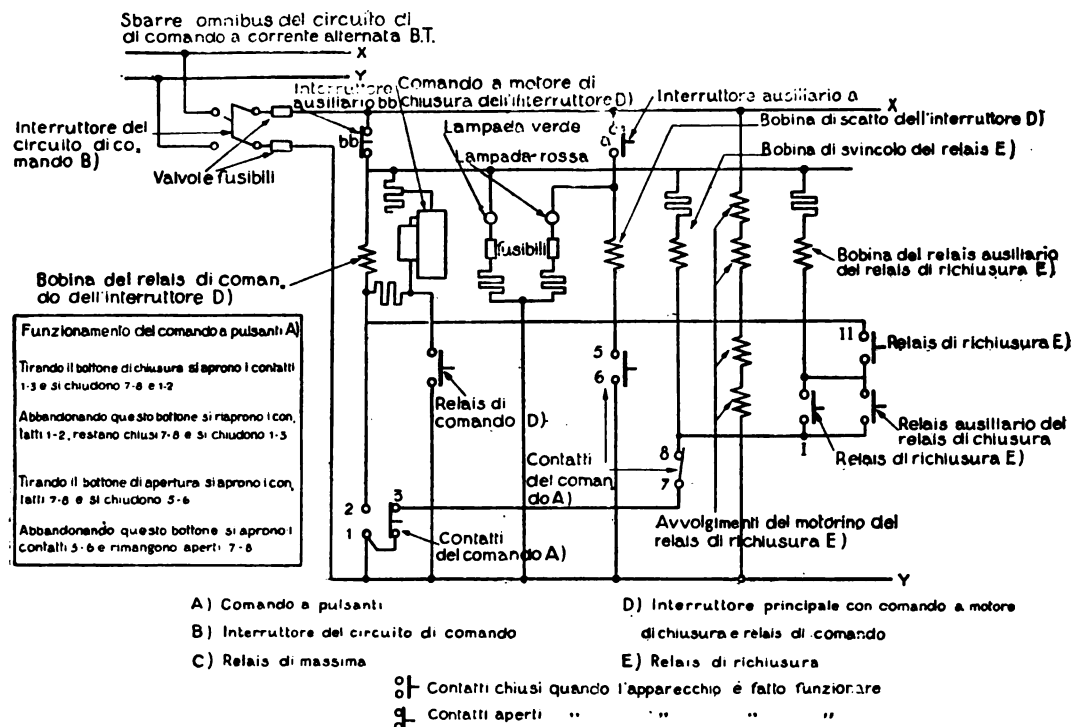


Fig. 8. — Schema delle connessioni dei vari relais ed apparecchi costituenti l'equipaggiamento di richiusura automatica.

l'interruttore ausiliario *bb* e così si stabilisce un circuito dalla sbarra X alla sbarra Y attraverso l'interruttore ausiliario *bb*, la bobina di svincolo del relais di richiusura *E*) e i contatti 7-8 e 1-3 del comando *A*). Essendo così eccitata la bobina di svincolo del relais *E*), al suo motorino è concesso di mettersi in rotazione e il relais di richiusura inizia la sua azione.

A questo proposito bisogna notare che il relais di richiusura è costituito, come si è detto, da un motorino ad induzione in-

stesso relais *E*), stabilendo così un altro circuito dalla sbarra X alla sbarra Y attraverso l'interruttore ausiliario *bb*, la bobina del relais di comando dell'interruttore principale, i contatti II) del relais *E*) di richiusura, i contatti del suo relais ausiliario, i contatti 7-8 e 1-3 del comando *A*). Allora la bobina del relais di comando dell'interruttore principale viene eccitata, il relais chiude i contatti e permette al comando a motore dello stesso di agire e di chiudere l'interruttore.

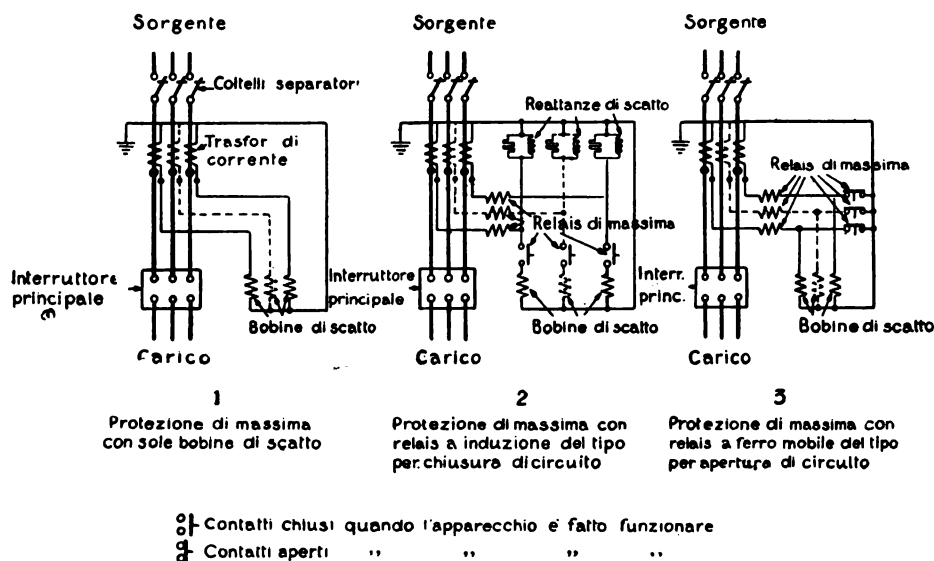


Fig. 9. — Vari casi di scatto automatico negli interruttori, cui si può applicare la richiusura automatica.

serito permanentemente nel circuito di comando, ma al quale è impedito di girare, finché non venga liberato dalla bobina di svincolo dello stesso: il motorino comanda per mezzo di ingranaggi un disco, che compie un giro completo nel tempo da 2 a 3 minuti, e al quale sono applicati tre bracci equilibrati, convenientemente distanziati sulla periferia del disco stesso; tali bracci possono chiudere dei contatti e ciascuno serve a determinare una richiusura dell'interruttore, come si vedrà.

Il primo braccio è di solito calettato sul disco in modo che

Se il sovraccarico è persistente, questo scatto di nuovo: nel frattempo il motorino del relais di richiusura *E*) avrà continuato a girare e perciò dopo 30 secondi il successivo braccio di contatto del disco chiuderà i contatti come per la prima richiusura, determinando la chiusura dell'interruttore per la seconda volta. Lo stesso avverrà per la terza richiusura per mezzo del terzo braccio del relais di richiusura dopo il terzo scatto. Al quarto scatto entra in gioco un dispositivo di blocco azionato per mezzo della stessa bobina di svincolo, che arresta il disco del

relais di richiusura e gli impedisce di completare il suo giro. L'interruttore non può allora essere richiuso che a mano, agendo prima sul bottone di scatto del comando A) e poi su quello di chiusura dello stesso, come già visto precedentemente.

9. - Scatto e richiusura dell'interruttore nel caso di sovraccarico temporaneo.

Suppongasi che l'interruttore scatti due volte consecutive e che dopo la seconda richiusura, essendosi nel frattempo il sovraccarico eliminato da sè, l'interruttore non scatti; allora il motorino del relais di richiusura, che è stato messo in moto subito dopo il primo scatto, continua nel suo movimento, ma quando il terzo braccio chiude i contatti del relais, non si stabilisce alcun circuito tra le sbarre X e Y, perchè l'interruttore ausiliario *bb* è aperto, essendo chiuso l'interruttore principale; e perciò neppure il dispositivo di blocco può agire, perchè la bobina di svincolo non è eccitata; il disco compie quindi il suo giro completo e si arresta nella posizione iniziale, donde potrà partire per un altro ciclo di richiusura, quando venga di nuovo eccitata la bobina di svincolo.

Un'altra casa americana ha studiato un altro tipo di relais di richiusura del tipo a tamburo, pure azionato da un motorino per mezzo di ingranaggi; il tamburo può girare nei due sensi e i vari circuiti per le diverse richiusure vengono realizzati portando certi segmenti del tamburo in contatto colle rispettive dita fisse al momento opportuno e in successione adatta. Esso è completato da un relais ausiliario, che funziona per attuare i vari cicli di richiusura.

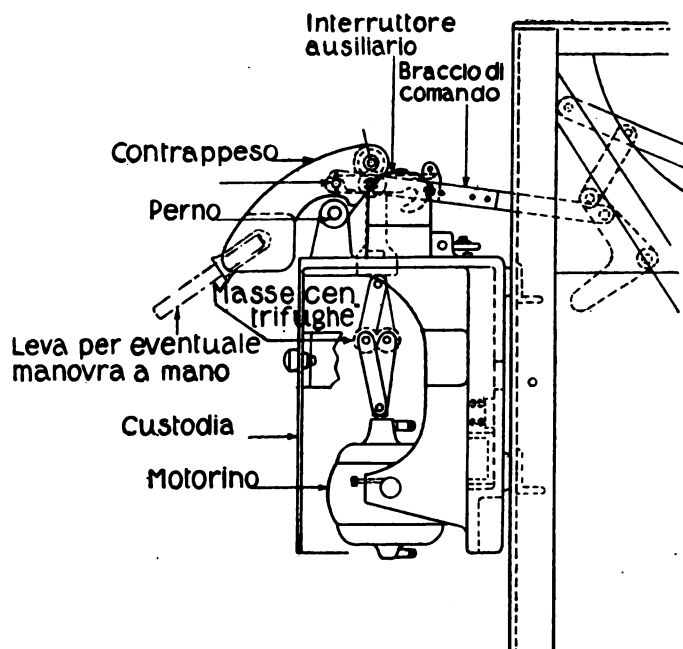


Fig. 10. — Particolari del comando a motore per la chiusura dell'interruttore (interruttore aperto).

Si vede dunque che il problema è stato risolto non in una sola maniera e con soddisfazione delle società esercenti, che hanno adottato questi dispositivi.

10. - Comando a motore per la chiusura dell'interruttore.

Senza parlare dei relais di massima ad azione differita, che possono essere dei tipi ben noti a ferro mobile o ad induzione, una menzione speciale ritengo invece meriti il comando a motore di chiusura dell'interruttore principale, consentendo esso di far funzionare l'equipaggiamento di richiusura automatica col solo mezzo della corrente alternata, il che ha facilitato enormemente la diffusione di tali impianti, poichè li ha resi indipendenti dall'installazione di apposite batterie di accumulatori.

E' un comando del tipo centrifugo, azionato da un motorino verticale montato in modo che esso può oscillare intorno ad un asse perpendicolare al suo asse di rotazione. Girando esso trascina con sè due piccoli pesi, alla forza centrifuga dei quali è dovuta la chiusura dell'interruttore. Le figg. 10 e 11 illustrano chiaramente il funzionamento di questo comando, la prima rappresentando il comando quando l'interruttore è nella posizione di aperto e la seconda in quella di chiuso. Come si vede dalla figura 10, quando l'interruttore è aperto, i due pesi sono nella posizione di minore eccentricità, nella direzione dell'asse verticale

del motorino, ma come questo raggiunge la sua velocità normale, i due pesi per forza centrifuga sono spinti nella posizione di massima eccentricità: allora i bracci colleganti le masse centrifughe colla manovella del contrappeso dell'interruttore vengono strappati verso il basso, per il quale movimento esso viene chiuso.

Il motorino viene comandato per mezzo di un apposito circuito attraverso un relais di comando, che fa parte del comando a motore. Questo relais resta poi chiuso e fa funzionare il motorino, finchè per la chiusura dell'interruttore principale non si apra l'interruttore ausiliario *bb*, dopo di che il circuito del relais di comando resta interrotto, il relais stesso diseccitato e il motorino disinserito. Quando invece l'interruttore venga fatto scattare a mano o per mezzo del relais di massima, il ferro mobile della bobina di scatto viene sollevato e viene allora azionato il nottolino dell'arpionismo di scatto, dopo di che i contatti dell'interruttore si possono aprire; allora i due pesi del comando a motore di chiusura vengono ricondotti nella loro posizione di minima eccentricità.

11. - Conclusione.

Da quanto sopra è stato esposto si vede che l'applicazione degli interruttori a richiusura automatica può essere realizzata in maniera relativamente semplice e senza impiego di complicate ed eccessivamente costose apparecchiature. Quando si considerino i vantaggi, che se ne possono trarre per economia nel

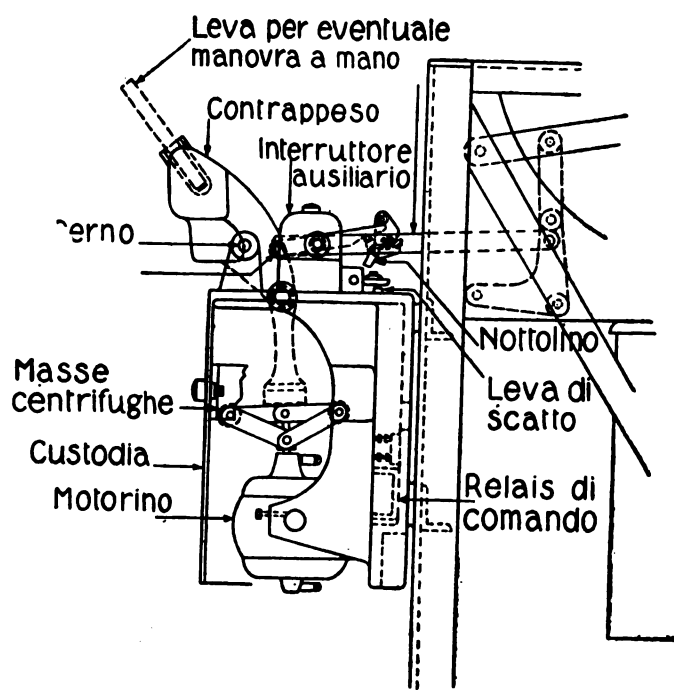


Fig. 11. — Particolari del comando a motore per la chiusura dell'interruttore (interruttore chiuso).

rame degli alimentatori stessi, per riduzione di spese di personale, per aumento negli introiti per maggiore vendita di energia elettrica in seguito alle diminuite interruzioni; si potrà facilmente concludere che non può essere di ostacolo alla loro applicazione il maggiore loro prezzo in confronto ai soliti interruttori, poichè tale aumento di prezzo potrà essere largamente compensato in breve periodo di esercizio dai vantaggi di ordine economico prima ricordati; senza contare che mercè questi equipaggiamenti si giunge ad assicurare un servizio impeccabile agli utenti; ed evidentemente il perfezionamento del servizio è il fine, cui tendono o devono tendere tutte le aziende esercitanti funzioni di pubblica utilità.

BIBLIOGRAFIA.

- Automatic Substations for Industrial Plants - Chester Lichtenberg - Journal of A.I.E.E. - Maggio 1924.
- Application of Automatic Substations to Central Station Service in Metropolitan Districts - C. W. Place - Journal of A.I.E.E. - Luglio 1924.
- Automatic Substations of the Long Island Lighting Co. - L. Wintner - General Electric Review - Marzo 1925.
- Automatic Equipment for A. C. Substations - J. F. Spease - General Electric Review - Giugno 1925.

COMMISSIONE ELETTROTECNICA INTERNAZIONALE

.. .. Rapporti dei Delegati italiani

Comitato di studio per le Tensioni normali

Il Comitato, presieduto dal Prof. Lombardi, e composto dei Delegati Ufficiali del Belgio, della Francia, Germania, Inghilterra, Italia, Norvegia, Olanda, Svezia, Svizzera e degli Stati Uniti, ha tenuto due sedute il 16 e il 20 aprile, adottando le risoluzioni già riportate nella Relazione riassuntiva, pubblicata nell'*Elettrotecnica* del 25 di maggio. A maggior chiarimento di esse, e delle discussioni che ebbero luogo in seno al Comitato, si aggiungono le notizie seguenti.

Anzitutto il Delegato Svizzero ha richiamato l'attenzione sopra una proposta da lui presentata alla riunione dell'Aja, come variante alla lista delle alte tensioni, intesa a rendere possibile nei sistemi trifasi la commutazione stella-triangolo, la quale proposta per errore fu omessa nel verbale R 22 di quella adunanza. Si contemplavano in essa le tensioni di 3300, 5800, 10.000, 17.300; 33.000, 58.000, 100.000 volt, di cui quelle che figurano nella 1^a serie e nella 2^a sono rispettivamente legate fra loro dal rapporto $\frac{1}{3}$. Tale proposta venne pertanto inclusa nel rapporto ufficiale della Riunione dell'Aja, il quale ottenne senz'altre modificazioni l'approvazione.

Posta in discussione la lista delle tensioni basse di distribuzione votata all'Aja, la quale è suddivisa in due serie aventi come valori fondamentali quello di 110 e di 115 volt, il Delegato Olandese richiamò l'attenzione su la definizione adottata dal suo Comitato Nazionale della *tensione di lavoro*, intesa come differenza di potenziale fra i conduttori in una posizione della rete non soggetta a carico, giustificandola col fatto che la tensione sotto carico varia con questo e differisce da punto a punto, suggerendone l'adozione anche nei rapporti internazionali. Non consentendo la maggioranza dei Delegati in tale concetto, la proposta olandese venne peraltro abbandonata, e venne confermato il concetto che come *tensione normale* debba intendersi quella misurata al luogo di consumo.

Il Delegato Inglese suggerì che, alla tabella dell'Aja, venisse aggiunta una colonna di tensioni normali fra le fasi dei sistemi trifasi, e in tal senso venne deliberato di aggiungere, in luogo di una colonna di nuovi valori numerici, una nota intesa a spiegare che sono riconosciute anche come normali nei sistemi trifasi le tensioni concatenate, che risultano dalla composizione di quelle stellate ivi elencate.

Venne anche discussa la eventuale cancellazione dalla lista delle tensioni trifasi di una delle più basse, 110 o 127, e rispettivamente 115 o 133; ma si dovette constatare la inopportunità di ciò, atteso che ognuna di queste è di fatto largamente diffusa in qualche paese d'Europa. Per l'Italia in particolare giova la inclusione del 127, dal quale differisce di soli 2 volt il valore di 125; già adottato come normale dalla A.E.I., e compare a fianco di esso il 110, di cui per alcuni scopi speciali erasi già rivelata la opportunità. Manca invece il 155 volt, adottato dalla A.E.I., ed a questo non è agevole sostituire il 220, contro di cui il Delegato Italiano nella Riunione dell'Aja invano si era già vivamente opposto, con l'appoggio del Delegato Spagnuolo. Mancano del pari le tensioni proposte dal Comitato Italiano, e approvate dall'A.E.I. per la distribuzione di forza motrice, di 265 e 525 volt, onde la questione dovrà essere attentamente esaminata nell'occasione della prossima Revisione delle Norme della nostra Associazione. In condizioni analoghe si troveranno del resto parecchi altri Comitati Nazionali, i quali, nella Riunione di Nuova York hanno fatto presente che, delle tensioni normali proposte all'Aja, appena alcune figuravano nelle tabelle, adottate da tempo nei rispettivi Paesi, e che d'altronde a fianco di esse anche altre tensioni erano in uso, non contemplate nella tabella dell'Aja.

Malgrado ciò prevalse il concetto che la tabella proposta all'Aja delle tensioni normali della Commissione Elettrotecnica internazionale non dovesse subire ulteriori aggiunte e modificazioni, le quali avrebbero reso indispensabile un nuovo esame dei Comitati nazionali, ond'essa venne a unanimità approvata nella intesa, che essenzialmente debba servire di base nella costruzione dei nuovi impianti, ove non ostino, ragioni particolarmente gravi, e che ogni Nazione debba, per quanto è possi-

bile uniformarsi ad una sola delle due serie, le quali hanno a fondamento il valore di 110 o quello di 115 volt, e che qui si riproducono:

Corrente continua		Monofase		Trifase (stella)	
110	115	110	115	110	115
2 x 110	2 x 115	2 x 110	2 x 115	127	133
4 x 110	4 x 115	220	230	220	230
220	230				
2 x 220	2 x 230				
440	460				

Ai Comitati nazionali verrà per altro sottoposta in esame la proposta del Delegato Svizzero, di aggiungere alla tabella medesima qualche valore più alto, nei casi ove i massimi in essa contemplati non siano sufficienti per la distribuzione della forza motrice, ricavandolo ad es. per la corrente trifase dai massimi precedenti mediante il moltiplicatore $\frac{1}{3}$; e quella del Delegato Belga, di distinguere le tensioni di distribuzione in semplici categorie A. B..., per non collidere con la classificazione di *alte e basse tensioni*, già stabilita con diverso criterio in parecchi regolamenti.

Nella discussione dei valori normali per le alte tensioni la proposta del Delegato Svizzero, di mettere a base quelli di 10.000 e di 100.000 volt, ricavandone gli altri mediante moltiplicazione e divisione per $\frac{1}{3}$, non incontrò il favore della maggioranza dei Delegati, preoccupati oramai della urgenza di adottare una tabella, che non presentasse divergenze sostanziali rispetto a quella dell'Aja, per evitare la necessità di un nuovo esame davanti ai Comitati nazionali. Venne invece assecondata da parecchi autorevoli Delegati la proposta di quello Italiano, di ridurre in qualche misura il numero delle tensioni prescelte all'Aja, laddove qualche altro suggeriva di aumentarlo, onde per risolvere questa e l'altra questione, relativa alla definizione della *tensione normale*, attorno a cui del pari si era accesa una vivace discussione, venne dalla Presidenza nominato uno speciale Sottocomitato, composto dei Sigg. Dewey, Feldmann, Huber Ruf, Rüdenberg e Sparks. Questo propose la definizione delle *tensioni nominali* della C.E.I. (*medie esistenti al centro di consumo*) e di quelle *massime* (ai morsetti dei generatori ed ai secondari dei trasformatori), nonché la tabella delle *tensioni normali*, già riportate nella relazione riassuntiva, indicando fra esse quelle che devono essere considerate come *tensioni preferibili*, e verso le quali è sperabile che si orienti la maggior parte degli impianti futuri, cosicchè la tabella stessa possa eventualmente, in un avvenire non lontano, subire ulteriori semplificazioni. Tali proposte vennero a unanimità approvate dal Comitato e ratificate dall'Assemblea.

La questione delle tensioni di prova degli isolatori venne lungamente dibattuta in seno al Comitato. Essa era già stata abordata nel 1920 a Bruxelles, ove era stata raccomandata una lista di *tensioni normali* al centro di consumo, e in corrispondenza di queste si erano indicate come tensioni di base per la classificazione degli isolatori altrettante cifre, sopraelevate di fronte alle prime di 15 a 30 %; per ognuna di queste ultime si era poi stabilito il coefficiente di sicurezza, da adottarsi nella prova a secco e sotto pioggia, variandolo nel 1° caso da 12 a 3 e nel 2° da 8 a 2, senza prendere in considerazione tensioni superiori a 120.000 volt.

La stessa questione delle *tensioni di prova* non venne discussa all'Aja, ma i Comitati Nazionali vennero invitati, a seguito di quella riunione, ad esaminarla singolarmente, ed a presentare le loro proposte.

Ora il Comitato italiano, in seguito alle discussioni del suo speciale Sottocomitato, aveva ritenuto di dover attribuire sostanzialmente una minore importanza alla scala delle tensioni normali delle linee e degli impianti, auspicando di preferenza la adozione di una scala normale per le tensioni delle macchine e degli apparecchi, che esso giudicava più interessante ai fini della unificazione internazionale; esso aveva suggerito che dovesse portarsi in conto anche la potenza messa in giuoco negli apparecchi medesimi (interruttori). Tale questione, preliminarmente esaminata con taluno dei più autorevoli Delegati di altre Nazioni, non apparve tuttavia matura per una discussione esauriente davanti alla Commissione, onde in seno al Comitato di studio il Delegato Italiano si limitò ad appoggiare la proposta di quello Svizzero, intesa a determinare la tensione di prova degli isolatori in relazione a quella di esercizio mediante una formula binomia, del tipo di quella comunemente accettata an-

che per le prove di rigidità dielettrica nelle dinamo e nei trasformatori, la quale aveva d'altronde ottenuto l'approvazione del nostro Sottocomitato nazionale.

Il Delegato Polacco presentò al Comitato di Studio la sua proposta, non pervenuta in tempo all'Ufficio Centrale, intesa a stabilire le tensioni di prova mediante l'applicazione di un fattore di sicurezza, variabile da 7,9 a 2, alle tensioni di esercizio.

Vari altri Comitati presentarono in documenti a stampa, le tabelle delle tensioni di prova, vigenti nei rispettivi Paesi, specificando in qualche caso le modalità della loro applicazione in relazione al diverso tipo degli isolatori. Il Comitato Svedese presentò fra tutti la proposta più radicale, intesa a prescindere completamente, nella classificazione degli isolatori, dalla tensione di esercizio, ed a stabilire per essi unicamente una scala di tensioni normali di prova, che avrebbe dovuto servire di base ai costruttori, laddove la scelta del tipo doveva abbandonarsi completamente al giudizio del progettista, che solo avrebbe potuto tener conto di tutte le condizioni locali, onde in molti casi si modifica sostanzialmente la natura ed il grado della sollecitazione.

Il Comitato degli Stati Uniti, più che ai valori normali della tensione, mostrò di attribuire importanza ai metodi di prova, di cui invocò la unificazione, non riconoscendo in generale la necessità della verifica sotto pioggia; giudicò d'altronde troppo basse le cifre risultanti dalla formola $2E + 10.000$, proposta dalla Svizzera, e in tal senso si esprime anche il Comitato tedesco.

Alla semplice proposta della formola binomia, del tipo di quella svizzera, avendo dichiarato i Comitati Belga, Francese e Svedese di non poter aderire, la proposta stessa venne emendata nel senso, che una formola simile debba sottoporsi ai Comitati Nazionali, come base per la determinazione delle tensioni normali di prova in relazione a quelle nominali della C.E.I. con la intesa che, quando sia raggiunto l'accordo sopra i coefficienti, la tabella relativa debba applicarsi, nei riguardi degli isolatori e degli altri apparecchi affini, senza l'inclusione di alcuna altra tensione intermedia.

In tal senso il nostro Sottocomitato Nazionale potrà fin da ora iniziare i suoi studi, e apparecchiare la risposta per la prossima riunione del 1927.

L. LOMBARDI.

* *

Comitato di studio per la Nomenclatura

Questo Comitato, presieduto dall'Ing. Semenza, e formato dai Delegati ufficiali della Francia, Inghilterra, Italia, Olanda, Polonia e degli Stati Uniti, tenne una sola adunanza, il 20 di aprile, nella quale il Dott. Mailloux riferì ampiamente intorno al lavoro già da lui compiuto per la preparazione del Vocabolario Elettrotecnico Internazionale con la collaborazione del Prof. Janet e del Sig. Wharton. Il Delegato inglese riferì intorno alla classificazione decimale, introdotta mediante un indice apposito nel Vocabolario britannico con la collaborazione del Sig. Van de Well, aggiungendo però che egli non la riteneva adatta per un'opera così circoscritta come il Vocabolario elettrotecnico.

Nella discussione generale venne tuttavia riconosciuta la opportunità di riferire ogni termine ad un medesimo numero, in ognuna delle lingue. Il numero dei 700 termini, già discussi dal Sottocomitato di redazione si giudicò concordemente inadeguato per il lavoro definitivo, ma si riconobbe la opportunità di iniziare la compilazione per sezioni successive.

Il procedimento adottato per questo, e la nuova e più ampia costituzione del Comitato di redazione, vennero già esposti nella Relazione riassuntiva.

L. LOMBARDI.

* *

Comitato di studio per i Simboli

Approvato il verbale della riunione precedente, R. M. 20, tenuta all'Aja, il Comitato ⁽¹⁾ designò fin dalla prima riunione due speciali Sottocomitati per la compilazione di una lista di simboli per la Frazione Elettrica, e di una per i Telegrafi e Telefoni e per le Radiocomunicazioni, le quali vennero approvate in una riunione successiva. Quest'ultima lista verrà trasmessa

(1) Presieduto dal Colonnello Edgcombe, e di cui facevano parte Delegati ufficiali del Belgio, della Cecoslovacchia, Francia, Germania, Inghilterra, Italia, Norvegia, Olanda, Svizzera, Svezia e degli Stati Uniti d'America.

in esame a tutti i Comitati Nazionali, a termini del Regolamento, non avendo formato oggetto di comunicazioni anteriori, laddove la prima, limitata a una settantina di simboli, già considerati all'Aja, e diramati in precedenza a tutti i Comitati, potè ratificarsi senz'altro dall'assemblea plenaria.

Presa in esame la pubblicazione n. 35 della C. E. I., la quale comprende i *simboli grafici internazionali*, e venne a suo tempo trasmessa in esame ai Comitati Nazionali, essa risultò integralmente approvata dai Comitati di dieci Nazioni, laddove il Comitato svizzero aveva sollevato non poche osservazioni, che dovettero discutersi da parte del Comitato di studio, e diedero luogo a taluni emendamenti formali, sottoposti alla ratifica dell'Assemblea plenaria. Uno di essi concerneva il titolo della pubblicazione, il quale venne in conseguenza modificato con allusione agli *Impianti a correnti intense*; altri si riferivano a simboli particolari, taluno dei quali subì leggere modificazioni, che male si prestano ad essere richiamate in questa sede; altri finalmente vennero in seguito alla discussione abbandonati. Nella tabella dei simboli derivati, annessa alla pubblicazione predetta, venne approvata la esemplificazione del simbolo 114 b con riferimento alle dimensioni dei fili aerei nel sistema metrico, in quello inglese e secondo il calibro americano.

Venne abbandonata ogni distinzione fra i simboli delle batterie primarie e secondarie; approvato il simbolo Ω per l'unità di resistenza, malgrado le obiezioni sollevate in precedenza dai Comitati francese e americano; raccomandata ai Comitati Nazionali l'adozione del tratto di linea sottile e lungo come simbolo del polo positivo delle batterie, e di quello grosso e breve come simbolo del polo negativo, in omaggio alle considerazioni storiche svolte dal Prof. Kennelly, che verranno a suo tempo trasmesse ai singoli Comitati.

Al verbale ufficiale della Riunione di Nuova York è annessa la tabella dei simboli emendati dalla pubblicazione 35 Sezioni I (simboli generali), II (reti) e III (centrali e quadri), nonchè quella dei simboli ivi adottati per la trazione elettrica, i quali tutti verranno a suo tempo riprodotti nelle pubblicazioni ufficiali dell'A. E. I.

L. LOMBARDI.

* *

Comitato di studio per le Macchine

La Riunione di New York della Commissione Elettrotecnica Internazionale, nell'aprile del 1926, riuscita molto interessante in generale, ha assunto una importanza speciale per quanto riguarda l'unificazione internazionale delle *Norme sulle Macchine Elettriche* e ciò anzitutto pel notevole contributo portato dai singoli Comitati Nazionali, poi pel diligente lavoro preparatorio fatto dai Comitati di Studio nelle precedenti riunioni di Londra e dell'Aja, ed infine perchè avendo avuto luogo in tale occasione anche la Assemblea Plenaria della Commissione, hanno potuto essere definitivamente sanzionate molte delle proposte prima discusse ed elaborate.

1. - Temperature - Condizioni di sovraccarico.

Precedettero alle riunioni ufficiali alcune Relazioni degli Esperti attinenti ai vari argomenti che formavano ancora oggetto di discussione in seno alla Commissione e che elenchiamo secondo l'ordine con cui vennero presentate:

« Il vero significato della temperatura ambiente, del soprariscaldamento e dei limiti di temperatura »: Ing. Ettore Morelli.

« La temperatura ambiente come temperatura di riferimento per le prove delle macchine elettriche e sue variazioni coi climi »: Roger Smith.

Sulla legge generale di equivalenza fra macchine elettriche costruite con diversa specificazione di riscaldamento »: Huber-Ruf; Behn Eschemburg.

« Capacità termica delle macchine elettriche »: Prof. A. E. Kennelly.

« Ricerche sperimentali per la misura delle perdite negli alternatori »: Ing. E. Roth.

« Quale è l'importanza della domanda di un sovraccarico nel vostro Paese e quali ne sono le ragioni principali? ». A questa domanda dell'Ufficio Centrale, hanno risposto con Rapporti i Comitati Nazionali Americano, Inglese, Belga, Svizzero, Svedese e Tedesco a mezzo dei Sigg. Hirsfeld, Rodgers, Dupont, Hüber-Ruf, Liljeblad, e Prof. Kloss.

Dal complesso dei Rapporti risultarono chiarite alcune definizioni fondamentali e portati molti dati sulle Norme e sulle condizioni tecnico-commerciali dei vari Paesi; essi servirono di utile materiale per le decisioni della Commissione; come un

dei risultati importanti si può segnalare quello che in generale non è richiesta e che quindi non è da accettarsi la introduzione di un *sovraccarico* nelle Norme della I. E. C.; che tale domanda eventuale, eccezione fatta per i limiti di coppia e di resistenza meccanica, deve considerarsi unicamente come *afferrante alle condizioni di esercizio* e che se si ammettono delle *targhe* relative alle specificazioni di altre Norme nazionali, *devono però sempre essere aggiunti i dati relativi alla specificazione delle Norme Internazionali della I. E. C.*, onde rendere possibili i confronti fra macchine di origine diversa.

Queste proposte, riassunte in un ordine del giorno, vennero ratificate dalla Assemblea Plenaria.

2. - *Classificazione dei materiali isolanti.*

Le Norme americane ed inglesi avevano da tempo classificato gli isolanti in tre Classi O, A, B; ma quando venne fatta all'Aja la proposta di un notevole aumento nelle temperature ammesse per i rotori dei turbo-alternatori, i Delegati italiano e svedese fecero presente la necessità in tal caso di specificare particolari sistemi di costruzione con una nuova classe di isolanti. Su questo punto il *Rapporto del Comitato Italiano* (2 Italy, 44 ÷ 15-3-26) al paragrafo I. A insisteva nuovamente, reclamando l'adozione per casi speciali di *un'altra e migliore classe di isolanti*. Constatiamo con piacere che la Commissione è entrata in questo ordine di idee e che *internazionalmente oggi gli isolanti sono così classificati*:

- Classe O*: Cotone, seta, carta e simili materiali organici, quando sono nò impregnati, nò immersi in olio.
- Classe A*: Cotone, seta, carta ed altri simili materiali organici, quando sono impregnati od immersi in olio, come pure il filo smaltato.
- Classe B*: Mica ed amianto od altre simili sostanze inorganiche formate e combinate con materiali di collegamento in cemento.

Se il materiale di *Classe A* è impiegato in piccole quantità come mezzo di costruzione assieme al materiale di *Classe B*, il materiale composto così risultante, può essere considerato come di *Classe B*, alla condizione però che le proprietà meccaniche ed elettriche dell'avvolgimento così isolato non siano alterate nel servizio continuo dalla applicazione delle temperature ammesse per la *Classe B*.

Classe C: Mica senza materiale cementizio di collegamento, porcellana, vetro, quarzo od altri materiali simili.

Un *isolante in cotone, seta o carta* è considerato come *impregnato*, quando una sostanza adatta sostituisce l'aria fra le sue fibre, anche se essa non riempie completamente gli spazi fra i conduttori isolati. La *sostanza impregnante* per essere considerata come adatta deve avere buone proprietà, coprire interamente le fibre e rendere esse aderenti l'una all'altra ed al conduttore; non deve produrre interstizi nella sua massa come conseguenza di evaporazione del solvente e per qualunque altra causa; non deve fluire alla temperatura fissata e non deve deteriorarsi sotto l'azione prolungata del calore.

Quando l'*isolante* è composto di *diversi materiali* (eccetto il caso già contemplato per la *Classe B*) la *sopraelevazione di temperatura* raggiunta da ciascun materiale componente non deve superare il limite stabilito per quel materiale. Quando i differenti materiali sono adoperati per *varie parti della macchina* (per esempio negli intagli e sulle teste degli avvolgimenti), il limite di *sopraelevazione di temperatura* applicabile ad una qualunque parte dell'avvolgimento è quello fissato per l'*isolante* impiegato in quella parte.

Quando poi l'*isolamento* adottato in una data parte di macchina si compone di *varii strati alternativamente di diversi materiali* (per esempio di *Classe A* e di *Classe B*), il limite della *sopraelevazione di temperatura* applicabile a quella parte dell'avvolgimento è quello applicabile al materiale a cui compete il limite inferiore.

3. - *Rivelatori termoelettrici di temperature.*

La Commissione ammette l'impiego di rivelatori termoelettrici sia del tipo a *resistenza variabile* che di quello a *termocoppie*, posti nella macchina *durante la costruzione nei punti inaccessibili* della macchina completa. Devono porsi *almeno sei rivelatori* dentro la macchina, *convenientemente distribuiti* lungo la circonferenza e collocati nel senso della lunghezza del nucleo in posizioni dove probabilmente deve aversi la più alta temperatura. Ogni rivelatore deve collocarsi in *intimo contatto* col'a superficie di cui vuol misurarsi la temperatura, ed *al riparo dal contatto coll'aria refrigerante*.

Quando l'avvolgimento ha *due fasci isolati di fili, ossia due lati di spirali nello stesso intaglio*, (costruzione molto adottata in America), ogni rivelatore deve essere collocato nell'intaglio fra i due fasci isolati. Se in un intaglio si hanno *più fasci di fili*, il rivelatore deve porsi fra i fasci isolati fra cui la più alta temperatura è probabile che si presenti.

Quando invece l'avvolgimento è costruito sul sistema di un solo lato o fascio di spirale per ogni intaglio (costruzione generalmente adottata in Europa), ogni rivelatore deve essere collocato fuori dell'isolamento del fascio ed all'interno del rivestimento d'intaglio al fondo dell'intaglio stesso, eccetto il caso, in cui un canale d'aria sia adiacente a tale fondo. In questo caso il rivelatore sarà posto sul lato dell'intaglio, sempre fuori dell'isolamento del fascio, oppure potrà anche essere posto nell'interno della laminazione di un dente, al centro di esso e fra due canali d'aria. Se desiderato dal Costruttore, nel caso di un solo fascio per intaglio, il rivelatore potrà anche essere messo direttamente sul rame dell'avvolgimento, all'interno dell'isolamento dei fasci.

La questione dei *rivelatori interni applicati ai trasformatori* non è neanche più stata portata in discussione e pare quindi debba per ora ritenersi la decisione presa all'Aja nel 1925 dal Comitato di studio e cioè che sia da escludersi per i trasformatori il loro impiego, adottandosi per tali avvolgimenti il metodo solito di variazione per resistenza (vedi I. E. C. R. M. 19, pagina 19).

4. - *Sopraelevazioni di temperatura nelle grandi macchine.*

Dopo lunga discussione sulla proposta formulata all'Aja dal Comitato di Studio, viste le piccole differenze risultanti dalla revisione fatta sulle singole cifre dai varii Comitati, si è deciso dal detto Comitato a New York ed approvato dalla Assemblea Plenaria, che si accetta la tabella proposta all'Aja colle note annesse (R. M. 19; pag. 16). Su proposta della *Delegazione Italiana* è stato ammesso però che fra le *grandi macchine tipo turbo* siano incluse non solo quelle mosse da turbine a vapore ma anche *quelle altrimenti azionate e di analoga costruzione per alta velocità*.

Riportiamo nelle due tavole che seguono i valori definitivamente adottati:

TAVOLA I.
Limiti delle sopraelevazioni di temperatura per i rotori.

	Isolamento A	Isolamento B
Rotori di termo-turbo alternatori o di alti alternatori di simile costruzione per alte velocità	—	90°
Rotori di alternatori a poli salienti sopra i 750 kVA ed aventi una lunghezza assiale di nucleo statorico superiore ai 50 cm	60°	80°

TAVOLA II.
Limiti di sopraelevazione di temperatura degli statori misurati coi rivelatori termo-elettrici interni.

	Due o più fasci per intaglio		Un solo fascio per intaglio	
	Isolamento		Isolamento	
	A	B	A	B
Statori di termo-turbo-alternatori o macchine di simile costruzione per alte velocità e di 5000 kVA ed oltre	60°	80°	Rivelatore esterno 55" "	70" "
			Rivelatore interno 65	85
Statori di alternatori a poli salienti di 5000 kVA ed oltre, oppure di un metro e più di lunghezza assiale di nucleo	60°	80°	Rivelatore esterno 55" "	70" "
			Rivelatore interno 65	85

Il rivelatore si intende qui interno od esterno all'isolamento del fascio o lato di spirale. I numeri 55" e 70" sono per macchine con avvolgimenti fino a 7000 volt; per tensioni supe-

riori queste temperature sono ridotte di 1,5 gradi ogni 1000 volt sopra i 7000 volt. (Omesso nel Rapporto di New York; vedi R. M. 19, pag. 16).

5. - Prova di rigidità dielettrica.

Il Comitato di Studio, su proposta di apposito Sottocomitato, dopo lunga discussione, non ha accettata la proposta svedese fatta all'Aja relativamente ad una tensione di prova $E_s = 2 E + 50 \sqrt{P}$, rilevando che la formola colla radice quadrata della potenza P , era troppo complicata per usi pratici e richiederebbe l'uso di appositi diagrammi in officina; è ammesso che vi può essere una qualche dipendenza fra la tensione di prova consigliabile e la potenza, ma che tale dipendenza riguarda piuttosto la resistenza meccanica che non quella elettrica degli isolanti. Venne quindi mantenuta pel caso generale la solita formola $E_s = 2 E + 1000$ volt per la tensione di prova, colle spiegazioni ed eccezioni contenute nelle Norme attuali della I. E. C. (fascicolo 34). Il Comitato però ha fatta propria la proposta francese relativa alle Macchine rotanti di 10.000 kVA ed oltre per le quali la tensione di prova E_s rispetto a quella normale E , viene data come segue:

Per E inferiore od uguale a 2000 volt $E_s = 2 E + 1000$ volt
 » $E = 2000$ a 6000 volt . . . $E_s = 2,5 E$ »
 » E maggiore di 6000 volt . . . $E_s = 2 E + 3000$ »

Questa proposta è sottoposta all'esame dei Comitati Nazionali, assieme a quella di una eventuale revisione della parte del fascicolo 34 della I. E. C. relativa alle prove dielettriche, per la quale qualche Comitato ha domandato dei piccoli ritocchi in casi speciali di piccoli motori polifasi e di piccole macchine per elettrolisi o carica di batterie.

Venne discussa la proposta svizzera relativa alle prove dielettriche con onde a fronte ripida, la quale però non apparve a tutti completamente soddisfacente e sicura. Il Comitato di Studio sottopone invece per esame ai Comitati Nazionali la proposta degli Stati Uniti d'America i quali d'accordo colla osservazione fatta nel Rapporto Italiano, si preoccupano in modo speciale dei guasti che sovente si riscontrano fra filo e filo di uno stesso fascio o spirale; pei trasformatori in modo particolare stabiliscono nelle loro Norme (vedi A. I. E. E., n. 13, August 1925, paragraphs 13-400 al 13-407), che in ogni avvolgimento venga indotta alla prova, con opportuno aumento di frequenza (da 120 a 400 cicli per 1'', per 60'' a 18'') una tensione doppia di quella che normalmente detto avvolgimento sviluppa; quando l'avvolgimento è permanentemente connesso a terra, si richiede anzi una tensione indotta di prova di 2,73 volte quella sua normale, più 1000 volt.

6. - Espressione e misura del rendimento.

Il Comitato Italiano ha riconfermata la sua proposta relativa al rendimento, già presentata all'Aja nel 1925 (fasc. I. E. C.; C. N. 168), e che corrisponde alle nostre attuali Norme italiane. Molti altri Comitati Nazionali hanno pure presentato delle proposte corrispondenti sostanzialmente alle proprie Norme già adottate nei relativi Paesi. La relazione riassuntiva fatta dal Delegato inglese, ha dimostrato che vi è accordo generale sul principio del rendimento convenzionale, sulla misura delle perdite separate, tenendo conto o misurando, in quanto si possa, le perdite supplementari dovute al carico, come pure sulla temperatura di 75° come referenza per l'espressione del rendimento. Si presentano delle leggere differenze sulla specificazione delle varie perdite per le singole macchine. Mr. Roth ha ampiamente illustrato il metodo di misura diretto del calore asportato dal fluido refrigerante in macchine completamente chiuse, riportando i risultati di molti nuovi esperimenti; ha riconosciuto la priorità in questo campo degli studi anteriori del Prof. Barbagelata, per il che è stato ringraziato dal Delegato italiano.

Essendo così stato ampiamente raccolto al riguardo di tale questione il materiale occorrente dai Comitati Nazionali, è stato incaricato un Sottocomitato di Studio, di riassumere le varie Relazioni e presentare una proposta da sottoporre all'esame dei Comitati Nazionali per una intesa internazionale definitiva anche su questo argomento importante, rispetto al quale ormai le divergenze sono molto ridotte.

7. - Tolleranze.

Il Comitato di studio, d'accordo con quanto sostenuto all'Aja dal Delegato italiano e col nostro Rapporto fatto a New York (I. E. C., Doc. n. 2 Italy 44), ritiene che la questione

delle tolleranze limiti che danno diritto al rifiuto del macchinario, sia di carattere commerciale e non debba essere presa in considerazione dalla I. E. C.

Ritiene invece meritevole di considerazione presso i Comitati Nazionali la proposta svedese, appoggiata pure dal Comitato Americano, che una tolleranza può essere ammessa quando una deviazione dalla tolleranza risulta ugualmente svantaggiosa (*objectionable*) nelle due direzioni; ma che d'altra parte una tolleranza non deve ammettersi quando una deviazione può essere svantaggiosa in un senso (direzione) ed essere un vantaggio nell'altro senso.

La Delegazione francese ha ripresentata la proposta fatta dal Boucherot all'Aja, di sostituire alla tolleranza sul fattore di potenza quella sulla potenza reattiva; per dedurne la tolleranza sul fattore di potenza occorre un calcolo pel quale il Boucherot propone la formula approssimata $0,1 \sin 2 \varphi$. Cos φ , che dà l'equivalente del 10 per cento sulla potenza reattiva. La Delegazione tedesca ritiene sia più semplice riferire la tolleranza alla formola $(1 - \cos \varphi)$: 6, anche perchè generalmente il cos φ è quanto generalmente si misura ed introducendo il $\sin 2 \varphi$ si richiede un calcolo ulteriore.

L'Ufficio Centrale di Londra ha riassunto in una tabella i valori delle tolleranze ammesse dai vari Paesi nei loro Rapporti (I. E. C., 2 Central Office, 64), tabella che verrà inviata per esame ai Comitati Nazionali per le definitive contro-proposte; la tabella non comprende per errore le proposte italiane inviate in tempo utile; su nostra richiesta la tabella sarà completata.

8. - Misure spinterometriche.

Il Comitato inglese nel suo Rapporto (I. E. C. Great Britain, 21-63), ha proposto che si addivenisse ad una intesa riguardo alle distanze spinterometriche per le misure di altissima tensione, ed ha dato il risultato di molte misure fatte per controllo delle tabelle americane, entrate ormai nell'uso generale. In altri Paesi pure furono fatte molte verifiche al riguardo. Dopo breve discussione è risultato che le differenze potevano considerarsi come trascurabili, ed è stato deliberato con viva soddisfazione del Comitato americano, che le Norme americane, colle relative tabelle e curve annesse, siano senz'altro accettate internazionalmente.

9. - Forma d'onda.

Le Norme italiane stabiliscono (n. 24, 96) che la forma normale è la sinusoidale; il coefficiente di deformazione dell'onda di tensione dei generatori di qualunque potenza funzionanti a vuoto e con carico non induttivo, è ritenuto soddisfacente quando non superi il 10 per cento.

Le Norme americane (A.I.E.E., n. 7, July 1925, pag. 18), specificano un fattore di deviazione (*Deviation factor*) che corrisponde al nostro coefficiente, essendo pure definito come il rapporto fra la massima differenza delle corrispondenti ordinate, dell'onda e della sinusoide equivalente alla massima ordinata di quest'ultima quando le due curve sono sovrapposte in modo da rendere minima detta differenza di ordinate; stabiliscono pure il limite del 10 per cento, in generale per tutte le potenze degli alternatori.

Il Comitato inglese ha sottoposto all'esame della I. E. C. a New York le sue Norme (n. 226) nelle quali per alternatori di meno che 3000 kVA di potenza, fissano pure il 10 per cento come limite della deviazione dell'onda di f. e. m. rispetto alla sinusoide equivalente. Ma per alternatori di oltre 3000 kVA, fissano come limite il 5 per cento; stabiliscono inoltre che quando si presenta una armonica (*ripple*) della frequenza di 400 ed oltre per 1'' nella curva della tensione fra un filo di linea ed il neutro, la deviazione di essa rispetto ad una curva media disegnata su di essa, non deve eccedere il 2,5 per cento della massima ordinata di detta curva media; se il neutro non è accessibile, la regola si applica alla tensione fra due fili di linea.

Il Comitato francese (I. E. C., 2 France, 29), ha invece proposto a New York quanto segue: « La deformazione della curva di tensione di un alternatore, sarà definita colla misura diretta del residuo ottenuto eliminando l'onda fondamentale della curva, il valore efficace di esso essendo diviso pel valore efficace della curva. Il residuo sarà determinato sia col metodo del Boucherot, utilizzando un alternatore a curva sinusoidale ed un voltmetro; sia col metodo del Belfils servendosi di un ponte per smorzare l'onda fondamentale ed un voltmetro per misurare il residuo ». Non è proposto per ora alcun valore limite.

Il Comitato di Studio ha preso in considerazione le varie proposte e Norme Nazionali ed invita i singoli Comitati ad esaminarle e riferire in prossime riunioni.

10. - Varie.

Il Delegato americano ha invitato i Comitati Nazionali a studiare ulteriormente la questione del servizio intermittente e di corta durata ed a fornire informazioni sui valori della costante binaria termica di tempo (*binary thermal time constant*) per varie macchine, secondo le proposte del Prof. Kennelly (Expert Papers, I. E. C. N. Y.).

La Delegazione tedesca, ha sollevata la questione delle maggiori temperature da ammettersi per trasformatori in olio raffreddati ad acqua e muniti di conservatore d'olio; dopo discussione è stato convenuto nel Comitato di Studio che venga mantenuta la sopraelevazione di temperatura di 60° ora fissata nelle Norme della I. E. C. (la massima temperatura dell'acqua essendo 25°), invitando i Comitati Nazionali a studiare la questione di detta maggior sopraelevazione per trasformatori con conservatore di olio.

Il Delegato italiano ha ricordata la proposta fatta già all'Aja per le Norme relative alla *Variazione di tensione*; essa si riferisce ad un ultimo Capitolo da studiarsi dai Comitati Nazionali e dalla I. E. C. per completare la parte principale delle Norme Internazionali sulle macchine elettriche (vedi I. E. C., 2 Italy 17, 1925).

Una questione fondamentale, che si trascina non sufficientemente chiarita da parecchi anni è quella sollevata, d'accordo coll'Ing. G. Semenza, nel nostro Rapporto d'Esperti (I. E. C., 2 Experts, 62) relativamente alla *temperatura ambiente di riferimento* da scegliersi uguale per tutti i Paesi (salvo qualche eccezione) sui 40°, come era per intanto adottato, oppure sui 35°, come proposto da alcuni Comitati, e da prendersi nel valore massimo probabile o nella media dei massimi (vedi I. E. C., New York, 1926; Rapporto Esperti). Altra proposta abbiamo pure fatta per la nomina di un *Organismo permanente in seno alla I. E. C.* incaricato di seguire i progressi della tecnica degli isolanti elettrici e proporre di volta in volta le conseguenti variazioni nelle tabelle delle *temperature limiti*, in modo da tenerle continuamente aggiornate coi risultati delle esperienze di Officina e di esercizio.

Riguardo alla pubblicazione delle Norme Internazionali, venne deciso di conservare per ora il fascicolo 34, vol. I, finché un nuovo testo combinato e comprendente sia le piccole che le grandi Macchine possa essere preparato per essere sottoposto ad una nuova Riunione plenaria della Commissione, oppure al Comitato di Azione per l'approvazione colla nota regola dei sei mesi.

Non possiamo chiudere questa nostra Relazione senza porgere un sentito ringraziamento al Comitato Americano per le amichevoli e veramente grandiose accoglienze fattecce e specialmente pel viaggio ufficiale offertoci attraverso gli Stati Uniti ed il Canada. Ed è con senso di orgoglio che abbiamo visto collaborare colà, tenendo alto il nome Italiano, dei valenti connazionali, come il Faccioli, il Torchio e molti giovani Ingegneri, allievi delle nostre Scuole; con maggiore soddisfazione ancora abbiamo constatato quanta stima e grande considerazione goda ovunque il nostro Presidente Generale, Ing. Guido Semenza, meritatamente confermato nell'alta carica a vantaggio della Commissione Elettrotecnica Internazionale e ad onore della nostra Italia.

Ing. ETTORE MORELLI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

B. VAN DER POL jr. e K. POSTHUMUS — **Un apparato trasmittente a triodi da 200 kW.** (Zeitschr. f. Hochfrequenztechnik, 1925, N. 5, pag. 132, e The El., Vol. XCV, N. 2466, 21 agosto 1925, pag. 202).⁽¹⁾

Gli AA. hanno installato presso gli stabilimenti Philips di Eindhoven un complesso radio trasmittente per ricerche sperimentali su triodi per potenze rilevanti. I tipi di triodi adoperati non sono racchiusi, come d'ordinario in un bulbo di vetro, ma hanno invece una porzione della loro parete, la quale è metallica e costituisce l'anodo. Questo ha forma cilindrica di diametro 60 mm, spessore 3 mm e lunghezza circa 250 mm e viene refrigerato mediante una scatola metallica

⁽¹⁾ Riguardo ad altri esperimenti su triodi di potenza rilevante, vedi L'Elettrotecnica, 1923, vol. X, pag. 44, 214 e 832 e Bollettino R. T., vol. II, n. 21, pag. 292, n. 22, pag. 303 e vol. III, n. 25, pag. 18.

a doppia parete che si infila su di esso ed in cui si fa circolare una corrente di acqua. La parte superiore del tubo a vuoto è di vetro ed è opportunamente saldata all'orlo dell'anodo; attraverso il vetro passano i conduttori che portano la corrente di accensione e quello che va alla griglia. Per costituire l'anodo venne scelta una lega ferro-cromo, che ha circa lo stesso coefficiente di dilatazione del vetro e su cui il vetro liquido aderisce in modo da formare una perfetta saldatura. La griglia ed il filamento si trovano internamente all'anodo sostenuti dall'alto. La griglia si compone di un avvolgimento di filo di Wolframio su aste del medesimo materiale. Il filamento, pure di Wolframio, è diviso in due parti inserite in parallelo; la sua tensione normale di accensione è di 17-18 V, la corrente 80 A. Per evitare l'elettrolisi, che il vetro subirebbe per effetto dell'alta temperatura nei punti di passaggio dei conduttori, i tratti di questi ultimi che attraversano il vetro sono cavi e vengono refrigerati per circolazione di aria. L'altezza totale del triodo è di 57 cm. Analogamente sono costruiti anche i diodi che raddrizzano l'alta tensione fornita dal trasformatore.

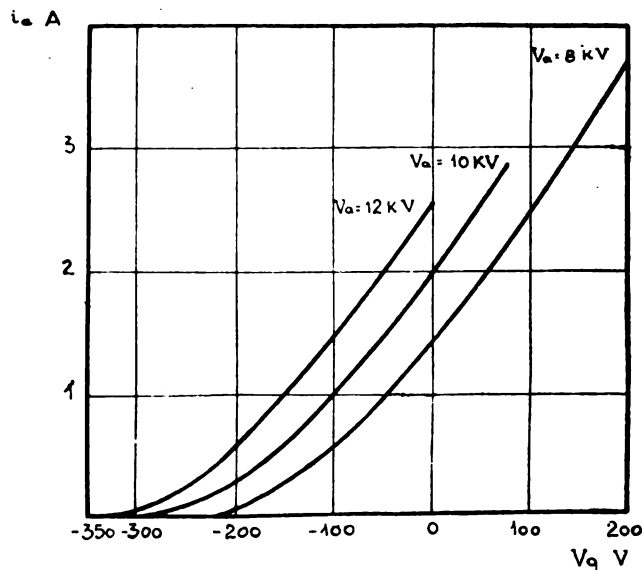


Fig. 1.

Nella fig. 1 sono riportate le caratteristiche di corrente anodica in funzione della tensione di griglia e per diversi valori della tensione anodica. Ne risultano i seguenti dati: fattore di amplificazione $g = 40$, pendenza $s = 13$ mA/V, resistenza interna $R_i = 3000 \Omega$. E' noto che i triodi danno un rendimento normale del 50% che però può venir migliorato facendo passare la corrente anodica soltanto per una frazione del periodo complessivo. Tipico esempio di eccitazione intermittente è un pendolo la cui velocità venga aumentata ritmicamente e bruscamente di una quantità u per mezzo di impulsi periodici di durata trascurabile. Tra due impulsi l'oscillazione del pendolo è smorzata. Quando il fenomeno sia a regime e si abbia un solo impulso per ogni periodo e questo impulso abbia luogo in uno dei due passaggi dell'elongazione per il suo valore nullo, l'elongazione stessa x è una funzione continua del tempo, la velocità invece è una funzione discontinua e l'equazione differenziale che definisce il comportamento del sistema può esser messa sotto la forma:

$$\frac{dx}{dt} + 2\alpha x + \omega^2 \int x dt = 2\alpha \cdot f(t),$$

in cui la funzione $f(t)$ deve esser tale, che $2\alpha f(t)$ rappresenti il brusco incremento u della velocità che si verifica nei tempi $t = 0, \tau, 2\tau, 3\tau, \dots$, essendo τ la durata della oscillazione naturale del pendolo:

$$\tau = \frac{2\pi}{\sqrt{\omega^2 - \alpha^2}}.$$

Il modo di variare dell'elongazione x durante ciascun periodo, quando si prenda come variabile indipendente la grandezza ϵ che varia linearmente col tempo da 0 a 1 nell'intervallo di 1 periodo, risulta allora definito dall'espressione:

$$x = \frac{u \sin 2\pi \epsilon}{\sqrt{\omega^2 - \alpha^2}} \cdot \frac{e^{-\frac{2\pi \alpha \epsilon}{\sqrt{\omega^2 - \alpha^2}}}}{1 - e^{-\frac{2\pi \alpha}{\sqrt{\omega^2 - \alpha^2}}}}$$

Per questo caso teorico, in cui si ammette trascurabile la durata degli impulsi, il rendimento del passaggio di energia dall'organo che determina gli impulsi stessi al pendolo che oscilla, è pari all'unità.

Ad una condizione simile ci si può più o meno avvicinare nel caso dei triodi trasmittenti, se si fa la griglia in media molto negativa e se si fa passare la corrente anodica soltanto per una breve frazione del periodo. E' facile vedere che durante questo impulso

il condensatore riceve una carica addizionale, dopo di che il sistema oscilla liberamente per la rimanente frazione del periodo. Praticamente la durata dell'impulso è finita, perciò il rendimento non può essere del 100 %, tuttavia esso può venir aumentato di molto. Misure accurate diedero un massimo rendimento anodico di 87,5 %. Coll'uso del noto dispositivo a condensatore e resistenza di dispersione, la griglia può essere mantenuta a un potenziale medio negativo di valore conveniente.

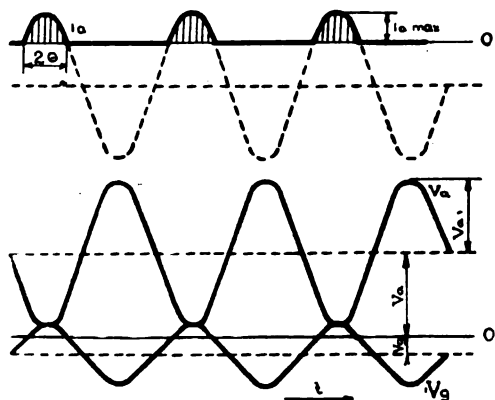


Fig. 2.

Quantunque nei triodi si debba tener conto di una grande quantità di variabili, che ne influenzano il fenomeno, tuttavia, con l'aiuto di alcune ipotesi semplificative si può descrivere il comportamento del sistema con sufficiente esattezza. Ammettiamo che la tensione anodica e quella di griglia siano sinusoidali e che la caratteristica $i_a = f(V_a)$ abbia una pendenza costante. Allora la tensione anodica V_a , la tensione di griglia V_g e la corrente anodica i_a potranno approssimativamente venir rappresentate dalle curve della fig. 2. Si può inoltre calcolare l'energia dissipata, l'energia utile, il rendimento η e il rapporto tra valor medio e valore efficace della corrente anodica. Si

bassi, si riduce anche di molto la potenza utile, così che conviene fermarsi su una soluzione di compromesso, a cui corrisponde un certo valore finito di θ . Analogamente nei riguardi dell'accoppiamento fra il circuito oscillatorio di utilizzazione e il circuito anodico (fig. 3), si sceglie una soluzione di compromesso tra quella di massima potenza e quella di massimo rendimento.

La fig. 3 rappresenta lo schema complessivo dell'impianto. La tensione alternativa esafase del trasformatore 12.000-21.000 V (primario stella-triangolo) viene raddrizzata mediante diodi raffreddati ad acqua. La tensione continua che ne risulta può venir variata mediante una resistenza a liquido inserita sul primario del trasformatore, essa alimenta i tre triodi in parallelo che lavorano secondo lo schema a reazione indicato dalla figura (funzionamento ad autoeccitazione). Per queste esperienze venne usata, in luogo di una antenna normale, una antenna artificiale equivalente composta da numerosi condensatori e da una resistenza che doveva sostituire la resistenza totale di antenna. Venne usato per ciò un grande numero di bastoni di carbone divisi in due gruppi ed esposti all'aperto. Per il calcolo della potenza utile si rese necessaria un'esatta misura della resistenza ad alta frequenza e della corrente d'aereo. Il coefficiente di temperatura negativo del carbone fa sì che la resistenza diminuisca al crescere del carico. Un altro vantaggio del carbone è che lo skin effect non è sensibile alla frequenza usata ($\lambda = 2800$ m). Dopo accurate misure risultò che il rapporto tra la resistenza ad alta frequenza e quella a corrente continua è 1.06. Il reostato è diviso in due metà, di cui ciascuna ha la resistenza di 3,8 Ω ; perciò mediante l'accoppiamento in serie o parallelo si possono ottenere le resistenze 7,6 o 1,9 Ω . Le perdite nei condensatori e nella gabbia d'induttanza di antenna furono trascurate.

Dalle esperienze è risultato che uno dei triodi descritti, alla tensione anodica di 15.000 V, assorbe circa 65 kW trasformandone circa 50 in potenza utile ad alta frequenza. C. Hr.

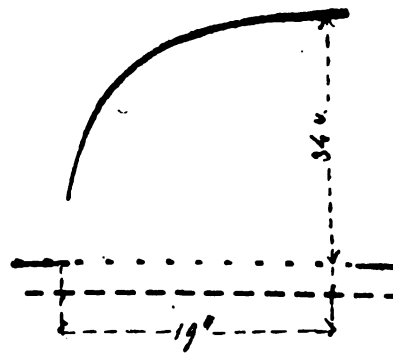
GENERATORI ELETTRICI.

F. PIOLA — Il ritardo nella eccitazione delle dinamo. (Memoria letta alla R. Accademia delle Scienze di Bologna).

L'A. richiamando lo studio pubblicato su *L'Elettrotecnica* del 15 ottobre 1925, dà notizia di alcune esperienze eseguite per determinare la variazione, col tempo, della forza elettromotrice istantanea generata coll'autoeccitazione in una dinamo. Per le esperienze, l'A. si è giovato di un oscillografo doppio tipo Blondel, della Casa Siemens.

L'apparecchio è formato, come è noto, da due piccole anse di filo poste ciascuna in un intenso campo magnetico costante. Le anse sono provviste di leggerissimi specchietti i quali riflettono sopra un tamburo, ricoperto da carta fotografica, i fasci luminosi provenienti da due fenditure le cui immagini, per mezzo di una lente cilindrica, diventano puntiformi. Il tamburo, girevole intorno ad un asse parallelo alle escursioni dei fasci luminosi riflessi, è fatto ruotare di solito da un motorino sincrono alimentato dalla ordinaria corrente alternata ma, nel caso nostro, la velocità che esso assumeva era eccessiva per poter comprendere, sopra uno stesso foglio, lo svolgimento completo del fenomeno: si è ricorsi ad un motore a corrente continua il quale, mediante opportuni ingranaggi e regolazione della tensione, desse al cilindro la velocità più opportuna.

Una delle anse era destinata alla misura del tempo. A tale scopo veniva lanciata in essa la corrente interrotta periodicamente da un metronomo: nelle esperienze che qui riporteremo le interruzioni si succedevano ogni 2".

Fig. 1. — $R = 67,5$ ohm $V = 34$ volt ritardo tot. 1: 19"

rileva facilmente come variano tutti questi elementi al variare della lunghezza dell'intervallo 2θ , durante il quale passa l'impulso di corrente anodica ⁽²⁾. In particolare il rendimento è tanto più elevato, quanto più piccolo è 2θ ; ma riducendo quest'ultimo a valori molto

⁽²⁾ Per una più larga trattazione di questo argomento vedasi *L'Elettrotecnica*, 1925, vol. XII, n. 16, pag. 394 e Pubbl., n. 33 dell'I. E. R. T. della R. Marina

L'altra ansa era posta, con interposizione di una resistenza abbastanza elevata, in derivazione alle spazzole della dinamo sulla quale si eseguivano le ricerche e però dava, col raggio luminoso riflesso dal suo specchio, una escursione proporzionale alla differenza di potenziale alle spazzole stesse: si trovava pure sugli stessi punti in derivazione un ordinario voltmetro per tarare le escursioni suddette e per poter seguire ad occhio lo svolgersi del fenomeno.

La dinamo sulla quale si sono eseguite le esperienze era una Siemens Schuckert con esclusi gli interpoli ed impiegata ad eccitazione

in serie, disponendo in serie: indotto, induttore e resistenza esterna. Si operava nel modo seguente: portata la macchina alla velocità normale, ad un certo istante si chiudeva il circuito sopra una certa resistenza R esterna e lo si manteneva chiuso fino a che il voltmetro indicasse raggiunta una tensione costante. Aumentata rapidamente la resistenza interposta, si apriva il circuito e, riportata questa al valore primitivo R , si richiudeva e così di seguito per un numero di volte sufficiente per essere certi che alcune delle operazioni avrebbero trovata la carta fotografica scoperta e però sarebbero state registrate.

Ciò fatto, e sostituita alla carta impressionata altra fresca, si ripeteva la esperienza con un valore differente di R e così si procedeva.

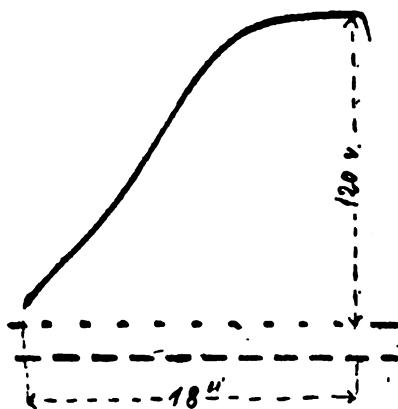


Fig. 2. — $R = 49,5 \text{ ohm}$ $V = 120 \text{ volt}$ ritardo totale $18''$

Le figure 1 e 2 riproducono due delle registrazioni fotografiche corrispondenti a differenti resistenze esterne R , mentre la resistenza complessiva dell'indotto e dell'induttore ammontava a 52 ohm.

Come si vede, al crescere della f.e.m. che infine viene raggiunta, il ritardo totale da prima cresce e poi diminuisce e ciò in corrispondenza all'aumentare ed al diminuire della estensione nel contatto della curva di magnetizzazione col raggio uscente dall'origine.

Nelle registrazioni fotografiche originali si vedono inoltre, per quanto debolissime, le tracce corrispondenti alla apertura del circuito le quali scendono, fin da principio (fig. 1) o quasi (fig. 2), sensibilmente verticali. Ciò sta ad indicare la rapidità del «transiente», in corrispondenza al ramo discendente della curva di magnetizzazione, cosa che era pur essa stata preveduta.

TELEFONIA, TELEGRAFIA, SEGNALAZIONI.

A. B. CLARK e R. C. MATHES — Spegni-eco per lunghi circuiti telefonici. (Electrical Communication, luglio 1925, pag. 40).

Nei lunghi circuiti telefonici capita l'importante problema di evitare i dannosi effetti di eco. Questi si producono per la riflessione delle onde di frequenza acustica nei punti di disuniformità elettrica delle linee. Riflessioni capitano in pratica in tutti i circuiti telefonici, però il loro effetto è dannoso solo allorché i circuiti sono così lunghi, che si rendano necessari degli amplificatori. In tal caso infatti si verifica un apprezzabile intervallo di tempo fra l'arrivo della trasmissione diretta e quello dell'eco; inoltre lo smorzamento, per effetto degli amplificatori, è minore non solo per le correnti della trasmissione ma anche per quelle dell'eco. Sono stati perciò ideati degli *spegni-eco*. Questi vengono installati nei punti in cui la linea si biforca in due vie, per la trasmissione nei due sensi opposti: una di queste vie è percorsa dalla trasmissione diretta, l'altra dalle correnti dell'eco. Poiché i circuiti telefonici molto lunghi sono quasi sempre circuiti a quattro fili, così si ha senz'altro a disposizione le necessarie due vie.

Lo spegni-eco consiste in due detector amplificatori a tubo a vuoto, che sono inseriti a ponte fra i due lati del circuito a quattro fili. Le impedenze dei due amplificatori sono di ugual valore, e con ognun d'essi è collegato un relais, che viene azionato ogni volta che una tensione sufficientemente grande si presenta allo spegni-eco. Per l'azionamento di uno dei relais viene cortocircuitata la coppia opposta a quella in cui è inserito il considerato relais. Allora non solo è chiuso il passaggio alla corrente nella coppia opposta, ma contemporaneamente è reso inattivo il suo detector amplificatore, affinché l'eco non possa, reciprocamente, interrompere la trasmissione diretta.

In condizione di riposo i contatti dei due relais sono aperti, cosicché si può parlare da qualunque parte del circuito. Se ora una stazione comincia a parlare, le correnti telefoniche percorrono soltanto una coppia, e azionano, attraverso il detector amplificatore, il relais che cortocircuita l'altra coppia. Senza che sia disturbata per questo la trasmissione diretta, le correnti di riflessione, che dal secondo estremo della linea risalgono per l'altra coppia, vengono tratteneute dal cortocircuito: l'eco non può quindi arrivare alla prima stazione.

I tempi di attrazione e di caduta del relais debbono essere scelti in modo, che dalla trasmissione diretta venga azionato un solo spegni-eco. Vale a dire che il cortocircuito deve prodursi prima che le cor-

renti riflesse che risalgono abbiano raggiunto il punto del cortocircuito. Anche se questo punto non è a metà della linea, è raro che il tempo di attrazione così calcolato debba scendere a 0,002 sec. La durata poi del cortocircuito viene fissata in 0,1 sec. al massimo, nel qual tempo sono arrivate al punto del corto circuito anche le ultime correnti riflesse. Le esperienze pratiche hanno indicato che così non resta affatto menomata la trasmissione diretta della parola. Naturalmente il punto più adatto per lo spegni-eco, in un circuito a quattro fili, è a metà del circuito: allora si può usare per le due coppie due relais con uguale ritardo. E' anche possibile installare degli spegni-eco nei circuiti a due fili, separando in un certo punto del circuito, dove sono gli amplificatori, le correnti dei due sensi opposti. Allora però si richiedono per i relais tempi di attrazione molto più brevi, oppure bisogna inserire nei due rami dell'amplificatore dei dispositivi di ritardo. Coll'impiego degli spegni-eco è consentito di ridurre lo smorzamento del circuito, che altrimenti dovrebbe restare al di sopra di un certo limite perché l'eco non produca disturbo.

Un certo numero di spegni-eco sono in funzione su circuiti a quattro fili in America. Naturalmente il loro vantaggio è più sentito in circuiti a bassa velocità, e quindi in special modo coi cavi.

d. b.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

CONCORSI.

La Fondazione Politecnica Italiana e la Fondazione Carlo Esterle mettono a concorso due premi intitolati rispettivamente al nome di «Giuseppe Colombo» e di «Carlo Esterle», il primo di Lire 50.000 (cinquantamila), il secondo di Lire 100.000 (centomila) per gli Italiani che si siano dimostrati più benemeriti pel progresso scientifico o pratico rispettivamente dell'ingegneria in genere o nel campo dell'elettricità e delle sue applicazioni in Italia.

Coloro che intendono concorrere devono presentare la loro domanda entro il 31 dicembre 1926, rispettivamente al Consiglio Direttivo della Fondazione «Carlo Esterle» (Milano, Foro Bonaparte, 31) o al Consiglio direttivo della Fondazione Politecnica (presso la Regia Scuola di Ingegneria di Milano).

I premi possono essere assegnati integralmente o in parte od anche essere distribuiti fra più concorrenti. Il giudizio della Commissione per l'assegnazione dei premi, sarà emesso non oltre il 30 settembre 1927.

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ASSOCIAZIONI, ECC.

Riunione del Comitato Generale per l'Unificazione dell'Industria Meccanica (UNIM). — Il 14 luglio u. s., a Milano, presso la sede dell'Associazione Industriali Meccanici ed Affini, si è riunito, sotto la presidenza del Comm. Ing. Marchetti, il Comitato Generale per l'unificazione nell'industria meccanica.

Il Comitato ha riconosciuto che non è opportuno per la nostra industria meccanica (che, in ben pochi casi, ha il carattere di lavorazione in massa) l'adozione dell'unico sistema di tolleranze ad albero base, che richiede una spesa, per l'attrezzatura di lavorazione e di controllo, notevolmente più forte che per il sistema foro base, e deliberò l'adozione di ambedue i sistemi, ad albero base, ed a foro base, a seconda delle particolari condizioni dell'industria.

Il Comitato, preso poi atto della relazione dell'Ing. Cav. Uff. Ratti, delegato dell'U. N. I. alla Conferenza Internazionale di unificazione tenutasi a New York nel mese di aprile scorso e nella quale i delegati di diciotto nazioni approvarono la costituzione di un Ente internazionale di Unificazione, decideva di aderirvi.

Sono state, infine, sanzionate le unificazioni relative alla serie dei diametri normali, alle indicazioni delle lavorazioni delle superfici, ed ai tratteggi da usarsi nei disegni tecnici.

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Società Nazionale per lo sviluppo delle Imprese Elettriche — Milano — Capitale L. 20.000.000.

E' stato approvato il bilancio dell'esercizio del 31 marzo u. s., che registra L. 3.235.728 di utili che permettono di distribuire il 10 per cento agli azionisti.

Soc. Anonima Forze Idrauliche Trezzo d'Adda - Benigno Crespi — Milano — Capitale L. 60.000.000.

Il bilancio chiuso al 31 marzo 1926 contempla un utile netto di L. 5.255.553, sul quale si distribuisce agli azionisti un dividendo di L. 30 per azione.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Officine Elettromeccaniche Fausto Alberti — Milano.
Aumenta il capitale da L. 50.000 a L. 750.000 emettendo 1400 azioni da L. 500.

Società Anon. Forni Elettrici Alta Temperatura — Roma.
Venne deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 1.000.000 a L. 1.500.000.

Officine Elettrochimiche Trentine — Milano.
E' stato approvato l'aumento del capitale da Lire 1.500.000 a Lire 2.250.000 mediante emissione di 750 azioni da L. 1000.

Società Elettrica Sarda — Milano.
Ha deliberato di raddoppiare il capitale sociale portandolo da 50 milioni a 100 milioni distribuiti in azioni da L. 100.

Società Anon. Biella-Oropa per Trazione Elettrica — Biella.
Venne deliberato l'aumento del capitale da Lire 4.000.000 a Lire 7.000.000 emettendo nuove azioni da L. 500.

Società Anon. per Distribuzione di Energia Elettrica Ing. Banfi — Arcore.
Venne deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 3.600.000 a L. 4.800.000 emettendo 12.000 azioni da L. 100.

Società Anon. Distribuzione Energia Elettrica — Milano.
E' stato approvato l'aumento del capitale da Lire 1.000.000 a L. 2.000.000, coll'emissione di 10.000 azioni da L. 100.

Società Pavese di Elettricità «A. Volta» — Pavia.
Aumenta il capitale da L. 700.000 a L. 1.400.000 elevando il valore nominale delle azioni da L. 50 a L. 100 mediante prelievo di corrispondente somma dalle riserve.

Società Elettrica Valsassinese — Introbio.
Aumenta il capitale da L. 60.000 a L. 600.000.

Società Costruzioni Elettriche Telefoniche — Milano.
Venne approvato l'aumento del capitale da L. 50.000 a L. 200.000.

Società Impianti ed Esercizi Elettrici — Oleggio.
Venne deliberato l'aumento del capitale da L. 320.000 a L. 350.000.

Società Anonima Idroelettrica Sile — Treviso.
Aumenta il capitale da L. 100.000 a L. 1.000.000 coll'emissione di 9000 azioni da L. 100.

Società Elettrica Valdobbiadene — Valdobbiadene.
Eleva il capitale sociale da L. 500.000 a L. 1.000.000 con 5000 azioni nuove da L. 100.

Società Trazione Elettrica Lombarda — Milano.
E' stato deliberato l'aumento del capitale da L. 12.000.000 a L. 16.000.000 mediante emissione di azioni da L. 500.

Società Accumulatori Dott. Scaini — Milano.
Eleva il capitale sociale da L. 2.000.000 a L. 3.500.000 coll'emissione di 15.000 azioni da L. 100.

Società Anon. Veneta Accumulatori Elettrici — Venezia.
E' stato approvato l'aumento del capitale sociale da L. 10.000 a L. 150.000 emettendo 140 azioni da L. 1000.

Società Anon. Verbano per Trazione Elettrica — Roma.
Venne deliberato di ridurre il capitale sociale da L. 1.600.000 a L. 1.594.850, annullando 35 azioni di seconda emissione. Successivamente il capitale viene elevato a L. 2.200.000 mediante emissione di 24.000 azioni nuove da L. 25; vengono inoltre emesse nuove obbligazioni da L. 250.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

S.A.L.E. - Soc. An. Lavorazioni Elettromeccaniche — Milano.
Si è costituita con capitale di L. 6000 in 60 azioni da L. 100.

Società Anonima Supercomparadio — Milano.
Venne costituita con capitale di L. 10.000 in dieci azioni da L. 1000.

Soc. Esercizi Elettrici Lazio-Sabina — Roma.
E' stata costituita con capitale di L. 100.000 in 1000 azioni da L. 100, successivamente aumentato a 7.000.000.

Soc. Idroelettrica dello Sperando Ing. Lapo degli Uberti e C. — Firenze.
Venne costituita con capitale di L. 500.000.

Società Elettrica Frentana — Campobasso.
E' stata costituita con capitale di L. 1.000.000 in 1000 azioni da L. 1000.

Soc. Costruzione Apparecchi Termoelettrici — Brescia.
Si è costituita con capitale di L. 10.000.

American Radio Co. - Soc. Anonima Italiana — Milano.
Venne costituita con capitale di L. 50.000 in 100 azioni da L. 500.

S. A. Sgrassatura Elettrochimica Cascami S. E. C. — Milano.
Venne costituita con capitale da L. 30.000 in 60 azioni da L. 500.

«Sigea» - Soc. Ital. Graduati Elettrici e Applicazioni Affini — Roma.
E' stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

Società Elettrica Centrale — Parma.
Si è deliberato di sciogliere la Società e metterla in istato di liquidazione.

Società Anonima Idroelettrica Val Cismon — Belluno.
E' stato approvato lo scioglimento e la messa in liquidazione della Società.

Società Elettrica del Sangro — Paglieta.
Venne approvato lo scioglimento della Società e la sua messa in liquidazione.

* *

La crisi francese sembra abbia trovato un punto di arresto. Dopo una ridda di Ministeri intenti sopra tutto a battere il record della corta durata, siamo arrivati ad un Ministero Poincaré del quale fanno parte molti ex Presidenti del Consiglio e che rappresenta un supremo tentativo di concentrazione nazionale.

Poincaré gode meritata fama di uomo energico, e la favorevole impressione lasciata dal suo avvento al potere si è subito ripercossa sull'andamento del franco il quale ha rapidamente riguadagnato molta parte del valore perduto negli ultimi tempi di panico. Poincaré è riuscito con una procedura molto sollecita a far approvare alla Camera ed al Senato i nuovi provvedimenti fiscali i quali importano pel Paese un aggravio ulteriore di oltre 5 miliardi. Resta a vedersi fin dove il Paese risponderà all'impulso che il Governo cerca di dare alla sua ripresa. Non mancano i profeti di cattivo augurio che vedono nella costituzione stessa del Ministero Poincaré i germi della discordia che dovrebbe lasciare anche ad esso una breve vita. Tutti gli amici della Francia non possono non augurare al nuovo Ministro di riuscire nell'arduo compito assunto, pel benessere non soltanto del suo Paese ma, si può dire, d'Europa.

Il Belgio è ricorso esso pure alle misure estreme approvando la concessione dei pieni poteri al Re pel risanamento finanziario. Il Sovrano ha cominciato la sua opera con un programma di severe economie e di oculato raccoglimento. Si parla anche di trattative per un prestito presso un gruppo di banchieri olandesi.

Prima di lasciare il potere Caillaux è riuscito a stipulare, con relativa facilità, un accordo coll'Inghilterra per la sistemazione del debito di guerra della Francia. Il debito, valutato in 653 milioni di sterline, sarebbe estinto con una serie di annualità che cominciando da quattro milioni di sterline nell'anno 1926-27 saliranno fino a 12 milioni nel 1930 per continuare così fino al 1957, e divenire poi di 14 milioni di sterline fino all'estinzione prevista nel 1988.

La Camera francese non sembra tuttavia ben disposta nè verso l'accordo inglese nè tanto meno verso quello americano. Si è anzi andata manifestando in Francia una decisa reazione contro il pagamento dei debiti di guerra, reazione esplicitamente specializzata con aspri e ripetuti attacchi all'America. Il problema dei debiti viene ripresentandosi nuovamente nella sua interezza e la convinzione della necessità di una revisione generale si va sempre più diffondendo.

In queste condizioni di cose presenta particolare interesse la venuta in Europa del Segretario del Tesoro americano, Mellon. Sebbene egli abbia ripetutamente dichiarato di essere venuto allo scopo di godere un periodo di vacanze, i frequenti e ripetuti contatti che va prendendo colle maggiori personalità finanziarie e politiche europee bastano a sfatare quella sua dichiarazione.

Si parla anzi apertamente di un riesame completo da parte americana della situazione finanziaria europea. Vero è che da oltre Oceano giungono voci poco rassicuranti che riconfermano l'immutato punto di vista dell'America. E' difficile perciò prevedere quali possano essere gli sviluppi ulteriori della situazione, che pure va certamente maturando verso una diversa impostazione. Notiamo solo che fra gli abboccamenti, Mellon ne ebbe alcuni coi nostri Ministri e coll'on. Mussolini.

Da varie parti si afferma che i circoli finanziari inglesi avrebbero in animo di provocare prima della fine dell'anno, una conferenza economica fra l'Inghilterra, l'Italia, la Francia, il Belgio, gli Stati Uniti e la Germania per rivedere il piano Dawes per le riparazioni tedesche e studiare il modo di sistemare le finanze europee. In Germania si è andato manifestando un movimento inteso a creare una intesa europea, e una collaborazione fra le Nazioni del vecchio mondo: *Timoteo Danaos...*!

Per quanto riguarda il piano Dawes, si annuncia che nei primi nove mesi della seconda annualità, cioè dal 1° settembre 1925 al 31 maggio 1926, le entrate effettive accertate sono state di 823 milioni di marchi. I pagamenti effettuati agli Alleati durante questi nove mesi furono di 840 milioni di marchi oro, in parte presi da un residuo non distribuito, di 107 milioni, della precedente annualità. Per il nuovo anno 1926-27 è preventivato un introito complessivo di 1200 milioni.

La Società delle Nazioni è stata nuovamente chiamata in causa per una ragione che ci riguarda molto da vicino. Abbiamo altra volta parlato degli accordi italo-inglesi per l'Abissinia, accordi che erano stati comunicati al Governo etiopico e regolarmente notificati alla Società delle Nazioni. Improvvisamente il Reggente etiopico Ras Tafari protesta contro l'accordo stesso che giudica intollerabile per la sovranità etiopica. La cosa ha alquanto sorpreso poichè giungeva inaspettata e contrastava singolarmente colla attitudine precedentemente tenuta dal Governo etiopico. La stampa inglese vi ha riconosciuto l'azione diretta della Francia, come sempre gelosa di ogni manifestazione dei Paesi che confinano colle sue colonie.

* *

Le notevoli ripercussioni che la crisi del franco francese ha avuto sul cambio della nostra lira, hanno richiamato l'attenzione di tutto il Paese sulla necessità di una più alacre ed intensa opera di risanamento economico ed hanno creato l'ambiente psicologico adatto per iniziare quella che si è voluta chiamare, la battaglia economica.

Il Governo l'ha iniziata con una serie nutrita di provvedimenti legislativi che tendono a realizzare la vecchia norma tante volte ripe-

tuta: produrre di più, consumare di meno e consumare prodotti nazionali. L'esito della battaglia ora impegnata dipenderà naturalmente per la maggior parte dall'appoggio più o meno volontoso che i cittadini daranno alle direttive del Governo, e ciò giustifica l'opera intensa e diffusa di propaganda che viene fatta a tale scopo.

Il movimento è stato iniziato il primo giorno di luglio con un Decreto sulla disciplina dei consumi, che contiene alcune disposizioni importanti. Oltre alla proibizione dell'apertura di nuovi locali ad uso di bar, pasticcerie e simili, il Decreto stabilisce delle limitazioni anche per l'industria edilizia. Viene infatti vietata la costruzione di edifici di lusso, per i quali tuttavia viene fatta eccezione quando siano previsti da piani regolatori prestabiliti e in via di esecuzione. Si tende così a limitare i consumi dei materiali da costruzione, agendo anche favorevolmente sulla bilancia delle importazioni ed esportazioni, e frenando l'aumento dei prezzi; come è noto, ripetuti provvedimenti vennero presi dal Governo per agire sul mercato dei materiali da costruzione ma senza che lo scopo cercato, di una limitazione dei costi, abbia potuto essere praticamente raggiunto, almeno in misura notevole.

Un'altra interessante disposizione del Decreto citato, è quella riguardante l'impiego dell'alcool come carburante. E' noto come le miscele di alcool e benzina siano state sperimentate con largo successo all'estero e specialmente in Francia dove hanno trovato grande diffusione. La presente prescrizione del nostro Governo fa obbligo a tutti i produttori di vino di cedere alle distillerie, certe determinate quantità di vino per ricavarne alcool anidro; dal 1° novembre prossimo la benzina usata come carburante per automobili dovrà essere sempre mescolata, in una certa proporzione, con alcool.

Lo scopo del Decreto è evidentemente quello di ridurre il consumo e quindi la importazione di benzina e nello stesso tempo di creare uno sfogo alla produzione nazionale di vino che ostacolata nella esportazione, minaccia di trovarsi in difficoltà. Entrambi i fini sono indubbiamente utili a raggiungersi, nè è questa la sede per discuterne il valore tecnico, sebbene non si possa a meno di prospettare dei dubbi sulla convenienza economica dell'impiego dell'alcool di vino mentre la tecnica moderna sa produrre l'alcool da una grande quantità di materie di rifiuto o da residui.

Un'altra disposizione del Decreto del 1° luglio che ha una importanza notevole non soltanto economica ma anche, e forse più, sociale è quella relativa alle nove ore di lavoro. Le industrie vengono infatti autorizzate a richiedere agli operai un'ora di lavoro straordinario, oltre le otto ore legali, senza obbligo di corrispondere alcun aumento sul compenso orario normale. Tale disposto viene, in pratica, a sanzionare uno stato di cose che già si era spontaneamente andato stabilendo in molte industrie strette dalla necessità della concorrenza. Ad ogni modo, è certo che alcune industrie potranno avvantaggiarsi del presente Decreto per ridurre i costi di produzione ed agevolare così l'esportazione dei relativi prodotti. E' sintomatico rilevare come il Decreto sia stato accettato pacificamente anche dalla massa operaia e non abbia dato luogo nemmeno a platoniche proteste.

Tutti questi provvedimenti sono stati largamente commentati all'estero dove in generale essi vengono approvati come indice di una grande fermezza di direttive verso il risanamento economico della Nazione. Specialmente in Francia si è largamente lodata la energia del nostro Governo, in così particolare contrasto colle condizioni della vicina Repubblica.

Continuando nella via intrapresa il Governo ha chiesto al Paese nuovi sacrifici, stabilendo il ritorno al tipo unico di pane con abburratamento dall'80 all'85 per cento e proibendo la confezione di tipi di pane di lusso, e di dolci e pasticcerie fatti con farina di grano. Si continua così la battaglia del grano per il risanamento della bilancia commerciale.

Secondo le prime valutazioni ufficiali, il prodotto granario nella ultima campagna toccò i 56 milioni di quintali di grano; la superficie coltivata a grano fu aumentata di 125.000 ettari rispetto all'anno precedente e, ciò che ancora più importa, si verificò un aumento di un quintale per ettaro nel prodotto medio che fu di quintali 11,50.

Colle attuali disposizioni sulla panificazione si calcola di realizzare una economia di circa 6 milioni di quintali di grano, mentre altri due milioni si dovrebbero risparmiare per effetto della proibizione di confezionare pane di lusso e dolci. Così, per l'accresciuta produzione e per il diminuito consumo, noi potremo quest'anno importare almeno 15 milioni di quintali di grano meno di quanto sarebbe stato altrimenti necessario.

Sempre allo scopo di influire sulla riduzione delle importazioni, il Ministro dei LL. PP. ha emanato delle norme nelle quali prescrive agli Enti Pubblici le direttive da seguire nelle costruzioni per la utilizzazione dei materiali nazionali a preferenza di quelli esteri.

Il legno ad esempio, così largamente usato nelle costruzioni e nei cantieri, pesa gravemente sulla nostra bilancia degli scambi; il Ministro prescrive che l'impiego del legname sia ridotto al minimo sostituendolo dove è possibile con altri materiali, abolendo i pavimenti di legno, adottando solai in cemento e laterizi che permettano di economizzare grandemente l'impiego di legno nelle armature, abolendo gli steccati da sostituirsi con reticolati o simili, ecc.

Viene poi raccomandato l'impiego delle pietre naturali, della pozzolana e delle calci idrauliche, a preferenza, ove sia possibile, di altri materiali che per la loro confezione richiedono forti consumi di combustibili. Una lunga serie di simili disposizioni è stata emessa dal Ministro, con indicazioni molto particolareggiate.

Altre deliberazioni ha preso il Consiglio dei Ministri per la migliore utilizzazione delle risorse naturali del nostro Paese, e special-

mente di quelle minerarie non sempre sfruttate con quella intensità che le esigenze economiche nazionali vorrebbero e che i progressi tecnici, permetterebbero. Vennero nominate apposite Commissioni le quali devono studiare i problemi delle singole imprese esistenti, così dal lato economico come da quello tecnico.

Per l'alluminio, lo zinco ed il piombo, di cui la nostra terra non è povera, si è concretato un piano di sfruttamento che dovrebbe permetterci di liberarci completamente dalle importazioni.

Per il rame si sta costituendo un Ente unico che dovrebbe comprendere tutte le concessioni di miniere ora esistenti, spingendo ulteriormente l'utilizzazione dei minerali disponibili, mediante l'impiego di mezzi tecnici più perfezionati; analogamente a quanto viene fatto all'estero dove sono largamente sfruttati minerali che da noi sono considerati infruttiferi.

Si stanno poi avviando i lavori di ricerche petrolifere nelle località più promettenti. Per queste ricerche noi siamo ora molto bene attrezzati grazie al materiale chiesto ed ottenuto dalla Germania in conto riparazioni.

Sono intercorsi accordi fra il Governo ed i maggiori esponenti della industria siderurgica, per un più intenso sfruttamento dei minerali di ferro nazionali. Si ritiene di poter arrivare in tal modo a ridurre notevolmente l'importazione di prodotti siderurgici, forse di un quarto o anche di un terzo del valore attuale, ciò che porterebbe ad una economia di circa 350 milioni all'anno. A tale scopo il Governo ha concesso degli alleggerimenti nelle norme in vigore per gli scavi di miniera nell'Isola d'Elba.

Altre disposizioni minori sono state ancora prese dal Ministro dell'Economia Nazionale, intese alla migliore utilizzazione dei concimi naturali per l'agricoltura, al disciplinamento del mercato del pesce, a opere di irrigazione, ecc. Di qualche maggiore rilievo è una deliberazione per stanziamento di fondi intesi a facilitare la organizzazione tecnica delle piccole industrie, e la costituzione di un Istituto Commerciale per favorire l'esportazione dei prodotti delle piccole industrie stesse.

Si tratta come si vede di un complesso di provvedimenti di varia portata, ai quali altri vanno di giorno in giorno aggiungendosi. E' un lavoro paziente di valorizzazione di tutte le energie e di tutte le risorse nazionali, il quale, se proseguito con costanza ed energia, non può a meno di portare felici conseguenze. Molto dipende dalla collaborazione che all'opera del Governo porteranno i cittadini, specialmente per quanto riguarda la riduzione delle importazioni e la preferenza ai prodotti nazionali. A questo riguardo non sarà mai eccessiva ogni opera di propaganda e di persuasione per scuotere gli indifferenti o gli incoscienti che sono purtroppo, in questa materia, gran numero.

*

Ai provvedimenti sopra elencati, altri sono da aggiungere, di carattere più strettamente finanziario. L'andamento dei cambi è sempre preoccupante e l'azione di Governo è intesa a mettere in efficienza tutte le cause intrinseche di robustezza e di resistenza che la nostra valuta possiede. A questo proposito è opportuno osservare che il tasso di riporto minimo della lira è salito notevolmente così a Zurigo come in America. Questo fatto dimostra che sul mercato internazionale la lira, anziché essere offerta oltre la domanda, è insufficiente ai bisogni, come è segnalato anche dalla grande limitazione di lire italiane per conto di banche estere, presso le maggiori nostre banche. Il ribasso della lira sul mercato internazionale è perciò dovuto più che altro a manovre di speculazione, manovre che sembrano svolgersi principalmente in Germania e nella Svizzera.

Le ragioni di fiducia nella saldezza intrinseca della nostra moneta sono parecchie. Il bilancio dello Stato è sistemato e presenta un largo margine di avanzo. I debiti di guerra sono stati consolidati in modo che il loro pagamento, effettuato mediante le riparazioni tedesche, non viene più a gravare direttamente sull'economia nazionale. Il debito pubblico è in costante diminuzione, e, tenuto conto del diverso valore della unità monetaria, è oggi complessivamente inferiore all'anteguerra. La circolazione è anch'essa in progressiva diminuzione, ad onta del fluire del valore della moneta; essa è anche meglio diretta e sorvegliata di prima, grazie all'accentramento del diritto di emissione nella sola Banca d'Italia.

La circolazione complessiva, sia per conto dello Stato che per conto del Governo, ammontava, al 30 giugno scorso, a 19681 milioni di lire: essa presentava quindi una diminuzione di 2219 milioni in confronto al massimo raggiunto alla fine del 1920 e un aumento di 891 milioni rispetto al minimo assoluto toccato nel maggio 1923. Rispetto al 30 giugno 1925 la circolazione è diminuita di 367 milioni, e di 143 milioni rispetto al 30 maggio 1926. Approfittando del largo avanzo presentato dal bilancio dello Stato nell'esercizio 1925-26 ora chiusi, il Ministro Volpi ha disposto per il riscatto anticipato di oltre 700 milioni di lire di Buoni del Tesoro e per l'annullamento di 848 milioni di prestito redimibile al 4,75 % posseduto da grandi Amministrazioni parastatali, Casse di Risparmio, ecc., e che costituiva un debito dello Stato, redimibile al 100 per 100. Si realizza così una diminuzione di un miliardo e mezzo nel debito pubblico. Il debito pubblico effettivo viene così portato a 89.863 milioni, i Buoni del Tesoro ordinari a 17 miliardi, mentre il debito annuale per interessi diminuisce di circa 75 milioni.

Con generale soddisfazione è stata accolta la decisa soppressione del Consorzio valori, che dovrà scomparire entro tre mesi. Questa disposizione era stata più volte invocata trattandosi di eliminare un

organismo che aveva sempre fatalmente operato per allargare la circolazione. La soppressione ora decretata dovrebbe permettere di realizzare entro i prossimi tre mesi una ingente diminuzione di circolazione cartacea la cui utilità era essenzialmente limitata alla parte meno sana del commercio. Si tratta di una operazione di vasta portata che servirà a liquidare uno degli ultimi strascichi del dopo guerra, e che potrà segnare un passo importante nell'attuale battaglia monetaria ed economica.

Una particolare importanza acquista per l'industria elettrica una recente interrogazione rivolta al Ministro dell'Economia Nazionale su di una clausola che alcune poche Società produttrici di energia elettrica avevano cominciato ad introdurre nei loro contratti. Si tratta cioè della clausola secondo la quale i prezzi stabiliti in contratto per la fornitura di energia elettrica devono essere sottoposti a periodica revisione sulla base delle variazioni di rapporto fra la lira oro e la lira carta.

Tale disposizione, di cui è evidente la incongruenza colle direttive generali seguite in materia monetaria dal nostro Governo, aveva suscitato largo malcontento negli utenti, malcontento manifestatosi nella interrogazione rivolta al Ministro dell'Economia Nazionale. Come era da attendersi il Ministro ha nettamente sconfessato questa disposizione ribadendo «il concetto che in proposito il Tesoro ha replicatamente manifestato e cioè che la lira oro, in Italia, come valuta legale e di conto non esiste. La moneta a corso legale, con potere liberatorio e rappresentante l'unità di misura, è soltanto la lira carta, e quando si tratti di regolare i rapporti di debito con l'estero, non si può ricorrere che alla divisa estera. In ossequio a questi elementari concetti, replicatamente confermati, il Tesoro ha sempre, sistematicamente, dato parere sfavorevole a qualunque progetto di bilanci e di contratti che adottassero come base di ragguaglio la lira oro».

La risposta del Governo è dunque definitiva in materia, e dovrebbe risolvere la controversia. Non poteva dubitare di essa chi avesse presenti i precedenti notevoli e numerosi in questo campo.

Sempre allo scopo di limitare le spese e aumentare i rendimenti, il Governo ha preso altre deliberazioni di minore importanza. Ricordiamo fra l'altro una serie di provvedimenti intesi ad ottenere una semplificazione ulteriore nei servizi statali; la limitazione del personale colla proibizione di nuove assunzioni o di ampliamento degli organismi; la semplificazione nella contabilità mediante l'arrotondamento delle cifre nei conti, ecc. Di qualche maggiore importanza è la decretata soppressione di ben 95 Sottoprefetture, sulle 167 ora esistenti nel Regno.

*

L'esercizio 1925-1926 si è chiuso con un risultato veramente soddisfacente. L'avanzo effettivo registrato al 30 giugno 1926 è stato di 1489 milioni; dal maggio al giugno si è avuto un miglioramento di 687 milioni. Alla stessa data del 30 giugno le disponibilità di Cassa ammontavano a 3980 milioni, mentre erano di 1912 milioni al 30 giugno 1925. Come si è già detto tale disponibilità di cassa ha permesso di operare una forte riduzione nel debito pubblico che, al 30 giugno, ammontava a 91.309 milioni.

Per misurare la portata intera del progresso compiuto, occorre ricordare che il bilancio 1923-24 si chiudeva con 623 milioni di disavanzo e che quello dell'esercizio 1924-25 registrava soltanto 210 milioni di avanzo. L'avanzo ora ottenuto rappresenta un vantaggio di 1311 milioni su quello contemplato dallo stato di previsione del bilancio, che era di soli 178 milioni.

Bisogna ancora notare che l'avanzo fu conseguito, sebbene si sia caricato il bilancio di maggiori spese per ben 2597 milioni, e che alla formazione di esso ha contribuito, per 540 milioni, l'alleggerimento prodotto dall'avvenuto consolidamento dei debiti di guerra.

Quello delle maggiori spese, è un lato del problema che merita di essere attentamente sorvegliato perchè è indice di una tendenza che può andar divenendo pericolosa per l'equilibrio stabile del bilancio. L'aumento delle spese si è manifestato in tutti i Ministeri e specialmente in quello delle Finanze che segna un aumento di 1535 in conseguenza di costruzioni ferroviarie, sussidi a Enti locali, ecc. Il collocamento del prestito di 100 milioni di dollari agli Stati Uniti, e gli interessi per lo stesso hanno gravato per circa 200 milioni. Altri 156 milioni circa, sono dovuti a interessi su obbligazioni e Buoni a lunga scadenza emessi in Italia. Il Ministero della Guerra ha avuto maggiori spese per 600 milioni, quello degli Interni per 310 milioni, quello dell'Istruzione per 150 milioni, dell'Aeronautica per 104 milioni, ecc. La maggior parte di queste maggiori spese hanno carattere continuativo ed in ciò sta la loro importanza. Occorre assolutamente che sia messo un freno a questo rallentamento di severità finanziaria che potrebbe compromettere tutto il nostro lavoro di risanamento, se andasse aggravandosi. Già il Governo ha mostrato di preoccuparsi della cosa ed il Ministro Volpi in un suo discorso affermava recentemente la necessità di un severo controllo nelle spese e di una politica di rigida economia nelle finanze statali; controllo e rigidità finanziarie che troveranno la loro esplicazione migliore in una accurata e severa selezione delle spese eliminando tutte quelle non direttamente fruttifere o non dettate da vera necessità. In questa opera di selezione e di economia non può mancare al Governo l'appoggio di tutti i buoni cittadini.

Fortunatamente il ritmo delle entrate conserva il suo impulso vigoroso.

Secondo le prime cifre ufficiali, che potranno subire qualche spo-

stamento, le entrate principali dello Stato sono arrivate a 16.109 milioni, segnando così un aumento di 770 milioni su quelle dell'esercizio precedente e di 3709 milioni sullo stato di previsione. L'incremento è dovuto nella quasi totalità alle entrate ordinarie, e per soli 237 milioni alle entrate straordinarie. Il massimo aumento sullo stato di previsione si è verificato nelle quote di cambio nei dazi di importazione per 1361 milioni di lire, nelle imposte dirette per 995 milioni, nelle imposte sui trasferimenti e affari per 597 milioni, e in misura minore in altre imposte; non vi hanno invece contribuito le imposte sui trasporti, quelle sui fabbricati e alcune imposte sui consumi.

Le imposte dirette hanno gettato nell'ultimo esercizio 5758 milioni con un aumento di 46 milioni sulle entrate dell'esercizio precedente; tale aumento risulta da un maggior gettito di 460 milioni nelle imposte dirette e da una diminuzione di 113 milioni nel centesimo di guerra, di 202 milioni nel contributo dei mutilati, e di altre imposte in via di liquidazione. Le tasse sugli scambi in genere hanno prodotto 3499 milioni nell'esercizio 1925-26 con un aumento di 438 milioni sull'esercizio precedente. Le imposte indirette sui consumi hanno dato un gettito di 3162 milioni con un incremento di 81 milioni sull'esercizio 1924-25; sono risultate in aumento per 401 milioni le imposte di fabbricazione, per 114 milioni il dazio sul grano, per 163 milioni la addizionale sull'alcool, mentre sono state in diminuzione le dogane per 260 milioni, e l'imposta generale sul vino per 297 milioni.

Le privative industriali continuano a lasciare un largo margine di utile. Nell'esercizio ora chiuso, esse hanno prodotto complessivamente 3640 milioni segnando sull'esercizio precedente un aumento di 211 milioni; esso è dovuto principalmente per 168 milioni ai tabacchi, per 22 milioni al prodotto netto del lotto, e per 4 milioni al monopolio del sale. Il gettito di queste entrate non cessa di aumentare: nella prima decade del luglio 1926 si sono infatti introitati per soli tabacchi 72 milioni di lire, con aumento di circa un milione al giorno rispetto alla stessa decade dell'anno 1925.

*

Altri dati di fatto interessanti sono stati fatti conoscere sull'andamento economico attuale del Paese. Particolarmente interessante a questo riguardo è stato il discorso pronunciato dal Ministro Volpi a Bologna, nel quale sono state riassunte le condizioni generali della nostra vita economica.

Il movimento delle Società per Azioni ha risentito fortemente la contrazione imposta dal Governo mediante i noti Decreti pubblicati pochi mesi or sono. Che fosse necessario ricondurre a più ragionevoli proporzioni lo sviluppo finanziario di queste aziende, si può desumere osservando l'andamento degli investimenti nell'ultimo decennio. Nel 1914 le Società per Azioni, da 848 con 2212 milioni quale erano nel 1900, erano già salite a 3138 con circa 6 miliardi di capitale. Nel 1921 si trovano 6191 Società per azioni che rappresentano un capitale di 20.350 milioni circa; tre anni dopo, nel 1924 si arriva a 9078 Società con un capitale complessivo di 28.420 milioni; nel 1925 le Società sono diventate 10.737 e il capitale è salito a 36.480 milioni. Questo vertiginoso movimento è stato compresso dopo che il Governo è intervenuto a controllarlo, tanto che al 30 giugno 1926 contiamo 11.285 Società e 38.822 milioni di capitale. Questo enorme capitale, che costituisce circa il doppio del valore totale della nostra circolazione cartacea, è stato facilmente assorbito nella sua massima parte, dal risparmio.

E' opportuno osservare che di questo volume azionario, solo 5 miliardi circa costituisce il movimento di Borsa; ciò permette di valutare nella giusta portata, senza esagerazioni pessimistiche l'andamento pesante dei titoli quotati in Borsa.

E' stato pubblicato il rendiconto per l'anno 1925 della Cassa Depositi e Prestiti, la quale ha potuto registrare un saldo attivo di 5211 milioni. Il Tesoro ha realizzato così un utile complessivo di 469 milioni di lire.

Il movimento nei porti è sempre attivo. Durante il mese di giugno approdarono 15.078 navi sbarcando 1.978.935 tonnellate di merci e 207.486 passeggeri. Partirono dai nostri porti nello stesso mese di giugno, 14.474 navi imbarcando 635.483 tonnellate di merci e 175.711 passeggeri. La partecipazione della bandiera nazionale al movimento complessivo fu del 95 % per numero delle navi, del 78 % per la stazza netta, e del 72 % per il tonnellaggio delle merci imbarcate o sbarcate.

Al primo giugno 1926, il naviglio in disarmo nei porti italiani per ragioni economiche, era di soli 19 piroscafi per un tonnellaggio lordo di 40.659 tonnellate, pari cioè a circa l'1,38 % del tonnellaggio nazionale totale, oltre a 40 velieri per 2416 tonnellate pari all'1,18 % del tonnellaggio a vela totale.

Una statistica americana permette alcuni confronti interessanti fra le riserve delle diverse Banche di emissione. Prima della guerra le riserve erano valutate a 3759 milioni di dollari di cui: 262 nelle Banche Federali e nella Tesoreria degli Stati Uniti di America, 2546 nelle casse delle Banche europee di emissione e 951 negli altri Stati del mondo. Alla fine del 1925 la situazione è completamente cambiata. La riserva aurea degli Stati Uniti è aumentata a 2870 milioni di dollari, mentre quella delle Banche Europee scendeva a 2517 milioni, e quelle complessive degli altri Stati salivano a 2417 milioni di dollari. Le riserve europee in particolare erano così distribuite: Francia 711 milioni, Germania 288 milioni, Inghilterra 703 milioni, Russia 94 milioni, Spagna 490 milioni, Austria 12 milioni, Italia 219 milioni. Mentre

dunque dal 1913 al 1925, le Banche degli Stati Uniti aumentavano di 2608 milioni di dollari la loro consistenza aurea, le Banche europee perdevano 26 milioni di dollari del loro oro.

A proposito del movimento di denaro fra i due continenti, merita di essere ricordato il successo dell'operazione compiuta dalla FIAT col concorso della Casa Morgan. Si trattava di collocare un ammontare complessivo di obbligazioni per 300 milioni di lire; esse furono totalmente sottoscritte sul mercato americano nel termine di un'ora, ciò che dimostra la fiducia che è goduta dalla nostra grande Casa automobilistica. Corrono voci su un probabile accordo industriale fra la General Motor Co. americana e la FIAT; non è possibile dire quale fondamento esse abbiano. Ad ogni modo si assicura che anche dopo la cessione delle 400.000 azioni riservate in opzione ai sottoscrittori americani delle obbligazioni, la maggioranza delle obbligazioni FIAT è saldamente tenuta dall'attuale gruppo dirigente che fa capo al Credito Italiano. Il valore patrimoniale della FIAT è stato calcolato dei tecnici americani, pari a 1.800 milioni.

Il movimento commerciale coll'estero segna un notevole miglioramento nel mese di giugno. Durante tale mese si esportarono merci per un valore complessivo di 1.636.349.824 lire e se ne importarono per 2.755.952.841, segnando sul precedente mese di maggio un aumento di 334 milioni nelle esportazioni e di 272 milioni nelle importazioni. Si ebbe cioè nel giugno un minore aggravio di 62 milioni, mentre nello scorso anno, dal maggio al giugno, la bilancia degli scambi aveva peggiorato di 106 milioni.

*

Il mercato dei titoli sembra lentamente avviarsi verso il suo risanamento, pur tra oscillazioni e dubbiezze. Le borse sono state in generale improntate ad una buona fermezza che è andata gradatamente maturando in un movimento di risveglio proseguito fino alla chiusura del mese.

Siamo ancora lontani dalle riunioni movimentate e brillanti a cui eravamo abituati nello scorso anno, e la massa complessiva degli affari è sempre piuttosto scarsa. Tuttavia ci sono stati sintomi di un rinnovato interessamento del risparmio per il mercato dei titoli e specialmente sulla fine del mese il volume degli affari è andato crescendo.

I titoli di Stato sono stati alquanto movimentati ed hanno avuto anche momenti di grande favore che hanno portato il Consolidato a sfiorare il 94; ma, in contrasto col restante della quota, il loro andamento è stato nel complesso piuttosto pesante. Il consolidato chiude in ripresa a 90,60 e la Rendita, pure in ripresa, a 66,35.

Alquanto movimentati i Bancari, i quali pur attraverso un periodo di qualche pesantezza, si avvantaggiano di parecchi punti. Le Banche d'Italia superano largamente il 1400 dopo aver sfiorato anche 1500; le Commerciali chiudono a 1366 dopo aver superato anche 1380; le Credito e le Nazionali guadagnano pure alcuni punti.

In vivace generale ripresa il gruppo tessile, il quale progredisce in tutti i suoi titoli, ad eccezione di quelli della seta artificiale molto pesanti. I maggiori vantaggi sono conseguiti dalle Cantoni che da 3850 passano a 4500; parecchi altri titoli segnano plus valori notevoli.

Nel gruppo metallurgico e minerario, abbastanza movimentato e ben sostenuto, favorite specialmente le Montecatini, le Metalli, e la Fiat con mercato molto attivo.

Fermissimi i titoli dei trasporti; in progresso quelli di esportazione. Anche i titoli saccariferi e gli alimentari conseguono dei vantaggi. I titoli elettrici hanno avuto complessivamente un buon mercato, che però si appesantisce in chiusura per effetto di vendite di realizzo.

RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei titoli elettrici nel luglio 1926.

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	300	615	640	662
Conti	250	409	413	436
Vizzola	500	1040	1080	1105
Bresciana	100	220	231	252
Adamello	200	243	242	251
Unione Esercizi Elettrici	50	99.50	104	107
Elettrica Alta Italia	250	230	290	300
Officine Elettr. Genovesi	250	312	308	333
Adriatica	100	180	188	205
Negri	100	220	220	250
Ligure Toscana	200	273	283	313
Generale Elettr. della Sicilia	100	114	122	133
Elettrica Brioschi	250	395	420	422
Emiliana Esercizi Elettrici	35	41.50	42	44.50
Idroelettrica Trezzo	250	395	397	433
Elettrica Valdarno	100	131.50	140	154
Tirso	250	195	200	220
Terni	400	469	478	501
Elettriche Meridionali	250	295	285	308
Idroelettrica Piemontese	125	169	173	195
Elettrica Sarda	100	170	170	120
Dinamo	100	130	130	138

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

PROGRAMMA DELLA XXXI RIUNIONE ANNUALE

1-7 Settembre 1926 - BRESCIA - Palazzo Bargnani, Via Carlo Alberto

MERCOLEDÌ 1 SETTEMBRE.

- Ore 9: Inscrizioni e Commissioni.
- » 11: Seduta inaugurale al Palazzo Bargnani.
- » 14: Seduta e lavori.
- » 18: Ricevimento in Municipio.
- » 21: Consiglio Generale dell'A.E.I. alla Sede del Congresso.

GIOVEDÌ 2 SETTEMBRE

- Ore 9: Seduta e lavori.
- » 15: Seduta e lavori.
- » 19,30: Pranzo gentilmente offerto dagli Industriali Bresciani al Teatro Grande di Brescia.

VENERDÌ 3 SETTEMBRE.

- Ore 9: Seduta e lavori.
- Pomeriggio - Visita agli Stabilimenti locali in gruppi come segue:
- 1° Gruppo - Visita alle Trafilerie di Villacogozzo.
- Ore 14.30: Partenza da Porta Trento con tram gentilmente offerto dalla Società Elettrica Bresciana (S. E. B.) e dalle T. E. B.
- » 15.15: Arrivo a Villacogozzo e visita alle Trafilerie.
- » 17.15: Partenza per Brescia.
- » 18: Arrivo a Brescia.

2° Gruppo.

- Ore 14: Visita alla Centrale Elettrica della S. E. B. (tram di città).
- » 15.30: Visita allo Stabilimento della Società Electrochimica del Caffaro in Brescia, Via Milano (tram di città).

3° Gruppo.

- Ore 14: Visita alla Centrale Elettrica della S. E. B. (tram di città).
- » 15.30: Partenza da Porta Trento con Tram (Celatica-Gussago) gentilmente offerta dalla S. E. B. e dalle T. E. B. e visita agli Stabilimenti Franchi e Gregorini a S. Eustacchio.
- » 17.22: Ritorno ed arrivo a Brescia.
- » 18: Ricevimento offerto dalla Camera di Commercio.

SABATO 4 SETTEMBRE.

- Ore 6.50: Partenza da Porta Stazione con treno speciale gentilmente offerto dalla S. E. B. e dalle T. E. B. per Tormini-Idro.
- » 9.30: Arrivo a Idro. - Visita ai lavori della grandiosa derivazione della S. E. B. e degli impianti per la regolazione del Lago d'Idro.
- » 11.30: Colazione al sacco offerta dalla Società Elettrica Bresciana.
- » 13: Partenza con automobili per Caffaro, Storo e Valle di Ledro. - Sosta a Bezzeca al Monumento dei Caduti del 1866.
- » 14.15: Arrivo a Mezzolago. - Visita ai lavori di presa dell'impianto del Ponale.
- » 15.25: Partenza da Mezzolago per Riva.
- » 16: Arrivo a Riva di Trento e imbarco sul piroscafo per Gardone Riviera.
- » 19: Arrivo a Gardone Riviera al Grand Hôtel.
- » 19.30: Pranzo sociale al Grand Hôtel Gardone.
- » 22: Ritorno a Brescia con treno speciale gentilmente offerto dalle Tramvie Elettriche Bresciane.

DOMENICA 5 SETTEMBRE.

- Ore 9: Seduta e lavori. - Chiusura del Congresso.
- » 11: Assemblea Generale dell'A. E. I.
- 1° Gruppo - GITA ADAMELLO (limitata a 200 soci).
- Ore 14: Partenza con treno speciale ferrovia Brescia-Iseo-Edolo gentilmente offerto dalla Soc. Nazion. Ferrovie e Tramvie Roma.
- » 17: Arrivo a Edolo, ove si trattengono a pernottare coloro che sono assegnati all'Hôtel Edolo di Edolo.
- » 17.30: Partenza per Ponte di Legno per i Soci assegnati agli alberghi di Ponte di Legno (km 19 con automezzi).
- Pranzo libero.
- Pernottamento a Edolo e Ponte di Legno.

II° Gruppo (*) - GITA AL LAGO D'ISEO.

- Ore 13: Partenza con treno speciale ferrovia Brescia-Iseo.
 » 14: Arrivo a Iseo e imbarco su piroscalo speciale per Lovere.
 » 16,30: Arrivo a Lovere. Indi ritorno con battello a vapore a Iseo con sosta a Marone ove si visiterà la Fabbrica Elettrodi della Società Dolomiti di Marone.
 » 18,30: Partenza da Iseo in ferrovia.
 » 20: Arrivo a Brescia.
 Pranzo libero.
 Pernottamento a Brescia.

(*) Al secondo Gruppo possono partecipare i soci che non sono iscritti nel primo il quale è limitato a 200 per necessità logistiche e d'alloggio.

I° Gruppo - GITA ADAMELLO (seguito).

LUNEDÌ 6 SETTEMBRE.

- Ore 6,30: Partenza da Edolo per Temù (km. 15, con automezzi).
 » 6,45 Partenza da Ponte di Legno per Temù (km. 4 con automezzi).

Visita agli Impianti della Società Generale Elettrica dell'Adamello
 (in due comitive).

I^a COMITIVA: Per i Soci che desiderano fare la salita al Lago d'Avio.

- Ore 7: Salita da Temù al Lago d'Avio (circa 2 ore di salita per sentiero). Discesa e visita alla Centrale di Temù.
 » 13: Colazione a Temù gentilmente offerta dalla Soc. Gen. Elettrica dell'Adamello.
 » 15: Partenza da Temù con automezzi per Cedegolo dove si visiterà la Centrale.
 » 16,30: Partenza in treno da Cedegolo.
 » 19,30: Arrivo a Brescia.
 Scioglimento della comitiva (salvo per chi partecipa alla gita in Alto Adige, che pernorrà a Brescia).

II^a COMITIVA: Per i Soci che non salgono al Lago d'Avio.

- Ore 7,30: Visita alla Centrale di Temù.
 » 9,30: Partenza da Temù con automezzi per Edolo e Sonico. - Visita della presa e dei lavori per la nuova grande Centrale di Sonico della Società Generale Elettrica dell'Adamello e visita alla Centrale Forno Allione.
 » 13: Colazione a Cedegolo, gentilmente offerta dalla Società Generale Elettrica dell'Adamello.
 » 14,30: Visita alla Centrale di Cedegolo.
 » 16,30: Partenza in treno da Cedegolo, ricongiungendosi alla prima comitiva.
 » 19,30: Arrivo a Brescia.
 Scioglimento della comitiva (salvo per chi partecipa alla gita Alto Adige, che pernorrà a Brescia).

II° Gruppo - GITA A BERGAMO E DALMINE.

LUNEDÌ 6 SETTEMBRE.

- Ore 7,15: Partenza da Brescia in ferrovia ordinaria per Bergamo.
 » 8,50: Arrivo a Bergamo.
 » 9,30: Visita allo Stabilimento Magrini.
 » 12: Colazione a Bergamo gentilmente offerta dagli Industriali di Bergamo.
 » 13,30: Partenza da Bergamo per Dalmine con automezzi. Visita agli Stabilimenti di Dalmine e ritorno a Bergamo.
 » 18,25: Partenza da Bergamo in ferrovia per Brescia.
 » 19,45: Arrivo a Brescia.
 Scioglimento della comitiva (salvo per chi partecipa alla gita Alto Adige, che pernorrà a Brescia).
 Partenze da Brescia: per Milano ore 20,45 e 22,44 — per Venezia ore 20,07.

GITA ALTO ADIGE

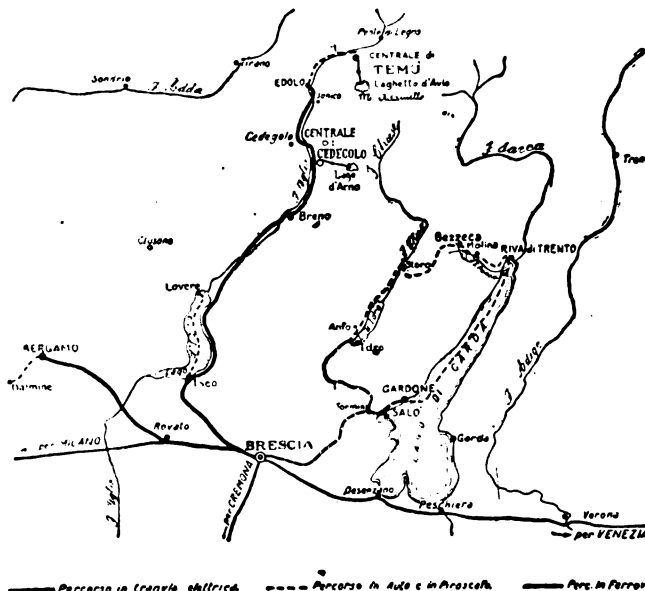
MARTEDÌ 7 SETTEMBRE.

- Ore 7,18: Partenza da Brescia col treno diretto delle FF. SS.
 » 9,50: Arrivo a Mori. Visita agli Stabilimenti della Società Cementi Armati Centrifugati (S. C. A. C.).
 » 11,30: Colazione al sacco, gentilmente offerta dalla S. C. A. C.
 » 13,11: Partenza da Mori per Merano.
 » 16,22: Arrivo a Merano.
 Pranzo libero.
 Pernottamento all'Hôtel Esplanade.

MERCOLEDÌ 8 SETTEMBRE.

- Ore 7,—: Partenza con automezzi per Senales.
 » 8,—: Arrivo a Senales. Visita della Centrale Elettrica di Senales della Azienda Elettrica Consorziale Bolzano-Merano.
 » 9,30: Partenza con automezzi per Tel.
 » 10,—: Arrivo a Tel. Visita della presa e della Centrale di Tel. Vermouth offerto dalla Azienda Elettrica Consorziale.
 » 11,30: Discesa a piedi alla sottostazione di Foresta della Società Generale Elettrica Tridentina (S. G. E. T.) a 130.000 V.

- Ore 12,30: Ritorno a Merano in tram elettrico, offerto dall'Azienda Elettrica Consorziale.
 » 12,45: Colazione gentilmente offerta dalla Società Elettrica Alto Adige (Montecatini) e dalla Azienda Elettrica Consorziale.
 » 14,35: Ritorno a Merano in Piazza Vittorio Emanuele.
 Partenza col tram di Lana, gentilmente offerto dall'Azienda Elettrica Consorziale, per la Centrale di Marlengo della Società Montecatini.
 Visita alla Centrale di Marlengo.
 » 15,30: Ritorno collo stesso Tram a Merano.
 » 16,—: Arrivo a Merano Stazione Ferrovie Stato.
 » 16,45: Partenza per Verona, Brescia.
 » 22,42: Arrivo a Brescia.
 Scioglimento della comitiva.



PROGRAMMA TECNICO

I. - Mezzi per assicurare la continuità del servizio.

- A) Mezzi e provvedimenti riguardanti la organizzazione del servizio e le comunicazioni fra le centrali. (Vedasi relazione CENZATO alla XXX^a Riunione Annuale - Napoli, pubblicata a pag. 785 dell'Elettrotecnica, 1925).
 B) Apparecchi e dispositivi di protezione contro le sovracorrenti. (Vedasi relazione BARBAGELATA alla XXX^a Riunione Annuale - Napoli, pubblicata a pag. 649 dell'Elettrotecnica, 1925).
 C) Apparecchi e dispositivi contro le sovratensioni.

Nuove Memorie presentate sull'argomento.

- Ing. Prof. A. BARBAGELATA: Sulla protezione differenziale delle linee.
 Ing. L. BOSONE: La protezione dei cavi contro i corti circuiti ed i contatti a terra.
 Ing. L. LACCETTI: Le caratteristiche ed i vantaggi della protezione ultra rapida su tutte le reti a corrente continua, con speciale considerazione delle linee di trazione ad alta tensione.
 Ingg. PICKER e PIFFNER: Considerazioni sulla protezione contro le sovratensioni.
 Ing. F. RAIMONDI: Limitatore induttivo ed autoavviatore tipo RIF.
 Ing. T. SCOLARI: Interruttori a richiusura automatica per alimentatori a corrente alternata.

II. - Comunicazioni varie.

- Ing. A. BOSCHI: Ventilazione delle macchine in circuito chiuso.
 Ing. B. CERRETELLI: Trasformatori con variazione di rapporto sotto carico.
 Ing. Prof. G. GANASSINI: Esigenze idrauliche dell'esercizio degli impianti elettrici.
 Ing. Prof. L. LOMBARDI: Nuove macchine convertitrici.
 Ing. Prof. G. REBORA: L'isolamento degli avvolgimenti. — La temperatura di regime degli avvolgimenti.

III. - Relazioni orali dei Delegati italiani alla Riunione di New York del C. E. I.

- Ing. G. BIANCHI: Grande trazione ferroviaria.
 Ingg. CLERICI e PELLO: Illuminazione elettrica e nuovi tipi di lampade.
 Ing. P. FERRERIO: Impianti elettrici a vapore.
 Ing. Prof. LOMBARDI: Laboratori di elettrotecnica per elettrotecnici.
 Ing. Prof. E. MORELLI: Costruzioni elettromeccaniche.
 Ing. C. PALESTRINO: Esercizio dei grandi impianti elettrici.
 Ing. N. RATTI: Turbine.

Commissioni e Comitati dell'A. E. I.

COMMISSIONE PEL LAVORO DELLE SEZIONI

Presidente: Il Presidente Generale.
Vice Presidenti: I Vice Presidenti Generali.
Membri: I Presidenti delle Sezioni.
Segretario: Il Segretario Generale

COMMISSIONE TECNICA CONGRESSI E RIUNIONI

Presidente: Il Presidente Generale.
Membri: I Vice Presidenti Generali - I Redattori dell'«Elettrotecnica».
Segretario: Il Segretario Generale.

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO

(Organo Nazionale della Commissione Elettrotecnica Internazionale)

Presidenza.

Lombardi Prof. Luigi, Presidente — **Del Buono Ing. Comm. Ulisse**, **Grassi Prof. G.** — **Sartori Prof. G.**, Vice Presidenti — **Barbagelata Prof. Ing. A.**, Segretario.

Delegati dai Ministeri e dagli Enti pubblici

Bardeloni Ing. Ten. Col. Cesare (Ministero Guerra) — **Barducci Comm. Ing. Federico** (Ministero Lavori Pubblici) — **Ceradini Ing. Emilio** (Ministero della Marina) — **Di Pirro Comm. Prof. Giovanni** (Ministero delle PP. e TT.) — **Ferrero Ing. Cav. Uff. Ernesto** (Ferrovie Stato) — **Montù Ing. Prof. Carlo** (Ministero Economia Nazionale).

Delegati dell'A. E. I.

Alessandri Ing. Eugenio — **Arcioni Ing. Vittorio** — **Barbagelata Ing. Angelo** — **Bellincioni Ing. Giovanni** — **Belluzzo Ing. Giuseppe** — **Broggi Ing. Silvio** — **Campos Ing. Gino** — **Carcano Ing. Franco** — **Emilio Catenacci Ing. Gino** — **Cenzato Ing. Giuseppe** — **Civita Ing. Domenico** — **Clerici Ing. Carlo** — **Corbino Ing. O. M.** — **Correggiari Ing. Francesco** — **Del Buono Ing. Ulisse** — **Dina Ing. Alberto** — **Emanueli Ing. Luigi** — **Facchini Prof. Stefano** — **Fano Ing. Guido** — **Ferraris Ing. Lorenzo** — **Ferrario Ing. Piero** — **Ganassini Ing. Gaetano** — **Grassi Ing. Guido** — **Lombardi Ing. Luigi** — **Lori Ing. Ferdinando** — **Maffezzoli Ing. Alfonso** — **Manfredi Ing. Francesco** — **Massarelli Ing. Francesco** — **Mengarini Ing. Guglielmo** — **Morelli Ing. Ettore** — **Norsa Ing. Renzo** — **Pession Ing. Giuseppe** — **Ponti Ing. Prof. G. G.** — **Prinetti Ing. Ignazio** — **Rebora Ing. Gino** — **Reversi Ing. Giuseppe** — **Sarili Ing. Cristianino** — **Scarpa Prof. Oscar** — **Sartori Ing. Giuseppe** — **Semenza Ing. Guido** — **Semenza Ing. Marco** — **Soleri Ing. Elvio** — **Ucelli Ing. Guido** — **Vallauri Ing. G. C.** — **Vallauri Ing. Riccardo** — **Vanotti Ing. Ernesto**.

COMMISSIONE DI RADIOTELEGRAFIA E TELEFONIA.

Lombardi Prof. Luigi, Presidente — **Albanese Cav. Uff. Dr. C.**, **Bardeloni Col. Ing. Cesare**, **Di Pirro Prof. Giuseppe**, **Magagnini Comm. Ing. Giacomo**, **Mazzucca Cav. Tommaso**, **Pession Cav. Uff. Giuseppe**, **Poladas Cav. Ing. Giuseppe**, **Vallauri Prof. Giancarlo**, **Vanni Prof. Giuseppe**, **Sartori Prof. Ing. Giuseppe**.

COMITATO NAZIONALE ITALIANO DELLA ILLUMINAZIONE E DEL RISCALDAMENTO.

Bordoni Prof. Ugo, Presidente — **Sospisio Ing. E.**, **Semenza Ing. G.**, Vice Presidenti — **Via Ing. G.**, Segretario, Cassiere — **Arnò Prof. R.** (Ministero Pubblica Istruzione) — **Bordoni Prof. U.** (Ministero Economia Nazionale) — **Ceradini Ing. E.** (Ministero Marina) — **Sartori Prof. G.**, **Semenza Ing. G.**, **Clerici Ing. C.**, **Peri Ing. G.** (A.E.I.) — **Cenzato Ing. G.**, **Chiesa Ing. T.**, **Civita Ing. D.**, **Venturini Ing. P.** (A.E.I.E.), — **Bisazza Ing. G.**, **Clerici Ing. G.**, **Fano Ing. G.**, **Locatelli Ing. G.** (A.N.I.E.L.) — **Sospisio Ing. E.**, **Böhm Ing. M.**, **Cesari Ing. C.**, **Vianello Ing. E.** (A.I.G.A.) — **Via Ing. G.**, **Della Casa Ing. U.**, **Pacchioni Ing. A.**, **Sales Ing. S.** (F.E.R.D.I.N.G.A.S.) — **Chefftel Ing. G.** (Soc. Gen. Elettrica Sicilia) — **Puccioni Ing. C.** (Az. Elettr. Municipale di Roma) — **Malaspina Ing. T.** (Compagnia Generale di Elettricità) — **Pellò Ing. L.** (Soc. Lampade Edison Clerici) — **Muggia M.** (Philips).

"L'ELETTROTECNICA."

COMMISSIONE ESECUTIVA: **Prof. Ing. Giuseppe Sartori**, Presidente — **Ing. G. Comboni**, Segretario amministratore — **Prof. Ing. A. Barbagelata**, Redattore Capo.

REDAZIONE: **Prof. Ing. A. Barbagelata**, Redattore Capo — **Prof. Ing. U. Bordoni**, **Ing. M. Semenza**, **Prof. Ing. G. Vallauri**, Redattori.

SEGRETARIO DI REDAZIONE: **Ing. R. San Nicolò**.

BIBLIOTECA CENTRALE.

(presso la Sezione di Roma - Via Coppelle, 35).

Bibliotecario Centrale: **Ing. Comm. Michelangelo Novi**.

ELENCO DELLE CARICHE SOCIALI DELL'A. E. I.

Presidenza Generale

Presidente Generale . . . **Sartori Ing. Prof. Giuseppe**
Vice Presidenti Generali . . . **Del Buono Ing. Comm. Ulisse**
Soleri Ing. Prof. Gr. Uff. Elvio
Vallauri Ing. Prof. Gr. Uff. Giancarlo.
Segretario Generale . . . **Comboni Ing. Giuseppe**
Segretario della Presidenza. **Sperti Ing. Gildo**
Vice Segretario Generale . . . **Pugno Vanoni Ing. Enzo**
Cassiere . . . **Rigatti Ing. Gian Antonio**

Presidenti antecedenti

Galileo Ferraris (dal 27 dicembre 1896 al 7 febbraio 1897) — Prof. Giuseppe Colombo (1897-1899) — Prof. Guido Grassi (1900-1902) — Prof. Moisè Ascoli (1903-1905) — Ing. Emanuele Jona (1906-1908) — Ing. Prof. Luigi Lombardi (1909-1911) — Ing. Prof. Ferdinando Lori (1912-1914) — Ing. Guido Semenza (1915-1917) — Prof. Lorenzo Ferraris (1918-1920). Ing. Ulisse Del Buono (1921-1923).

CARICHE DELLE SEZIONI

1. - Sezione di Bari

Presidente . . . **Ascoli Mario**
Vice Presidente . . . **Buttigioni Vincenzo**
Segretario . . . **Cafaro Nicola**
Cassiere . . . **Scippa Giovanni**

CONSIGLIERI

Bolognini Alfonso — **Romanazzi Domenico**
Montedoro Federico — **Scotto di Fasano Giovanni**
Pollice V. A. — **Tarantini Giambattista**

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Messeni Angelo — **Vergnano Emilio**
Pollice Ugo

2. - Sezione di Bologna

Presidente . . . **Rimini Cesare**
Vice Presidente . . . **N. N.**
Segretario . . . **Venturi Filippo**
Cassiere . . . **Gaudenzi Ruggero**

CONSIGLIERI

Amaduzzi Lavoro — **Finzi Carlo**
Candi Gino — **Graziani Paolo**
Ciampolini Nelson — **Levi Giorgio**

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Calzoni Alfredo — **Modè Gaetano**
Cricca Pier Felice — **Righi Aldo**
Giandotti Mario — **Romagnoli Tito**
Lucini Angelo — **Silva Angelo**

3. - Sezione di Catania

Presidente . . . **Fusco Francesco**
Vice Presidente . . . **Drago E.**
Segretario . . . **Licciardello Enrico**
Cassiere . . . **Cutore Emanuele**

CONSIGLIERI

Arena Gaetano — **Clementi Ignazio**
Bellia Concetto — **Cuoco Guido**
Buscemi Gaetano — **Ghisi Icilio**

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Campetti Adolfo — **Piazzoli Emilio**
Patanè Giuseppe

4. - Sezione di Firenze

Presidente . . . **Martinez Giulio**
Vice Presidente . . . **Cuttica Amedeo**
Segretario . . . **Sarti Guglielmo**
Cassiere . . . **Sermanni Vittorio**

CONSIGLIERI

Baldacci Ettore — **Grilli Oscar**
Bizzarri Rodolfo — **Minuti Fiorenzo**
Ginori Venturi Roberto — **Monteverde Aurelio**

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Elena Sebastiano — **Mondolfi Alberto**
Levi Enrico — **Pasqualini Luigi**

5. - Sezione di Genova

Presidente N. N.
 Vice Presidente Cornelio Antonio M.
 Segretario Lombardo Giambattista
 Cassiere Bonaria Leonello

CONSIGLIERI

Cereti Domenico — Lanza Agostino
 Cittadini Federico — Questa Felice
 Gatto Aldo — Visentini Ugo

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Accame Giuseppe — Rossi Luigi Vittorio
 Freda Gaetano — Marchi Arrigo
 Garneri Ercole — Verna Gaetano

6. - Sezione di Livorno

Presidente Liguori Pirro
 Vice Presidente Vallauri Giancarlo
 Segretario Melinossi Giuseppe
 Cassiere Ascoli Giorgio

CONSIGLIERI

Rosselli Angiolo — Neri Giuseppe
 Rabbeno Giorgio — Fascetti Carlo
 Sordina Ugo — Panigatti Umberto

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Vallauri Giancarlo — Puccianti Luigi
 Duprè Enrico — Danieli Ausonio

7. - Sezione di Milano

Presidente Emanuelli Luigi
 Vice Presidente Manfredi Francesco
 Segretario Sesini Enrico
 Cassiere Gorla Giuseppe

CONSIGLIERI

Bauchiero Giuseppe — Correggiari Francesco
 Bottani Ercole — De Andreis Luigi
 Cocco Vittorio — Taccani Alessandro

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE:

Emanuelli Luigi — Gasparoni Luigi
 Allocchio Antonio — Lado Gino
 Arcioni Vittorio — Locatelli Giuseppe
 Barassi Vittorio — Massarelli Francesco
 Biffi Emilio — Mina Carlo
 Bonomi Gaetano — Palandri Fabio
 Boyone Edoardo — Perego Arturo
 Broggi Silvio — Ratti Natale
 Carcano Franco E. — Rebora Gino
 Catenacci Gino — Rosnati Luigi
 Crespi Alberto — Rossi Francesco
 Damiani Gaetano — Semenza Marco
 Danusso Arturo — Simonotti Oreste
 Ferrerio Piero — Soldini Mario Giuseppe
 Furlanelli Lorenzo — Vannotti Ernesto
 Ganassini Gaetano — Vismara Emirico

8. - Sezione di Napoli

Presidente Cangia Domenico
 Vice Presidente Focaccia Basilio
 Segretario Gigante Carlo
 Cassiere Saggese Achille

CONSIGLIERI

Allocati Nicola — Filangeri Roberto
 Battaglia Mario — Rossi Ettore
 Bourelly Guido — Guerra Carlo
 Carlevaro Enzo — Selmo Luigi

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Ariola Luigi — Maffezzoli Alfonso
 Brun Stefano — Maglione Gerolamo
 Forges Davanzati A. — Melazzo Giovanni
 Gambardella Guido — Motti Francesco

9. - Sezione di Palermo

Presidente Lo Presti Stefano
 Vice Presidente Trossarelli Ottavio
 Segretario Casella Attilio
 Cassiere Tomasini Francesco

CONSIGLIERI

Acanfora Antonio — Dolce Ignazio
 Allara Giacomo — Ovazza Elia
 Arena Oreste — Raverta Enrico
 Dina Alberto — Vaccaro Giacomo

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Allara Giacomo — Senn Edoardo
 Dina Alberto

10. - Sezione di Roma

Presidente Del Buono Ulisse
 Vice Presidente Puccioni Corrado
 Segretario Asta Antonino
 Cassiere Bonati Ferdinando

CONSIGLIERI

Bordoni Ugo — Oberziner Manlio
 Lombardi Luigi — Tomassetti Mario
 Mengarini Guglielmo — Schupfer Francesco

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Biagini Augusto — Faranda Alberto
 Ceradini Emilio — Novi Michelangelo
 Corbino O. M. — Passeri Salvatore
 Crocco Arturo — Peretti Ettore
 Di Pirro Giovanni — Urbinati Mario
 Fano Guido — Sacerdote Eugenio

11. - Sezione Sarda

Presidente Silva Silvio
 Vice Presidente Simonetti Riccardo
 Segretario N. N.
 Cassiere Lombardini Giuseppe

CONSIGLIERI

Binaghi Angelo — Brotzu Giovanni
 Corsi Carlo — Sisini Francesco

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Rudas Piero — Silva Silvio

12. - Sezione di Torino

Presidente Palestrino Carlo
 Vice Presidente Arigo Giuseppe
 Segretario Cicogna Giampiero
 Cassiere Pallavicini Giuseppe

CONSIGLIERI

Bosone Luigi — Giaccone Griva Michele
 Brunetti Mario — Pavia Nicola
 Busso Carlo — Rossi Pier Paolo

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Astuti Franco — Monnet Eugenio
 Bisagno Italo — Orsi Alessandro
 Bordiga Clemente — Paschetto Virgilio
 Cusmano Andrea — Peri Guido
 Giupponi Luigi — Salvini Giuseppe
 Goffi Felice — Tedeschi Giulio
 Lisco Carlo — Stanzani Carlo
 Lualdi Mario — Sodano Carlo
 Mottura Francesco

13. - Sezione di Trento

Presidente Bongiovanni Andrea
 Vice Presidente Dalla Valle G. B.
 Segretario Chinatti Carlo
 Cassiere Candotti Giuseppe

CONSIGLIERI

Heren Leo — Montagna Alessandro
 Moggio Arturo — Stolicis Tommaso

CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Gianferrari Prospero — Lanzingher Arturo

14. - Sezione di Trieste

Presidente Gentile Emilio
 Vice Presidente Mauro Romano
 Segretario Ortolani Argimiro
 Cassiere Brivonese Carlo

CONSIGLIERI

Carnera Luigi — Pedretti Carlo
 Chiandussi Luigi — Tomatis Pio Luigi
 Lorenzetti Giuseppe — Visconti Giuseppe

CONSIGLIERI DELEGATI

Mann Carlo — Piani Isidoro
 Pedrotti Guido

5. - Sezione Veneta

Presidente Leri Ferdinando
 Vice Presidente Ghetti Ottavio
 Segretario Marin Roberto
 Cassiere Mainardis Mario

CONSIGLIERI

Carazzolo Giuseppe — Frisacco Renato
 Danioni Filippo — Marzolo Francesco
 Fracanzani Giacomo — Parvopassu Carlo

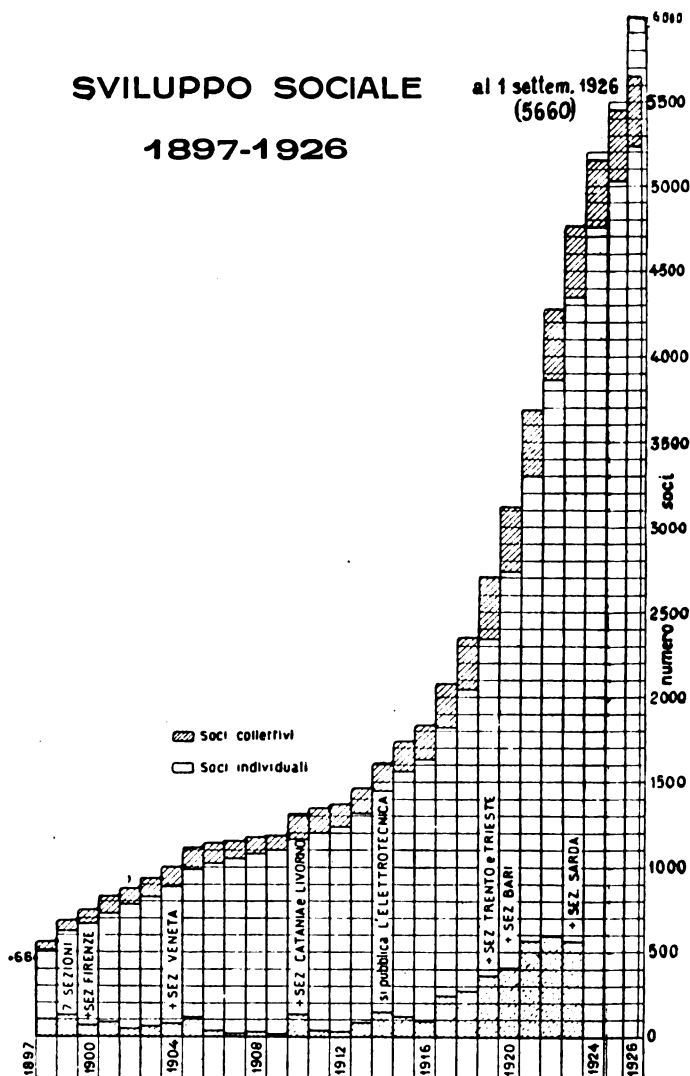
CONSIGLIERI DELEGATI ALLA SEDE CENTRALE

Golbacher Alberto — Pitter Antonio
 Milani Paolo — Voltolina Francesco

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

SVILUPPO SOCIALE

1897-1926

al 1 settem. 1926
(5660)

Necrologio

Il 5 Agosto moriva a Bologna il

Prof. FRANCESCO PIOLA

ordinario di Fisica nella R. Scuola di Ingegneria di Bologna e vice presidente della Sezione di Bologna. Non è qui il luogo di ricordare le benemerite di Piola nel campo scientifico: i lettori dell'*Elettrotecnica* hanno avuto più volte occasione di apprezzarne l'alto valore attraverso i suoi scritti.

Alle esequie partecipò anche il nostro Presidente Generale Prof. Sartori, e l'Ing. Rimini, Presidente della Sezione di Bologna portò all'Estinto l'estremo saluto dell'Associazione.

Il Consocio della Sezione di Milano

Ing. ALESSANDRO GRASSI

tenente aviatore in congedo, è perito il 13 u. s. in seguito a tragico incidente di volo nel cielo di Milano.

Il compianto ingegnere, da diversi anni nostro consocio, fu valido cultore della nostra scienza, specializzandosi, ultimamente, presso la S. A. L. Gorla e C., nella parte impianti di radioscopia.

PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I.

L' ELETTROTECNICA - Periodico trimestrale.

Giornale ed Atti dell'A. E. I. (Si pubblica il 5, 15, 25 d'ogni mese).

Annate arretrate	cad.	L. 100,—
	più per postali	» 10,—
Abbonamento: per il Regno		» 75,—
» per l'Estero		» 150,—
Un numero separato: per il Regno		» 3,—
» » per l'Estero		» 4,—
	più per postali	» 1,50

NORME DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli Impianti elettrici	L. 4,—
più per postali	» 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo delle Macchine elettriche.	» 4,—
più per postali	» 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo degli Isolatori di porcellana.	» 2,—
più per postali	» 0,80
Norme per gli olii	» 2,—
più per postali	» 0,80
Norme per gli Impianti di bordo	» 2,—
più per postali	» 0,80

CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	L. 1,—
più per postali	» 0,60

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA.

Vol. I (ediz. 1923): Dati elettrotecnici sulle distribuzioni di energia elettrica nei Comuni del Regno d'Italia comprese le terre redente	L. 20,—
più per postali	» 2,—
Vol. II: Elenco delle Centrali di produzione d'energia elettrica coi dati tecnici quantitativi sulla generazione, trasformazione, distribuzione dell'energia elettrica in Italia.	» 20,—
più per postali	» 2,50

DESCRIZIONE IMPIANTI. - Fascicoli pubblicati:

1° Impianto di Crego della Soc. Imprese Elettriche Conti.	
2° Impianti del Tanagro e Aventino della Soc. Meridionale di Elettricità.	
3° Impianti idroelettrici Piave Santa Croce del gruppo della Società Adriatica di Elettricità.	
4° Impianti della S. I. P. Breda in Valle Lys.	
5° Impianto del Temù in Valle Camonica.	
6° Impianto di Iselle della Società Dinamo.	
7° Impianto di Valdo della Società Imprese Elettriche Conti.	
8° Impianti idroelettrici Val Cenischia della Società Forze Idrauliche del Moncenisio.	
Prezzo per ogni fascicolo	L. 6,—
più per postali	» 1,—

RENDICONTI DELLE RIUNIONI ANNUALI.

Memorie presentate nel Congresso annuale e discussioni relative.	
Vol. I (1922) Riunione XXVII, Milano: Produzione e distribuzione dell'energia elettrica.	
Vol. II (1923) Riunione XXVIII, Venezia: Applicazioni dell'energia elettrica.	
Vol. III (1924) Riunione XXIX, Spezia: La illuminazione elettrica e la inerente distribuzione dell'energia.	
Vol. IV (1925) Riunione XXX, Napoli: 1° Conversione di forma dell'energia elettrica - 11° Mezzi per assicurare la continuità del servizio degli impianti elettrici.	
Ciascun Volume per i Soci dell'A. E. I.	L. 20,—
Ciascun Volume per i non Soci	» 30,—
più per postali	» 2,50

MONOGRAFIE DELL'A. E. I.

1. UGO BORDONI: I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche.	L. 8,—
più per postali	» 1,50
2. E. BOTTANI: La moderna matematica dei circuiti trifasi.	» 10,—
più per postali	» 1,50
3. UGO BORDONI: La fotometria moderna: i suoi problemi e le sue tendenze	» 8,—
più per postali	» 1,50
4. R. SAN NICOLÒ: Le tendenze moderne nella tecnica degli impianti a vapore.	» 8,—
più per postali	» 1,50
5. G. VALLAURI: Convertitori statici di corrente elettrica: Raddrizzatori - Generatori di oscillazioni - Moltiplicatori di frequenza	» 8,—
più per postali	» 1,50

INDICE BIBLIOGRAFICO - Gratis ai Soci dell'A. E. I.

ELENCO dei Fabbrikanti in Italia di Materiale e Macchinario Elettrico	L. 4,—
più per postali	» 1,—

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I.
 MILANO (103) - Via S. Paolo, 10.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

La Riunione di Brescia.

Mentre scriviamo la XXXI^a Riunione sociale si approssima, a Brescia, alla sua conclusione. Siamo lieti di poter fin d'ora constatare il pieno successo della Riunione sotto ogni riguardo; ma particolarmente nei riguardi tecnici — là appunto dove era lecito qualche dubbio dato il carattere particolare di questo Congresso. Le discussioni sono invece state ampie ed interessanti e particolarmente felice è stata l'inserzione nel programma di quelle che si potrebbero chiamare le « impressioni d'America » dei colleghi che si recarono negli Stati Uniti e nel Canada la scorsa primavera. Ritourneremo sull'argomento nel numero prossimo nel quale daremo, come d'abitudine, un'ampia cronaca della Riunione Bresciana.

Trasformatori a rapporto variabile sotto carico.

Diamo intanto oggi il testo di un'altra memoria presentata a Brescia e non potuta pubblicare nel numero scorso. Il problema dei trasformatori a rapporto variabile se non interessa direttamente la continuità del funzionamento degli impianti, è invece fondamentale per la regolarità del funzionamento stesso. La costanza della tensione nelle reti di distribuzione costituisce infatti il presupposto di qualsiasi considerazione teorica sul macchinario e sugli apparecchi elettrici, ma è spesso in pratica piuttosto problematica. Fra i mezzi per avvicinarsi realmente alla costanza — mezzi di cui si è particolarmente occupata l'A.E.I. nella Riunione di Spezia — i trasformatori a prese appaiono fra i più semplici; ma essi hanno finora sempre urtato contro la necessità di toglierli momentaneamente di servizio per effettuare la voluta variazione di rapporto. La variazione di rapporto sotto carico, teoricamente semplicissima e schematicamente risolta da tempo, incontra infatti notevoli difficoltà tecniche ed economiche non appena la potenza e le tensioni in giuoco diventino considerevoli. Solo in questi ultimi tempi il problema ha trovato soddisfacenti soluzioni ed i lettori prenderanno conoscenza con interesse della pratica Nord Americana in materia, illustrata nella relazione dell'Ing. CERRETELLI.

Sul calcolo dei canali.

Uno dei compiti di un giornale come il nostro deve essere indubbiamente quello di tenere informati i lettori dei progressi compiuti nei campi della tecnica più affini al nostro, con la pubblicazione di memorie riassuntive e sintetiche che, se anche possono apparire superflue ai cultori specializzati di quel particolare argomento, riescono invece utilissime alla grande massa dei tecnici. Crediamo che assai bene risponda a questo scopo l'odierno scritto del Prof. PAGLIARO, il quale riassume i più moderni criteri seguiti nel calcolo dei canali, e dà alcuni grafici che possono riuscire assai utili a chi sporadicamente debba affrontare il problema.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purché ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

TRASFORMATORI CON VARIAZIONE DI RAPPORTO SOTTO CARICO ☐ ☐ ☐

BERTO CERRETELLI



Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell'A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

Premessa.

Il problema della regolazione della tensione specialmente in quei sistemi nei quali delle grandi potenze sono in giuoco diventa sempre più importante e si capisce come su di esso si sia rivolta l'attenzione dei tecnici delle Società di esercizio e dei costruttori delle macchine o apparecchi che man mano si sono andati proponendo ed sperimentando per risolverlo.

La costanza della tensione indipendentemente dal carico locale o da quello generale del sistema è spesso una necessità che impone una soluzione anche se quest'ultima può condurre a macchinari o apparecchi costosi e di non facile manovra.

Le macchine o gli apparecchi utilizzatori se costruiti per tensione di alimentazione variabile funzionano nelle migliori condizioni di rendimento e sono capaci di rispondere nel miglior modo alle caratteristiche per le quali sono stati costruiti per uno solo dei valori di tensione di alimentazione. Si aggiunga che, a parità di condizioni imposte, le macchine o gli apparecchi costruiti per un solo valore della tensione di alimentazione danno un miglior rendimento dei precedenti, costano meno e sono meno ingombranti. Inoltre tanti problemi di tarifficazione dell'energia sarebbero eliminati o per lo meno resi più facili qualora si potesse assicurare all'utente la costanza o quasi della tensione col variare del carico.

In certi casi è possibile mantenere costante la tensione nonostante il variare del carico agendo sull'eccitazione delle macchine alla stazione generatrice. Questa pratica è molto seguita in Italia e infatti non è raro il caso di alternatori e trasformatori costruiti per tensioni di generazione o di alimentazione variabile anche sino al 20 per cento in più sul valore normale. Le macchine così costruite costano molto e non sempre sono capaci di rispondere alle diverse esigenze del servizio.

Di più: La variazione della tensione di generazione anche se potesse dimostrarsi sufficiente in quei casi nei quali la quasi totalità dell'energia erogabile è utilizzata in una zona concentrata a distanza più o meno grande dal luogo di produzione, la regolazione non potrebbe più essere risolta con questo mezzo qualora, come può capitare, s'incontrassero degli utenti anche lungo la linea di trasmissione. Infatti una regolazione di tensione eseguita per sopperire a necessità locali influenzerebbe tutto il sistema e per ovviare ad un inconveniente ne creerebbe un altro.

In questi ultimi anni ancora un problema importantissimo e strettamente connesso a quello della regolazione della tensione è sorto per necessità regionali: l'interconnessione di due o più stazioni generatrici o sistemi. In questo modo non soltanto si ha la possibilità di scambio di energia fra due o più sistemi generatori, ma, in determinate condizioni, si ha pure un ottimo mezzo di migliorare il fattore di potenza dell'impianto riversando il carico reattivo su un'unica stazione.

Con l'interconnessione poi si può, in caso di eventuali variazioni di carico e con notevole vantaggio economico, riversare

tutta la domanda su poche unità funzionanti a pieno carico invece che su molte funzionanti con carico inferiore al normale.

I mezzi sin qui usati per regolare la tensione degli impianti sono essenzialmente tre:

- a) Impiego di motori sincroni;
- b) Impiego di regolatori ad induzione;

c) Impiego di trasformatori provvisti di morsetti ausiliari per permettere la variazione del rapporto delle spire.

Prima di parlare di quest'ultimo un po' diffusamente passiamoli tutt'e tre brevemente in rassegna.

Motore sincrono. — Il motore sincrono ha le seguenti principali caratteristiche:

1) Permette una regolazione gradualmente variabile e non per salti della tensione.

2) Si presta bene a funzionare come carico capacitivo diminuendo le perdite del sistema e migliorandone il fattore di potenza e la utilizzazione.

3) Alto costo non soltanto della macchina ma anche dei ripari e delle fondazioni. Per ottenere una buona regolazione si richiedono spesso delle macchine di notevole potenza che vanno poi installate in locali chiusi e bene riparati.

4) Manutenzione costosa e perdite notevoli per quanto queste ultime siano largamente compensate dalle migliorate condizioni del sistema.

5) Rispetto al fluire dell'energia si presta alla regolazione della tensione soltanto in un senso solo. In altri termini nel caso in cui si renda necessaria una trasmissione di energia sia nell'una che nell'altra direzione del sistema, si presenta la necessità di ricorrere ad installazioni su entrambe le estremità della linea.

Regolatore ad induzione. — Questo apparecchio non è stato fin qui specialmente in Italia, molto adoperato; però se inserito sulla bassa tensione dei trasformatori può servire, entro certi limiti, molto bene allo scopo. Esso ha le seguenti caratteristiche:

1) Permette una regolazione graduale;

2) Costo moderato;

3) Si presta bene alla regolazione sia che l'energia fluisca in un senso o nell'opposto;

4) Perdite relativamente basse;

5) Non migliora il fattore di potenza.

Trasformatori provvisti di morsetti ausiliari. — Presentano le seguenti caratteristiche:

1) Costo relativamente basso se confrontati con gli stessi trasformatori ma senza prese ausiliarie;

2) Si adattano abbastanza bene a scambi di energia sia nell'una che nell'altra direzione del sistema;

3) Non migliorano il fattore di potenza;

4) Non danno una variazione di tensione graduale ma per salti.

E' bene subito stabilire che il trasformatore previsto presenta la possibilità di poter variare il rapporto sotto carico; in altri termini non è necessario togliere il trasformatore dal servizio per fare il cambio delle connessioni. Con questo, trasformatore, motore sincrono e regolatore si prestano fra di loro ad un confronto immediato ed interessante. Diremo in seguito come possa, sotto carico, effettuarsi il cambio delle connessioni.

Si vede subito da quello che abbiamo precedentemente detto che trasformatore e regolatore ad induzione hanno a un di presso lo stesso scopo: essi cioè permettono la regolazione della tensione, ma non hanno alcun benefico effetto sul fattore di potenza dell'impianto.

Se poi mettiamo il trasformatore disposto per variazione di rapporto sotto carico a confronto del regolatore ad induzione, concludiamo che nella quasi totalità dei casi, eccettuata la regolazione di piccole quantità di energia, il trasformatore presenta un notevole vantaggio economico rispetto al regolatore, occupa meno spazio e si presta a variazioni di tensione maggiori di quelle che non possa consentire il comune regolatore ad induzione.

Per fare un esempio un regolatore trifase ad induzione capace di aumentare e di diminuire di circa il 10 per cento la tensione secondaria che supporremo di 12.000 ÷ 13.000 volt in un trasformatore da 20.000 ÷ 25.000 kVA costa probabilmente quanto il trasformatore stesso, mentre un trasformatore della stessa capacità del precedente ma disposto per dare la stessa variazione di tensione del regolatore mediante un sistema da manovrarsi sotto carico costa quasi certamente meno del 150 per cento del prezzo del trasformatore stesso senza prese ausiliarie e quindi senza possibilità di regolazione.

Inoltre mentre il regolatore ad induzione occupa uno spazio dello stesso ordine di grandezza di quello occupato dal trasfor-

matore, questo, insieme al meccanismo di regolazione sotto carico, copre un'area di poco superiore a quella che competerebbe allo stesso trasformatore disposto in modo da non consentire alcuna variazione di tensione.

Un altro vantaggio non trascurabile: dando la preferenza al trasformatore veniamo automaticamente ad eliminare tutte le perdite di energia dovute all'impiego del regolatore ad induzione.

I tecnici però non sono tutti d'accordo nel dare la preferenza al trasformatore invece che al regolatore. Alcuni affermano che il regolatore è preferibile perchè permette una variazione graduale di tensione, mentre il trasformatore consente soltanto variazioni per salti.

Teoricamente ciò è vero ma in pratica il regolatore non può dare delle variazioni inferiori all'1 ÷ 2 % della tensione mentre non è affatto impossibile costruire dei trasformatori disposti per variazione di rapporto sotto carico con salti di tensione dello stesso ordine di grandezza. L'osservazione fatta sembra quindi priva di fondamento.

Dove veramente il regolatore ad induzione presenta un vantaggio evidente rispetto al trasformatore con variazione di rapporto sotto carico (sempre supponendo di riferirci a quei casi nei quali l'uno o l'altro potrebbero essere ugualmente impiegati) è in quei circuiti nei quali si hanno variazioni rapide e continue del carico che obbligano a frequenti manovre per mantenere la costanza della tensione.

Ora mentre il regolatore ad induzione può funzionare molte volte al giorno senza danno, il trasformatore è, da questo lato, più delicato. Fortunatamente frequenti variazioni di carico non avvengono in quei circuiti in cui sono in giuoco notevoli potenze e per i quali dal punto di vista economico il regolatore non può competere col trasformatore. Il contrario avviene su circuiti di piccola potenza nei quali invece il trasformatore non può reggere dal punto di vista economico al confronto col regolatore ad induzione.

Questo può avere ancora un vantaggio sul trasformatore quando si trattasse di applicare la regolazione di tensione ad apparecchi esistenti nei quali tale applicazione oltre ad incontrare notevoli difficoltà pratiche di realizzazione, potrebbe condurre ad una spesa eccessiva.

E' bene ancora ricordare (e da questo lato il trasformatore è preferibile) che il regolatore dà luogo ad uno sfasamento fra la tensione di linea e quella alle sbarre, sfasamento che rende difficile le operazioni di parallelo.

In un paragone fra il trasformatore con variazione di rapporto sotto carico ed il motore sincrono, si vede subito l'enorme vantaggio economico del primo rispetto al secondo non solo per quanto si riferisce alle macchine propriamente dette, ma anche alla loro installazione.

Bisogna però notare che il sincrono avendo la notevole proprietà di poter funzionare come condensatore diminuisce le perdite e migliora il fattore di potenza della linea, ciò che non può fare il trasformatore. E perciò mentre sembrerebbe che dal lato della spesa il trasformatore dovrebbe sempre essere preferito al motore sincrono, pur tuttavia si possono presentare nella pratica dei casi nei quali l'uno e l'altro trovano utile impiego sullo stesso impianto, e mentre il sincrono è costruito per una potenza sufficiente a portare il fattore di potenza della linea al valore più economico, la regolazione della tensione viene poi affidata al trasformatore.

Come si può variare il rapporto sotto carico.

E' noto che difficilmente si richiedono trasformatori i quali non presentino la possibilità di poter variare entro certi limiti il loro rapporto di trasformazione. In generale tutte le grandi unità e molte delle piccole sono provviste di diramazioni ausiliarie le quali permettono per particolari variate condizioni del carico o della alimentazione di cambiare il rapporto delle spire.

Per quanto i costruttori siano in linea di massima restii all'impiego dei morsetti ausiliari che conducono sempre a soluzioni più complicate e talvolta di non facile attuazione pratica, pur tuttavia essi debbono adattarsi alle richieste dei clienti spinti a loro volta dalle necessità del servizio che intendono assicurare.

Nelle prime costruzioni di trasformatori le prese o morsetti ausiliari erano portate fuori del coperchio dalle estremità delle colonne (linea o neutro) attraverso isolatori passanti.

Il cambio del rapporto si faceva scegliendo opportunamente fra i diversi morsetti quelli rispondenti alle immediate esigenze del servizio. Tale soluzione era spesso difficile specie in piccoli trasformatori nei quali non sempre si trova fuori del coperchio lo spazio necessario alla posa degli isolatori e inoltre molto dispendiosa per tensioni elevate.

Quando si pensa che oggi non è raro il caso di trasformatori con morsetti ausiliari su circuiti di 130.000 ÷ 150.000 volt, si conclude che la soluzione di portar fuori del coperchio attraverso isolatori passanti questi morsetti specialmente quando essi sono in numero piuttosto grande sarebbe dal punto di vista economico proibitiva.

Perciò si pensò in un secondo tempo di portare i morsetti ausiliari ad una tavoletta terminale nell'immediate vicinanze del coperchio ma sotto il livello dell'olio. In queste condizioni per eseguire il cambio del rapporto si era costretti a sollevare il trasformatore o soltanto il coperchio, oppure ad accedere ai morsetti mediante aperture praticate nel coperchio stesso.

Un miglioramento notevole si ebbe col condurre le diramazioni alla tavoletta terminale anziché dall'estremità della colonna dal centro della medesima come in fig. 1. Con questa disposizione la linea resta sempre fissa. Nel caso di alte tensioni anziché fare uso della tavoletta terminale, le diverse prese furono portate nell'immediate vicinanze del coperchio sotto forma di cavi ciascuno costituito di tanti conduttori quante sono le prese per colonna (fig. 2).

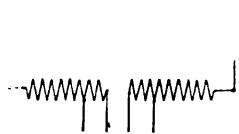


Fig. 1.

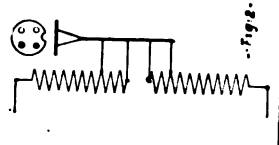


Fig. 2.

I cavi così formati vengono poi per ciascuna colonna separatamente e rigidamente fissati all'armatura del trasformatore. Questa disposizione come pure la tavoletta terminale è ancora oggi molto usata.

In seguito, e specialmente per i piccoli trasformatori, si sentì la necessità di poter cambiare il rapporto più rapidamente per mezzo di variatori di rapporto o commutatori che vennero inseriti in modo tale che il volantino di manovra e il quadrante indicatore si trovavano in vicinanza del coperchio e sopra il livello dell'olio. Per mezzo di appositi fori praticati nel coperchio era facile eseguire la variazione desiderata.

L'uso del commutatore si è recentemente imposto anche nei grossi trasformatori per i quali però dato l'impiego ormai comune del conservatore d'olio, il comando viene fatto dall'esterno per non essere obbligati ogni qualvolta è richiesto il cambio delle connessioni alla vuotatura dell'olio del conservatore e a una parte di quello della cassa, operazione certamente lunga e noiosa.

Evidentemente in queste condizioni l'albero di manovra del commutatore è portato fuori del coperchio attraverso una tenuta stagna. Variatori di rapporto così disposti sono oggi comunemente costruiti ed applicati anche per tensioni di 130.000 ÷ 150.000 volt di esercizio.

Molto recentemente, onde facilitare la manovra di questi commutatori nel caso in cui essi vengano applicati ad unità di grandissima potenza per le quali data la notevole altezza (tre o quattro metri) l'accedere al coperchio mediante una scala sia considerato un'operazione noiosa, specie quando il rapporto debba essere variato con una certa frequenza, il comando dei commutatori si è portato ad un volantino unico di manovra posto lateralmente sulla cassa ed a comoda distanza da terra.

Con questo mezzo in unità trifasi o comunque sempre dove sia necessaria la manovra di due o più commutatori per ottenere il rapporto desiderato, il comando di questi è fatto simultaneamente con notevole risparmio di tempo.

Abbiamo fin qui implicitamente supposto che prima di eseguire la manovra dei commutatori occorre togliere il trasformatore dal servizio. Infatti né il commutatore, né il trasformatore hanno le caratteristiche di un interruttore e una manovra anche se fatta semplicemente sotto tensione potrebbe essere pericolosa. Perciò prima di eseguire il cambio di connessione è necessario aprire l'interruttore e quindi interrompere il carico, poi ruotare il volantino o i volantini di comando dei commutatori fino alla posizione desiderata e quindi richiudere l'interruttore.

Nel caso in cui il volantino di manovra sia a facile portata di mano, è necessario predisporre di qualche mezzo affinché non succeda che la manovra possa essere eseguita, sia pure per semplice dimenticanza, sotto tensione.

Da circa due anni specialmente in America si è sentito il bisogno nonostante i risultati a cui la tecnica era giunta per facilitare il comando dei commutatori, di eseguire la manovra del cambio di rapporto senza interrompere il carico.

Un problema nuovo si è così imposto ai costruttori e questo problema è stato risolto con pieno successo. Ne fanno fede pa-

recchi grandi impianti americani nei quali appunto la regolazione della tensione viene fatta per mezzo di trasformatori con variazione di rapporto sotto carico.

Si vede immediatamente quale vasto campo di applicazione il trasformatore così disposto possa avere, e non è forse arrischiata la previsione che molti dei futuri grandi impianti saranno equipaggiati in questo modo.

A rigore il problema della regolazione sotto carico era già sorto parecchi anni fa, ma i risultati poco soddisfacenti ottenuti ne avevano pressoché consigliato l'abbandono. Furono allora costruiti dei trasformatori nei quali le diverse diramazioni venivano portate a dei contatti posti su un sostegno sott'olio. La variazione avveniva per mezzo di una porta spazzole il quale ruotando stabiliva i diversi contatti. Una bobina di reattanza o una resistenza faceva parte del portaspazzole e veniva successivamente posta in derivazione sulle varie diramazioni per far sì che il carico nel passare da una posizione all'altra non avesse ad interrompersi o comunque a provocare degli archi.

Il sistema si dimostrò adatto soltanto per piccoli trasformatori nei quali la corrente da interrompere è relativamente bassa e la tensione fra prese successive di poche decine di volt, sempre a condizione che la costruzione dell'apparecchio di manovra sia particolarmente robusta ed accurata.

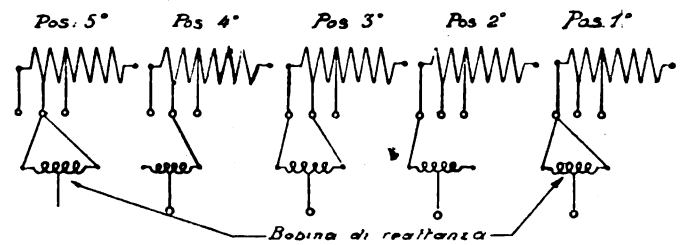


Fig. 3.

Un altro metodo per variare il rapporto sotto carico che pure è stato per il passato ed è tutt'ora seguito da qualche costruttore, consiste nel portare le diramazioni fuori del coperchio attraverso isolatori passanti. Ogni diramazione fa capo ad un interruttore e la variazione della tensione è assicurata per mezzo di un'opportuna bobina di reattanza (fig. 3).

La fig. 4 rappresenta un caso nel quale è possibile ottenere cinque valori di tensione coll'impiego su ogni fase di tre interruttori e di un'opportuna bobina di reattanza semplicemente agendo sugli interruttori. Questa disposizione può essere economicamente vantaggiosa quando il numero delle diramazioni è relativamente basso e la tensione del circuito rispetto a massa non troppo elevata in modo da consentire l'impiego di interruttori poco costosi.

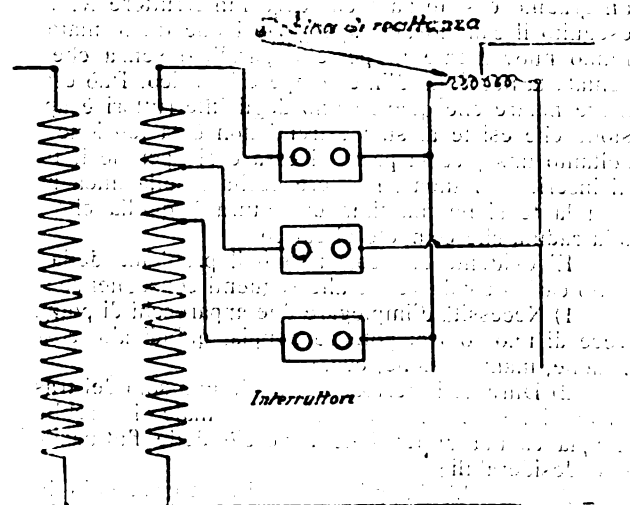


Fig. 4.

Nel caso della fig. 4 gli interruttori del tipo a solenoide sono comandati dal quadro e sono elettricamente connessi in modo da rendere impossibile la chiusura contemporanea del primo e del terzo.

Un sistema sorto da circa due anni e che va rapidamente diffondendosi negli Stati Uniti d'America per ottenere la variazione del rapporto sotto carico nei trasformatori è quello che descriviamo qui appresso. Esso parte da questa considerazione:

supponiamo di avere due trasformazioni identici A e B funzionanti fra loro in parallelo sia sull'alta che sulla bassa tensione.

I due trasformatori siano provvisti sulla bassa tensione (secondario) di commutatori manovrabili dall'esterno e di due interruttori X e Y come indicato in fig. 5. Il rapporto di tra-

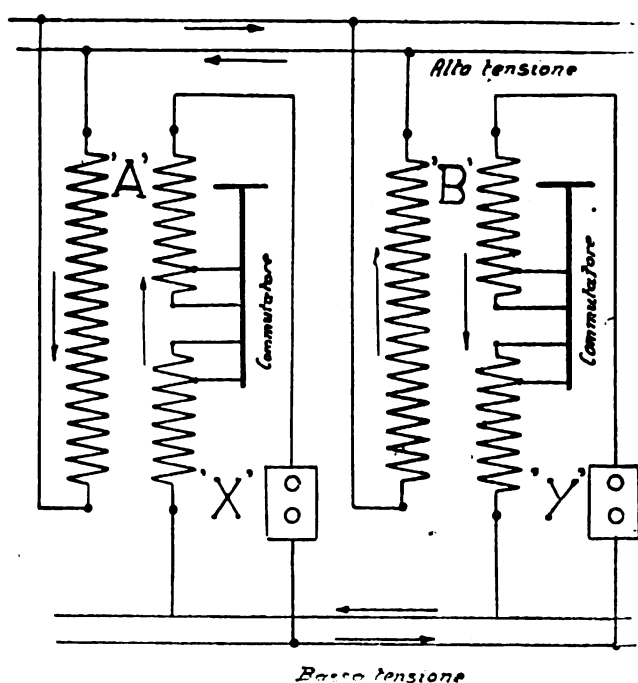


Fig. 5.

sformazione può essere variato senza interrompere il carico in questo modo: Si apre l'interruttore Y ; allora tutto il carico è riversato sul trasformatore A . Supponiamo che questo trasformatore sia capace per un certo tempo e senza danno per gli avvolgimenti di poter sopportare il carico totale. Si ruota ora di un gradino il commutatore di B e si torna a chiudere l'interruttore Y . I due trasformatori funzioneranno ora in parallelo con diverso rapporto di trasformazione di uno rispetto all'altro dato che il numero di spire del secondario di B è variato rispetto a quello del secondario di A . Ne nascerà perciò una corrente di circolazione limitata soltanto dall'impedenza dei due trasformatori la quale si sovrapporrà alla corrente di carico. Supponiamo che la corrente circolante non sia tale da provocare danni agli avvolgimenti.

Si apre allora l'interruttore X . In questo modo il trasformatore B porterà tutto il carico. Si ruota il commutatore di A di un gradino e si torna a chiudere l'interruttore X . Avremo così eseguito il cambio del rapporto e i due trasformatori funzioneranno nuovamente in perfetto parallelo senza che si sia presentata la necessità d'interrompere il carico. Può essere interessante notare che quando uno degli interruttori è aperto la tensione che esiste ai suoi estremi non è la tensione di linea ma soltanto una piccola parte di essa e ciò perchè il trasformatore disinserito continua ad essere eccitato dalla linea primaria. Infatti la tensione massima di rottura è quella che corrisponde alla caduta che compete al carico.

E' evidente che così risolto il problema della regolazione sotto carico condurrebbe alle seguenti conseguenze:

- 1) Necessità d'impiegare due apparecchi di potenza metà invece di uno solo di potenza doppia, quindi alto costo di installazione, manutenzione, ecc.;
- 2) Durante il periodo nel quale uno solo dei trasformatori è in funzione col carico doppio del normale si avrebbe anche una doppia caduta di tensione e perciò delle fluttuazioni tutt'altro che desiderabili;
- 3) Difficoltà d'applicazione di un apparecchio di comando il quale eseguisca nel dovuto ordine le diverse fasi del cambio di rapporto.

In vista di queste considerazioni anzichè impiegare due trasformatori come detto precedentemente, si è fatto da non molto tempo uso di un solo trasformatore nel quale il circuito dei morsetti ausiliari è diviso in due parti uguali da connettersi normalmente in parallelo. Con questa disposizione scompare la difficoltà indicata al capo 2, perchè è possibile intercalando opportunamente fra di loro i due circuiti delle prese di ridurre al minimo le oscillazioni di tensione che si hanno durante il periodo del cambio di rapporto. Si impiega inoltre una sola unità di potenza praticamente identica a quella che si avrebbe se non si

considerasse la possibilità di eseguire il cambio delle connessioni sotto carico ed è più facile lo studio di un'opportuno apparecchio di manovra il quale permetta l'azionamento rapido e sicuro e nella dovuta successione degli interruttori e dei commutatori.

La fig. 6 rappresenta schematicamente un trasformatore disposto per variazione di rapporto sotto carico secondo il concetto

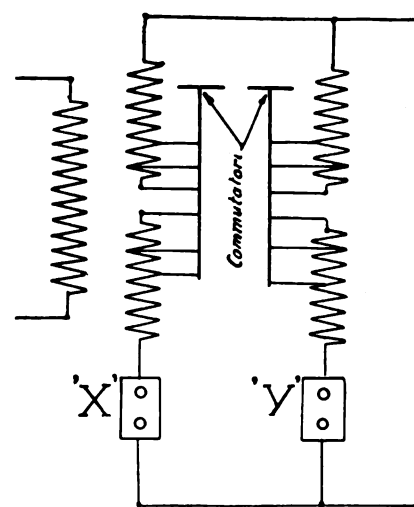


Fig. 6.

da noi esposto. La manovra del cambio di rapporto avviene dunque in quest'ordine:

- 1) Apertura dell'interruttore Y ;
- 2) Cambio delle connessioni sul circuito di Y mediante rotazione del commutatore corrispondente;
- 3) Chiusura dell'interruttore Y ;
- 4) Apertura dell'interruttore X ;
- 5) Cambio delle connessioni sul circuito di X mediante rotazione del commutatore corrispondente;
- 6) Chiusura dell'interruttore X .

Nell'intervallo compreso tra la fase 3^a e 4^a ha luogo una corrente di circolazione che come vedremo si può calcolare e ridurre al valore più conveniente compatibilmente colla necessità di ridurre al minimo le oscillazioni di tensione durante il periodo del cambio di rapporto e con quella di assicurare la buona conservazione degli avvolgimenti soggetti, sia pure per un periodo brevissimo, ad un regime che può essere molto diverso dal normale.

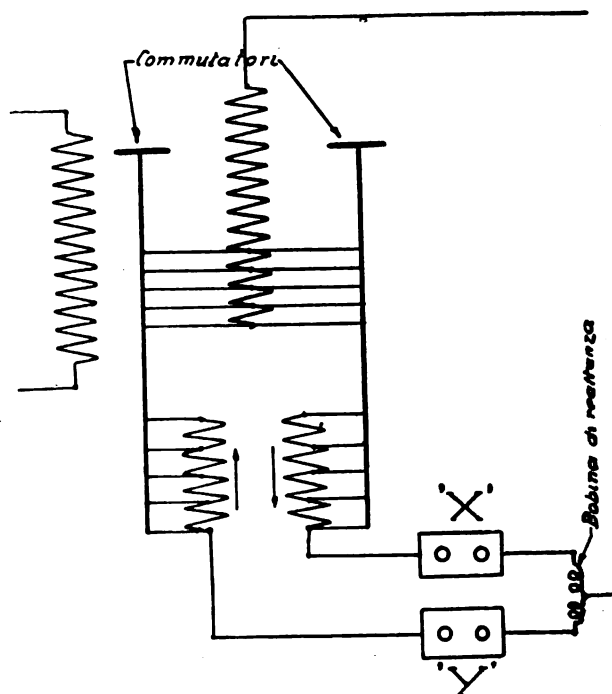


Fig. 7.

Si intuisce subito come non sempre possa essere consigliabile la suddivisione completa dell'avvolgimento nel quale avviene il cambio delle connessioni e come certe volte possa invece convenire di adottare una disposizione come quella di

fig. 7 nella quale soltanto una parte dell'avvolgimento di regolazione è suddivisa. Con questo sistema si può però presentare la necessità di dover ricorrere all'impiego di una bobina di reattanza onde limitare la corrente di circolazione maggiormente intensa in questo caso per la minore impedenza dei due circuiti suddivisi.

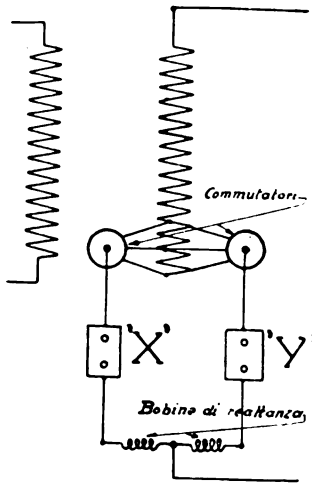


Fig. 8.

Questi circuiti possono essere anche soltanto costituiti dai commutatori e dagli interruttori come nel caso di fig. 8 la quale non comporta alcuna suddivisione dei circuiti del trasformatore.

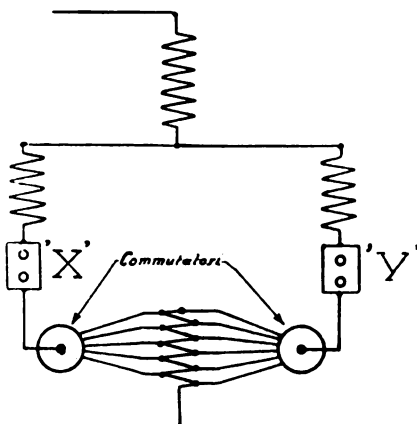


Fig. 9.

La fig. 9 rappresenta un'altra disposizione nella quale soltanto una porzione dell'avvolgimento regolatore è suddivisa, e le diramazioni sono poste su un circuito connesso ai commutatori. Come si vede dall'esame della fig. 9 le prese sono disposte in modo da ottenere un numero piuttosto rilevante di rapporti come può essere richiesto in trasformatori per operazioni elettrolitiche. Questo sistema non fa uso di bobine di reattanza e normalmente il funzionamento avviene su un solo circuito. Altre disposizioni che vedremo in seguito, fanno uso di un trasformatore di regolazione sul quale viene posta la sezione delle diramazioni e questo trasformatore è completamente separato da quello principale.

Intanto prima di passare in rassegna alcuni dei principali schemi già entrati nella pratica, è bene vedere come si può calcolare la corrente di circolazione e la variazione di reattanza durante la manovra per cambio di rapporto, variazione che può dar luogo, come abbiamo detto, ad una non desiderata oscillazione di tensione.

Calcolo della corrente di circolazione e della variazione di reattanza durante il cambio di rapporto.

Per fissare l'idea supponiamo che la variazione delle connessioni sia fatta sul circuito secondario del trasformatore e che l'eccitazione si mantenga costante. Per quanto riguarda la disposizione dei circuiti questi possono essere completamente oppure parzialmente suddivisi oppure ancora le prese possono essere collocate su un trasformatore regolatore separato dal trasformatore principale. Quello che diremo si applica ugualmente bene ai tre casi.

Abbiamo visto che un ciclo completo di cambio di rapporto include le seguenti fasi che è bene ricordare:

- 1) I due circuiti funzionano in parallelo e sono perfettamente equilibrati.
- 2) Uno degli interruttori è aperto e tutto il carico viene riversato sull'altro circuito mentre si fa il cambio di connessione del primo;
- 3) I due circuiti sono di nuovo riuniti in parallelo, ma uno di essi ha un numero diverso di spire da quello dell'altro;
- 4) Si ripete la fase 2ª sul secondo circuito;
- 5) I due circuiti tornano a funzionare in parallelo perfettamente equilibrati.

Durante le fasi 2ª e 4ª tutto il carico è riversato su uno solo dei circuiti; ne consegue (e per i trasformatori a bobine sfalsate questo è subito evidente) che l'avere un circuito ozioso porta ad un aumento di reattanza del trasformatore.

Questo aumento di reattanza e la reattanza fra i due circuiti paralleli può essere trovata col metodo proposto qualche anno fa dall'Ing. Faccioli (1) relativo a circuiti magneticamente non equilibrati, ma la questione può essere risolta più rapidamente e in modo generale (vale quindi anche per trasformatori a bobine concentriche) ricorrendo alla teoria del trasformatore a tre avvolgimenti.

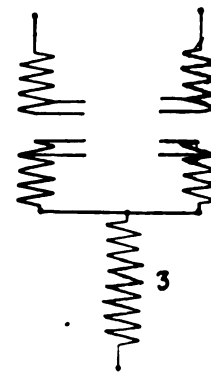


Fig. 10.

Stia la fig. 10 a rappresentare il diagramma equivalente del nostro trasformatore considerato come trasformatore a tre circuiti distinti. Siano 1 e 2 i circuiti paralleli e 3 il circuito primario. Chiamiamo con $\%IX_1$, $\%IX_2$, $\%IX_3$, le reattanze individuali dei tre circuiti basate sulla potenza normale dei due circuiti paralleli messi insieme. Se i due circuiti paralleli saranno completamente suddivisi ciò vorrà dire che questa potenza sarà quella del trasformatore cioè il 100%; se soltanto una parte di essi sarà suddivisa ciò vorrà dire che questa potenza sarà soltanto una percentuale di quella del trasformatore.

Siccome normalmente i due circuiti debbono funzionare in parallelo è evidente che occorre che essi si trovino simmetricamente disposti rispetto al primario. Ciò significa che $\%IX_2 = \%IX_1$.

Infatti:

$$\%IX_1 = \frac{\%IX_{12} + \%IX_{13} - \%IX_{23}}{2} \quad (1)$$

$$\%IX_2 = \frac{\%IX_{12} + \%IX_{23} - \%IX_{13}}{2} \quad (2)$$

$$\%IX_3 = \frac{\%IX_{13} + \%IX_{23} - \%IX_{12}}{2} \quad (3)$$

dove $\%IX_{12}$, $\%IX_{13}$, $\%IX_{23}$ rappresentano le reattanze dovute al flusso disperso fra i diversi avvolgimenti.

Ora è evidente che se i circuiti 1 e 2 sono simmetricamente disposti rispetto a 3 $\%IX_{13} = \%IX_{23}$ e dalle equazioni precedenti risulta:

$$\%IX_1 = \%IX_2 = \frac{\%IX_{12}}{2} \quad (4)$$

La reattanza effettiva del trasformatore quando i due avvolgimenti secondari sono in parallelo può esprimersi con

$$\%IX_{\text{eff}} = \%IX_3 + \frac{1}{\frac{1}{\%IX_1} + \frac{1}{\%IX_2}}$$

ma essendo:

possiamo scrivere:

$$\%IX_{eff} = \%IX_3 + \frac{\%IX_1}{2} \quad (5)$$

Ora nelle fasi 2 e 4 l'uno o l'altro dei due circuiti paralleli è ozioso e la reattanza sarà:

$$\%IX_{eff} = \%IX_3 + \%IX_1$$

Ne viene che l'aumento di reattanza nel passaggio dalle fasi 1^a e 5^a alle 2^a e 4^a sarà:

$$D = \%IX_3 + \%IX_1 - \left(\%IX_3 + \frac{\%IX_1}{2} \right) = \frac{\%IX_1}{2}$$

e supponendo che la parte di avvolgimento suddivisa sia una percentuale R di tutto il circuito avremo in generale:

$$D = \frac{\%R}{100} \times \frac{\%IX_1}{2} \quad (6)$$

dove D rappresenta l'aumento della percentuale di reattanza riferita alla tensione di linea per una potenza di (kVA)_R dove:

$$(kVA)_R = \frac{\%R}{100} kVA$$

essendo kVA la capacità del trasformatore.

Confrontando la (4) con la (6) possiamo scrivere:

$$D = \frac{\%R}{400} \times \%IX_{12}$$

oppure:

$$D = \frac{\%R}{200} \times \%IX'_{12} \quad (7)$$

dove $\%IX'_{12}$ rappresenta la reattanza dei due avvolgimenti paralleli basata sulla loro corrente normale.

Esempio: Si tratti di trovare l'aumento di reattanza in un trasformatore da 20.000 kVA 22.500/11.500 volt nel quale l'avvolgimento secondario sia completamente suddiviso. Supponiamo che sulla base di 20.000 kVA si abbia:

$$\%IX_{13} = 9,45$$

$$\%IX_{23} = 9,45$$

$$\%IX_{eff} = 6,8$$

Poniamo $x = \%IX_{12}$ avremo per la (3)

$$\%IX_3 = \frac{9,45 + 9,45 - x}{2} = 9,45 - \frac{x}{2}$$

e per la (4)

$$\%IX_1 = \%IX_2 = \frac{x}{2}$$

Per la (5) possiamo scrivere:

$$6,8 = 9,45 - \frac{x}{2} + \frac{\frac{x}{2} \times \frac{x}{2}}{\frac{x}{2} \times \frac{x}{2}} \quad \text{da cui}$$

$$x = 10,6 = \%IX_{12}$$

ma essendo $\%IX_{12} = 2x \times \%IX'_{12}$ si ha che

$$\%IX'_{12} = \frac{10,6}{2} = 5,3$$

Dalla (7) si ha essendo $\%R = 100$ poichè tutto l'avvolgimento è suddiviso:

$$D = \frac{100}{200} \times 5,3 = 2,65$$

Si può osservare che come era stato posto il problema questo aumento di reattanza era noto a priori. Infatti se la reattanza con entrambe i due avvolgimenti secondari in funzione è 6,8 % e la reattanza quando uno solo degli avvolgimenti porta tutto il carico è 9,45 % l'aumento è evidentemente $9,45 - 6,8 = 2,65$.

La trattazione fatta permette però di conoscere in maniera molto semplice il valore della reattanza $\%IX'_{12}$ necessaria come vedremo per il calcolo della corrente di circolazione. Ora non è sempre facile calcolare la reattanza fra i due circuiti paralleli. Se questi sono del tipo a bobine sfalsate essa può essere trovata col metodo proposto dall'Ing. Faccioli, ma tale metodo per quanto anch'esso esatto è lungo e laborioso. Di più il calcolo di tale reattanza sarebbe molto difficile in certi casi nei quali si tratti di bobine concentriche disposte in modo speciale sia una rispetto all'altra che rispetto al primario. Quando avvenga che questa reattanza possa essere calcolata facilmente la (7) ci dà subito il modo di trovare l'aumento di reattanza e di vedere se non convenga di variare la disposizione degli avvolgimenti per raggiungere le migliori condizioni di funzionamento.

Può essere interessante ora di studiare che cosa succede quando i due avvolgimenti secondari sono in parallelo con diverso numero di spire. Evidentemente nasce una corrente di circolazione la quale si somma vettorialmente con la corrente normale di carico. Il numero di amperspire totale sia primario che secondario rimarrà praticamente invariato ma la reattanza effettiva del trasformatore subirà un aumento dovuto alla distorsione del flusso disperso.

Supponiamo che la corrente di circolazione sia v volte la corrente normale di ciascuno dei due circuiti, e supponiamo inoltre, per metterci nelle peggiori condizioni, che lo sfasamento della corrente di circolazione rispetto alla corrente normale sia di 180 gradi, che sia cioè uguale a zero il fattore di potenza del circuito secondario. Praticamente saremo lontani da questa condizione, ma noi vogliamo trovare la variazione massima corrispondente a questa fase di funzionamento.

La corrente di uno dei due circuiti sarà allora $(1+v)$ e quella dell'altro $(1-v)$ volte la corrente normale. Supponiamo che sia $(1+v)$ la corrente del circuito 1 e $(1-v)$ la corrente del circuito 2 il che significa che una certa porzione dell'avvolgimento 2 è esclusa in questa fase del cambio delle connessioni. Evidentemente le reattanze $\%IX_{13}$ e $\%IX_{23}$ saranno rimaste invariate; ma poichè la reattanza effettiva del trasformatore ha subito un cambiamento dovuto alla distorsione del flusso disperso ci sarà una variazione nella reattanza individuale del circuito 2 in confronto a quella del circuito 1.

Ora possiamo scrivere:

$$\begin{aligned} \frac{\%IX_2}{\%IX_1} &= \frac{1+v}{1-v} \quad \text{da cui} \\ \%IX_2 &= \%IX_1 \frac{1+v}{1-v} \end{aligned} \quad (8)$$

La reattanza effettiva del trasformatore in questa fase sarà dunque:

$$\begin{aligned} \%IX''_{eff} &= \%IX_3 + \frac{1}{\frac{1}{\%IX_1} + \frac{1}{\%IX_2}} \quad \text{e per la (8)} \\ \%IX''_{eff} &= \%IX_3 + \frac{(1+v)}{2} \times \%IX_1 \end{aligned} \quad (9)$$

Se $v = 0$ cioè non si ha corrente di circolazione si torna a trovare $\%IX_{eff} = \%IX_3 + \frac{\%IX_1}{2} = \%IX_{eff}$.

Se $v = 1$ cioè la corrente di circolazione è uguale alla corrente di carico il che vuol dire secondo la nostra ipotesi che uno dei circuiti è aperto si ritrova: $\%IX''_{eff} = \%IX_3 + \%IX_1 = \%IX'_{eff}$.

L'aumento di reattanza che si ha nel passaggio da circuiti funzionanti in parallelo equilibrati a circuiti pure funzionanti in parallelo ma ciascuno con numero diverso di spire rispetto all'altro e dunque:

$$\begin{aligned} D' &= \%IX''_{eff} - \%IX_{eff} = \left[\%IX_3 + \frac{(1+v)}{2} \times \%IX_1 \right] - \\ &\quad - \left(\%IX_3 + \frac{\%IX_1}{2} \right) = \frac{v}{2} \times \%IX_1 \end{aligned}$$

Riferendoci alla tensione totale di linea e considerando che una parte sola degli avvolgimenti può essere suddivisa possiamo in generale scrivere:

$$D' = \frac{\%R}{100} \times \frac{v}{2} \times \%IX_1 \quad (10)$$

oppure

$$D' = v \times D \quad (11)$$

oppure ancora:

$$D' = \frac{\% I_c}{100} \times D \quad (12)$$

dove $\% I_c$ rappresenta la corrente di circolazione.

Vediamo adesso di calcolare $\% I_c$

Chiamiamo $\% e_R$ la differenza delle tensioni dei due avvolgimenti da connettersi in parallelo. La stessa corrente circolerà nei due avvolgimenti e farà sì che le tensioni si equilibrino, in altri termini la tensione di un avvolgimento (quello con maggior numero di spire diminuirà) e la tensione dell'altro (quello con minor numero di spire aumenterà). Avverrà cioè che la caduta totale di tensione in un circuito diminuita della caduta totale di tensione dell'altro circuito dovrà dare la differenza di tensione fra i due circuiti.

Possiamo dunque scrivere:

$$(\% I_c \times \% IX'_{13} + \% I_c \times \% IX_M) - (\% I_c \times \% IX'_{23} + \% I_c \times \% IX_M) = 100 \times \% e_R \quad \text{dove} \quad (13)$$

$\% IX'_{13}$ e $\% IX'_{23}$ sono le reattanze rispetto al primario di ciascuno dei due avvolgimenti sulla base della loro corrente normale e $\% IX_M$ è la mutua induzione fra i due avvolgimenti secondari supposto il primario in corto circuito e sempre sulla base della loro corrente normale.

Semplificando la (13) diventa:

$$\% I_c (\% IX'_{13} + \% IX'_{23} - 2 \times \% IX_M) = 100 \times \% e_R$$

da cui

$$\% I_c = \frac{100 \times \% e_R}{\% IX'_{13} + \% IX'_{23} - 2 \times \% IX_M} \quad (14)$$

Ma

$$\% IX_M = \frac{\% IX'_{13} + \% IX'_{23} - \% IX'_{12}}{2}$$

sostituendo questo valore di $\% IX_M$ nella (14) si ha:

$$\% I_c = \frac{100 \times \% e_R}{\% IX'_{12}} \quad (15)$$

E' bene notare che abbiamo sempre parlato di reattanze ma è evidente che avremmo invece potuto riferirci alle impedenze. Molte volte però è consentito di trascurare le resistenze in generale molto piccole in confronto delle reattanze.

Abbiamo detto che $\% e_R$ rappresenta la differenza percentuale di tensione dei due avvolgimenti da connettersi in parallelo. Se invece ci riferiamo alla tensione di linea possiamo scrivere:

$$\% e = \% e_R \times \frac{\% R}{100} \quad (16)$$

Confrontando la (15) con la (16) possiamo scrivere:

$$\% I_c = \frac{\% e \times 10^4}{\% R \times \% IX'_{12}} = 100 v \quad \text{da cui}$$

$$v = \frac{\% e}{\% R \times \% IX'_{12}} \times 10^4 \quad (17)$$

Confrontando la (11) con la (7) e la (17) abbiamo:

$$D' = \frac{\% e \times 10^4}{\% R \times \% IX'_{12}} \times \frac{\% R \times \% IX'_{12}}{200} = \frac{\% e}{2} \quad (18)$$

Supponiamo adesso di avere un trasformatore nel quale si voglia limitare la corrente di circolazione al 100 % del valore normale. Avremo

$$v = \frac{\% I_c}{100} = 1$$

e dalle (12) e (7)

$$D' = D = \frac{\% R}{200} \times \% IX'_{12}$$

da cui

$$\% e = 2 D' = 2 D \quad (20)$$

La (19) ci dà dunque il valore della reattanza fra i due circuiti secondari che limita la corrente di circolazione al 100 % del valore normale.

La (20) ci dà invece la percentuale massima di tensione della quale le diramazioni successive debbono differire tra di loro per limitare al 100 % la corrente di circolazione.

Se invece la corrente di circolazione è maggiore del 100 % le seguenti due formule generali possono essere applicate:

$$\% e = 2 D' \quad (21)$$

$$\% IX'_{12} = \frac{20000}{\% R \times \% I_c} \times D' \quad (22)$$

Alcuni esempi serviranno di chiarimento.

1) Supponiamo di avere un trasformatore la cui capacità per fase sia 6500 kVA a una tensione secondaria di 12000 V. Tutto l'avvolgimento secondario sia suddiviso in due parti uguali da connettersi normalmente in parallelo. Sia inoltre $\% IX_{eff} = 9$ e si voglia limitare la massima reattanza all'11 % con una corrente di circolazione uguale al 100 % della corrente normale.

Si avrà per le (21) e (22) essendo $11 - 9 = 2$

$$\% e = 2 \times 2 = 4$$

$$\% IX'_{12} = \frac{20000}{100 \times 100} \times 2 = 4$$

In altri termini onde limitare al 100 % il valore della corrente di circolazione con un scarto massimo di reattanza uguale a 2 è necessario che la reattanza fra i due circuiti secondari sia del 4 % alla capacità per fase di $\frac{6500}{2}$ kVA = 3250 kVA e che la differenza di tensione fra prese successive sia di $0,04 \times 12000 = 480$ volt.

2) Se la corrente di circolazione si fosse invece limitata al 300 % del valore normale si sarebbe avuto a parità di tutte le precedenti condizioni:

$$\% IX'_{12} = \frac{20000}{100 \times 300} \times 2 = 1,34$$

In questo caso la minima variazione di reattanza che è uguale a $11 - 9 = 2$ avrebbe avuto luogo durante la fase nella quale i due circuiti sono in parallelo con numero diverso di spire, mentre la variazione di reattanza fra il funzionamento normale e quello su un circuito solo sarebbe stata d'accordo con la (7)

$$D = \frac{100}{200} \times 1,34 = 0,62$$

Nel caso precedente invece si ha applicando la (7)

$$D = \frac{100}{200} \times 4 = 2$$

In altre parole, mentre nel primo caso la variazione massima di reattanza che ha luogo durante la fase in cui i circuiti sono in parallelo con numero diverso di spire è uguale a quella che si ha quando uno solo dei circuiti porta tutto il carico, nel secondo caso invece la variazione massima avviene durante il periodo della corrente circolante, mentre quando uno solo degli avvolgimenti porta tutto il carico tale variazione è minore.

3) Si abbia lo stesso trasformatore come nei casi precedenti ma si voglia limitare al 400 % la corrente di circolazione. Ferme restando tutte le altre condizioni supponiamo che soltanto il 30 % dell'avvolgimento secondario sia suddiviso. Su questa parte di avvolgimento sono le diramazioni. Si avrà ancora:

$$\% e = 2 \times 2 = 4 \text{ e dovrà essere}$$

$$\% IX'_{12} = \frac{20000}{30 \times 400} \times 2 = 3,34$$

$$\text{sulla base di } \frac{6500}{2} \times \frac{30}{100} = 975 \text{ kVA.}$$

In altri termini la reattanza fra le due porzioni parallele degli avvolgimenti a 975 kVA dovrà essere del 3,34 % mentre la differenza in volt tra prese successive di questa porzione di avvolgimenti sarà ancora di: $0,04 \times 12.000 = 480$ e in percento della tensione degli avvolgimenti paralleli avremo:

$$\frac{480}{3600} \times 100 = 13,4$$

4) Supponiamo di avere ancora un trasformatore di capacità totale di 6500 kVA per fase e supponiamo che l'avvolgimento contenente le diramazioni sempre costituito da due parti uguali da connettersi normalmente in parallelo sia disposto su un trasformatore separato (trasformatore regolatore). Sia ancora $\% IX_{eff} = 9$ e si voglia limitare questo valore ad un massimo dell'11 % durante il periodo del cambio di rapporto. La capacità del trasformatore regolatore sarà naturalmente quella che compete a tutta la zona delle diramazioni e quando il funzionamento avverrà sulla presa più bassa il trasformatore regolatore sarà completamente escluso. Si voglia limitare al 400 per cento la corrente di circolazione.

La peggiore condizione di funzionamento si ha quando:

$$\% R = \% e = 2 \times 2 = 4$$

Si dovrà inoltre avere:

$$\% IX'_{12} = \frac{20000}{4 \times 400} \times 2 = 25$$

$$\text{basata su } \frac{6500}{2} \times \frac{4}{100} = 130 \text{ kVA}$$

Evidentemente può essere molto difficile, se non addirittura impossibile, ottenere valori così alti di reattanza a così basse potenze e perciò in questi casi può essere necessario ricorrere all'uso di bobine di reattanza.

In generale è bene, sempre ove è possibile s'intende, attenersi a quelle soluzioni le quali non comportino l'uso di bobine di reattanza sempre costose e che vengono perciò ad aggiungere una parte notevole al costo del trasformatore.

La soluzione migliore è spesso quella che comporta la suddivisione completa dei due avvolgimenti secondari, ma talvolta può essere più economico ricorrere a disposizioni nelle quali una parte soltanto degli avvolgimenti è suddivisa coll'aggiunta o no di un trasformatore di regolazione.

Da quanto abbiamo detto appare che onde limitate la variazione della reattanza durante il periodo del cambio di rapporto è necessario di avere una grande corrente di circolazione cioè un valore molto basso della reattanza $\% IX'_{12}$ oppure un valore molto grande di $\% e$, in generale non tollerabile. Perciò è sempre meglio agire sul valore di $\% IX_{12}$.

E' bene osservare che praticamente non conviene diminuire di troppo $\% e$ altrimenti troppe prese sarebbero necessarie per assicurare un certo intervallo totale di cambio di rapporto e gli apparecchi necessari ad effettuarlo diverrebbero più ingombranti e costosi.

C'è ancora un altro fatto che merita di essere tenuto nella dovuta considerazione. Con piccoli valori di $\% IX_{12}$ si ha, è vero, una forte corrente di circolazione la quale rende minime le oscillazioni di tensione, ma è pur vero che per quanto di breve durata questa corrente se troppo intensa può danneggiare gli avvolgimenti o comunque obbligare all'impiego di maggiori quantità di rame.

Perciò il costruttore deve giungere ad un compromesso che dia luogo al miglior risultato compatibilmente con la necessità di limitare le oscillazioni di tensione dovute alla variazione della reattanza e con quella d'impiegare quantità non eccessive di rame.

Abbiamo fin qui supposto che il cambio delle connessioni venga fatto sul secondario del trasformatore cioè sul lato non eccitato. Può essere interessante ora di vedere che cosa succede quando questo cambio viene fatto sul primario cioè sul lato eccitato del trasformatore.

Riferendoci alla fig. 10 supponiamo dunque che 1 e 2 rappresentino i due circuiti paralleli primari (tanto per fissare le idee completamente suddivisi) del trasformatore e 3 il circuito secondario.

Si dimostra che la divisione delle correnti in corto circuito a tensione primaria costante è determinata dalle seguenti relazioni:

$$(\% IX_{equiv.}) 1 = \frac{\% IX_{13} \times \% IX_{23} - \% IX_{2M}^2}{\% IX_{23} - \% IX_{1M}} \quad (23)$$

$$(\% IX_{equiv.}) 2 = \frac{\% IX_{13} \times \% IX_{23} - \% IX_{1M}^2}{\% IX_{13} - \% IX_{2M}} \quad (24)$$

$$(\% IX_{equiv.}) 3 = \frac{\% IX_{13} \times \% IX_{23} - \% IX_{2M}^2}{\% IX_{13} + \% IX_{23} - 2 \times \% IX_{1M}} \quad (25)$$

dove:

$\% IX_{13}$ è la reattanza dell'avvolgimento 1 rispetto al secondario 3 sulla base della corrente normale di questo ultimo.

$\% IX_{23}$ è analogamente la reattanza dell'avvolgimento 2 rispetto al secondario 3 sulla base della corrente normale di questo.

$\% IX_M$ è la reattanza mutua dell'avvolgimento 1 rispetto a 2 supposto il secondario in corto circuito e percorso dalla sua corrente normale.

$(\% IX_{equiv.}) 1$ è la reattanza equivalente del trasformatore riferito al primario 1.

$(\% IX_{equiv.}) 2$ è la reattanza equivalente del trasformatore riferito al primario 2.

$(\% IX_{equiv.}) 3$ è la reattanza equivalente del trasformatore riferito al secondario 3.

Intanto per quanto si riferisce al periodo nel quale tutto il carico è ora uno solo dei due avvolgimenti primari nulla sarà variato di quanto abbiamo visto prima rispetto all'incremento di reattanza; ma vediamo piuttosto che cosa avviene nella fase in cui i due primari sono in parallelo con diverso numero di spire.

Evidentemente nasce una corrente di circolazione la quale può essere calcolata applicando le (23) (24) e (25) nelle quali però:

$\% IX_{13}$ deve essere considerato come il valore della reattanza del primario 1 con tutti gli altri avvolgimenti in circuito aperto, cioè esso deve essere considerato come la reattanza del circuito giudicata dal valore della corrente di magnetizzazione.

$\% IX_{23}$ ha lo stesso significato di $\% IX_{13}$ coll'unica differenza che è applicato al primario 2.

$\% IX_M$ è la reattanza mutua fra i due primari col secondario in circuito aperto.

Ora praticamente è:

$$\% IX_{13} = \% IX_{23} \frac{(N_1)^2}{(N_2)^2}$$

$$\% IX_{23} = \% IX_{13} \frac{(N_2)^2}{(N_1)^2}$$

dove N_1 e N_2 sono rispettivamente i numeri di spire dell'avvolgimento 1 e dell'avvolgimento 2.

Si potrebbe osservare che praticamente

$$\% IX_M = \% IX_{13} \frac{(N_2)}{(N_1)} = \% IX_{23} \frac{(N_1)}{(N_2)}$$

ma una tale sostituzione nelle formule precedenti porterebbe ad un risultato impossibile.

In altri termini è necessario nello stabilire la reattanza mutua di tener conto del flusso disperso fra le due parti.

Supponiamo che il primario 1 sia connesso in parallelo col primario 2, ma che abbia il 100 % delle spire inserite, mentre 2 abbia soltanto l'80 %.

Avremo:

$$\% IX_{23} = \% IX_{13} \frac{(80)^2}{(100)^2} = 0,64 \times \% IX_{13}$$

Supponiamo che il trasformatore abbia normalmente una corrente magnetizzante del 4 %.

Ciò vuol dire che:

$$\% IX_{13} = \frac{100}{0,04} = 2500$$

$$\% IX_{23} = 0,64 \times 2500 = 1600$$

Si può dimostrare che la reattanza mutua fra i due circuiti col 100 % delle spire è minore della loro reattanza di self della metà della reattanza dovuta al flusso disperso fra i due circuiti stessi.

Supponendo per fissare le idee che questa reattanza sia del 20 % come può accadere praticamente quando i due avvolgimenti pure essendo sullo stesso nucleo non sono particolarmente intercalati fra di loro. Siccome gli avvolgimenti hanno ciascuno un numero diverso di spire rispetto all'altro dovremo scrivere:

$$\% IX_M = (2500 - \frac{20}{2}) \times 0,8 = 1992.$$

Riepilogando:

$$\% IX_{13} = 2500$$

$$\% IX_{23} = 1600$$

$$\% IX_M = 1992$$

valori basati sulla corrente normale secondaria.

Applicando le (23), (24), (25):

$$(\% IX_{\text{equiv.}})_1 = \frac{2500 \times 1600 - 1992^2}{1600 - 1992} = -\frac{31936}{392} = 81,5$$

$$(\% IX_{\text{equiv.}})_2 = \frac{2500 \times 1600 - 1992^2}{2500 - 1992} = \frac{31936}{508} = 63$$

$$(\% IX_{\text{equiv.}})_3 = \frac{2500 \times 1600 - 1992^2}{2500 + 1600 - 2 \times 1992} = \frac{31936}{116} = 275.$$

Le correnti saranno:

$$I_1 = -\frac{100}{81,5} = -1,227$$

volte la corrente normale, uguale cioè al — 122,7 % della corrente normale secondaria riferita all'uno o all'altro dei primari.

$$I_2 = \frac{100}{63} = 1,59$$

volte la corrente normale, uguale cioè al 159 % della corrente normale secondaria riferita all'uno o all'altro dei primari.

$$I_3 = \frac{100}{275} = 0,363$$

volte la corrente normale, uguale cioè al 36,3 % della corrente normale secondaria riferita all'uno o all'altro dei primari.

Le amperspire saranno:

$$\begin{aligned}(NI)_1 &= -122,7 \% \\(NI)_2 &= 159 \% \times 0,8 = 127,2 \% \\(NI)_3 &= 127,2 - 122,7 = 4,5 \%\end{aligned}$$

che rappresenta le amperspire nette risultanti sul nucleo.

Si può osservare che siamo partiti da una corrente magnetizzante del 4 % e giungiamo invece ad una corrente del 4,5 %. Evidentemente dobbiamo avere avuto un aumento d'induzione in quella parte del nucleo che è coperta dall'80 % delle spire, mentre nell'altra coperta dal 100 % delle spire l'induzione sarà rimasta invariata.

Ora l'induzione nella parte di nucleo coperta dall'80 % delle spire è aumentata del 25 % il che fa un aumento complessivo percentuale del 12,5. Assumendo la curva di magnetizzazione come retta si ha un aumento del 12,5 % nella corrente di magnetizzazione il che va abbastanza bene d'accordo col valore trovato.

Dunque si vede che il connettere in parallelo due avvolgimenti con diverso numero di spire dà luogo ad una diversa distribuzione della corrente di magnetizzazione rispetto al caso in cui i due avvolgimenti hanno lo stesso numero di spire. Di più ne deriva una variazione nell'induzione e perciò nella corrente magnetizzante netta risultante sul nucleo.

Applichiamo i risultati ottenuti ad un caso concreto:

Si abbia un trasformatore monofase da 120 kVA, primario 1400 volt, secondario 140 volt, corrente magnetizzante 4 %.

Il primario sia costituito da due avvolgimenti connessi normalmente in parallelo. Si abbia inoltre: spire secondarie 14, e spire primarie per ciascuno avvolgimento 140. Consideriamo il caso in cui a parità di tensione di alimentazione uno dei primari al 100 % delle spire sia connesso in parallelo con l'altro primario all'80 % delle spire.

La corrente secondaria è: $\frac{120\,000}{140} = 858$ ampere, la cor-

rente primaria di linea è: $\frac{120\,000}{1400} = 85,8$ ampere. Sia del 20 % la reattanza fra i due primari (ciascuno al 100 % delle spire) basata sulla corrente di 85,8 ampere. Avremo in considerazione di quanto prima detto:

$$I_1 = -122,7 \times 8,58 \times \frac{14}{140} = -\text{circa } 105,5 \text{ ampere.}$$

$$I_2 = 159 \times 8,58 \times \frac{14}{140} = \text{circa } 136,5 \text{ ampere.}$$

$$I_3 = 36,3 \times 8,58 \times \frac{14}{140} = \text{circa } 31 \text{ ampere.}$$

La corrente I_3 rappresenta la corrente di linea primaria. Se i due circuiti fossero stati connessi al 100 % delle spire avremmo avuto:

Corrente magnetizzante di linea $85,8 \times 0,04 = 3,43$ ampere.

Corrente magnetizzante nell'uno o l'altro dei due primari

$$\frac{3,43}{2} = 1,72 \text{ ampere.}$$

E mentre le amperspire dovute alla corrente magnetizzante in questo caso sono:

$$3,43 \times 140 = 480$$

nel caso precedente si ha invece:

$$-105,5 \times 140 + 136,5 \times 140 \times 0,80 = 518$$

il che vuol dire che si ha un aumento di corrente magnetizzante netta dell'8 % circa.

Le correnti circolanti nei due circuiti primari si possono calcolare più rapidamente ricorrendo a qualche semplificazione delle (23) e (24).

Poniamo:

$$n = \frac{N_2}{N_1}$$

Avremo:

$$\begin{aligned}\% IX_{23} &= \% IX_{13} \times n^2 \\ \% IX &= \left(\% IX_{13} - \frac{\% IX_{12}}{2} \right) \times n\end{aligned}$$

Poniamo inoltre:

$$\begin{aligned}\% IX_{13} &= a \\ \% IX_{12} &= b.\end{aligned}$$

Potremo scrivere:

$$(\% IX_{\text{equiv.}})_1 = \frac{a \times a n^2 - \left(a - \frac{b}{2} \right)^2 \times n^2}{a n^2 - \left(a - \frac{b}{2} \right) \times n} = \frac{a b - \frac{b^2}{4}}{a - \frac{a}{n} + \frac{b}{2n}}$$

e trascurando $\frac{b^2}{4}$ molto piccolo in confronto del prodotto $a \times b$ possiamo scrivere:

$$(\% IX_{\text{equiv.}})_1 = \frac{a b}{a - \frac{a}{n} + \frac{b}{2n}} = \frac{b}{1 - \frac{1}{n} + \frac{b}{2an}}$$

e trascurando ancora $\frac{b}{2an}$ piccolo di fronte a $1 - \frac{1}{n}$ si ha:

$$(\% IX_{\text{equiv.}})_1 = \frac{b}{1 - \frac{1}{n}} = -\frac{b n}{1 - n} = -\frac{\% IX_{12} \times n}{1 - n} \quad (26)$$

Analogamente si trova:

$$(\% IX_{\text{equiv.}})_2 = \frac{\% IX_{12} \times n^2}{1 - n} \quad (27)$$

Ne viene di conseguenza che le correnti saranno:

$$I_1 = -\frac{100(1 - n)}{\% IX_{12} \times n} \quad (28)$$

volte la corrente normale secondaria riferita all'uno o all'altro dei primari.

$$I_2 = \frac{100(1 - n)}{\% IX_{12} \times n^2} \quad (29)$$

volte la corrente normale secondaria riferita all'uno o all'altro dei primari.

Con più approssimazione si sarebbe ottenuto:

$$I_1 = -\frac{100(1 - n)}{\% IX_{12} \times n} + \frac{100}{\% IX_{13} \times 2n} \quad (30)$$

volte la corrente normale secondaria riferita all'uno o all'altro dei primari.

$$I_2 = \frac{100(1 - 1)}{\% IX_{12} \times n^2} + \frac{100}{\% IX_{13} \times 2n} \quad (31)$$

volte la corrente normale secondaria riferita all'uno o all'altro dei primari.

E' bene ricordare che nelle (30) e (31) $\% IX_{12}$ rappresenta la reattanza fra i due circuiti primari sulla base non della loro corrente normale, ma su quella normale di carico del secondario, e $\% IX_{13}$ rappresenta la reattanza di uno dei primari al 100 % delle spire con tutti gli altri avvolgimenti in circuito aperto; questo valore è cioè la reattanza dell'avvolgimento come giudicata dalla corrente magnetizzante secondo quanto abbiamo già detto.

Essendo nei casi pratici il secondo termine delle (30) e (31) trascurabile in confronto del primo, si può ritenere che le correnti nei due circuiti siano date dalle (28) e (29). Esprimendo queste correnti in percento della corrente secondaria si ha:

$$\% I_1 = - \frac{100 \times 100 (1 - n)}{\% IX_{12} \times n} = - \frac{10000 \left(1 - \frac{N_2}{N_1}\right)}{\% IX_{12} \times n} = -$$

$$= - \frac{100 \times \% e}{\% IX_{12} \times n}$$

Analogamente:

$$\% I_2 = - \frac{100 \times \% e}{\% IX_{12} \times n^2}$$

essendo $\%$ e la differenza percentuale fra le spire dei due primari.

Introducendo invece di $\% IX_{12}$, $\% IX'_{12}$ si ha:

$$\% I = - \frac{100 \times \% e}{\% IX'_{12} \times n} \quad (32)$$

$$\% I_2 = - \frac{100 \times \% e}{\% IX'_{12} \times n^2} \quad (33)$$

dove però $\% I_1$ e $\% I_2$ rappresentano la corrente di circolazione in percentuale della corrente normale di ciascuno dei due primari.

Come si vede si ritrova molto approssimativamente lo stesso risultato come nell'equazione (15) a cui pervenimmo nell'ipotesi che il cambio delle connessioni fosse fatto sul secondario anziché sul primario. L'unica differenza è nel termine n molto prossimo ad 1 nella pratica.

Concludendo: la variazione delle connessioni può farsi sia sul primario che sul secondario ottenendo gli stessi risultati a cui siamo pervenuti nel caso in cui questa variazione era fatta sul secondario. Le formule trovate per il calcolo della corrente circolante e della variazione della reattanza sono quindi da considerarsi generali.

Abbiamo visto fin qui come si può calcolare la corrente di circolazione. Per quanto riguarda la divisione della corrente di carico essa può essere trovata con le formule (23), (24) e (25); oppure più semplicemente con le (34) e (35).

$$\frac{I_1}{I_3} = \frac{\% IX_{23} - IX_M}{\% IX_{13} + \% IX_{23} - 2 \times \% IX_M} \quad (34)$$

$$\frac{I_2}{I_3} = \frac{\% IX_{13} - \% IX_M}{\% IX_{13} + \% IX_{23} - 2 \times \% IX_M} \quad (35)$$

dove $\% IX_{13}$, $\% IX_{23}$, e $\% IX_M$ hanno il significato già visto.

Essendo però i due avvolgimenti paralleli perfettamente simmetrici rispetto al lato non suddiviso del trasformatore, ne viene che $I_1 = I_2 = \frac{I_3}{2}$

Le correnti di carico debbono essere aggiunte vettorialmente alla corrente di circolazione per avere la reale corrente di ciascuno dei due avvolgimenti paralleli durante il loro funzionamento con numero diverso di spire. La corrente di circolazione è in molti casi pratici sfasata di circa 90 gradi rispetto alla corrente di carico e può perciò essere trascurata nel calcolo della caduta di tensione.

Osservazioni generali e schemi impiegati.

Nella soluzione di questi problemi si possono presentare delle notevoli difficoltà superabili soltanto con un accurato esame delle relazioni elettriche che intercedono fra i vari circuiti.

Noi abbiamo soltanto accennato a come può farsi il calcolo della corrente di circolazione e della variazione di reattanza durante le diverse fasi del cambio del rapporto, elementi senza dubbio importanti ma che non bastano da soli allo scopo che il progettista deve prefiggersi cioè quello di addivenire al miglior risultato economico senza pregiudizio per le buone caratteristi-

che elettriche e meccaniche degli apparecchi. Vi sono considerazioni d'indole diversa da fare che si riferiscono alla scelta migliore degli avvolgimenti, alla loro disposizione, alla convenienza o meno di eseguire il cambio delle connessioni sul lato primario o su quello secondario, sia direttamente sugli avvolgimenti stessi del trasformatore o su trasformatori ausiliari.

Certe volte può accadere che sia consigliabile una doppia trasformazione di energia per eseguire la manovra su circuiti di moderata tensione e intensità di corrente.

Solo il tecnico molto esperto può affrontare questi problemi e risolverli nel modo migliore. Particolare difficoltà può presentare lo studio delle reattanze e delle cadute di tensione specialmente in quei casi nei quali si fa uso di trasformatori ausiliari o di doppia trasformazione di energia.

La corrente di circolazione, ripetiamo, è pure una considerazione molto importante, perchè per quanto questa corrente possa essere come lo è di fatto di breve durata, tale durata può però essere sufficiente a danneggiare gravemente gli avvolgimenti.

Il problema della regolazione della tensione sul principio da noi esposto ha già avuto una larga applicazione in America ove si è già fatto uso di diversi schemi che descriveremo in appresso. Tutti questi schemi fanno generalmente uso di due circuiti paralleli e in condizioni normali quasi sempre funzionanti insieme, ma su ciascuno dei quali si riversa il carico totale durante la fase del cambio di connessione.

Ogni circuito è poi posto in serie con un opportuno interruttore il quale serve ad interrompere il circuito medesimo durante il periodo del cambio di rapporto.

I due interruttori sono disposti all'esterno della cassa del trasformatore, ma sono montati sulla stessa base di questo, cosicchè il complesso si presenta come una sola unità. La manovra degli interruttori e dei commutatori generalmente installati nell'interno del trasformatore viene fatta da un opportuno apparecchio di comando il quale eseguisce nel dovuto ordine e con rapidità tutte le diverse operazioni necessarie al cambio del rapporto e che noi abbiamo già enumerate.

Anche l'apparecchio di comando, poco ingombrante, è montato direttamente sulla base del trasformatore. Il tempo medio richiesto per variare di un gradino il rapporto delle spire è di circa 8 ÷ 10 secondi.

Il cambio di rapporto sotto carico può farsi sia su circuiti con neutro a terra che con neutro isolato. In generale si è trovato economico di non eccedere i 40.000 volt circa per quei circuiti sui quali il cambio di connessioni è fatto direttamente. I commutatori impiegati comportano in generale una variazione di tensione da eseguirsi in nove salti per un valore complessivo di circa 10.000 volt e 1200 ampere.

Quando i circuiti sui quali si fa l'inserzione diretta dei commutatori ed interruttori hanno il neutro stabilmente e solidamente a terra, l'inserzione di questi apparecchi può farsi vicino al neutro e allora la tensione di linea può essere anche molto elevata per esempio 150.000 volt.

In queste condizioni i commutatori permettono una variazione di rapporto di circa l'11 % della tensione di linea mentre se inseriti su circuiti di 73.000 volt essi permettono una variazione di tensione di circa il 20 ÷ 25 % della tensione di linea, valori sufficientemente elevati per rispondere a quasi tutte le esigenze pratiche di servizio.

Con opportuni accorgimenti si può poi variare di molto il numero di gradini se ciò si ritiene necessario per la buona regolazione della tensione. L'isolamento che necessita per gli interruttori e per i commutatori nel caso in cui essi siano inseriti sul neutro è circa il 25 % di quello del circuito di linea.

Si vede quindi subito quale enorme vantaggio economico rappresenti il fatto di avere dei circuiti con neutro a terra quando si desidera eseguire su questi la regolazione sotto carico della tensione.

S'intende che ove si superino i limiti di tensione indicati si può presentare la necessità di ricorrere a delle doppie trasformazioni di energia per impiegare degli apparecchi per moderate tensioni e intensità di corrente. L'impiego di interruttori per tensioni troppo elevate o per forti amperaggi porterebbe ad una spesa che graverebbe eccessivamente sul costo totale dell'impianto.

Interruttori per circa 40.000 volt e 600 ampere normali insieme alla doppia trasformazione risolvono in generale il problema in tutti i casi più comuni della pratica.

Quando la potenza dell'impianto sia dell'ordine di 20.000 ÷ 25.000 kVA massimi l'impiego di unità trifasi è consigliabile per ragioni di economia, laddove quando tale potenza sia dell'ordine di 40.000 ÷ 50.000 kVA è meglio ricorrere ad unità monofasi coll'impiego di un trasformatore regolatore trifase.

Il cambiamento di rapporto sotto carico secondo il concetto esposto può essere effettuato con qualunque tipo di collegamento: triangolo-triangolo, triangolo-stella, stella-triangolo, stella-stella. Nella descrizione degli schemi più comuni usati in

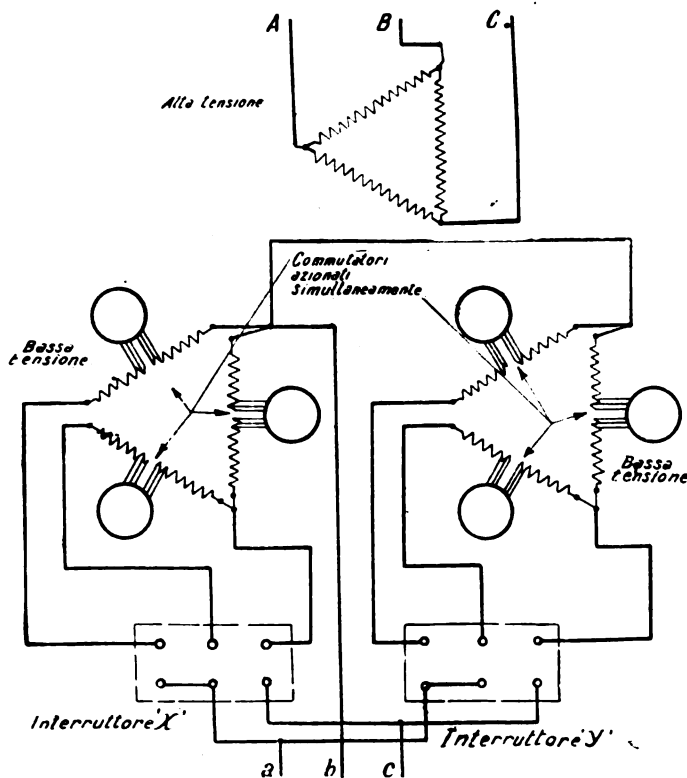


Fig. 11.

pratica noi abbiamo indicato sulle figure alta e bassa tensione, ma tali denominazioni sono naturalmente reversibili, cioè ove è scritto alta tensione potrebbe invece porsi bassa tensione e viceversa.

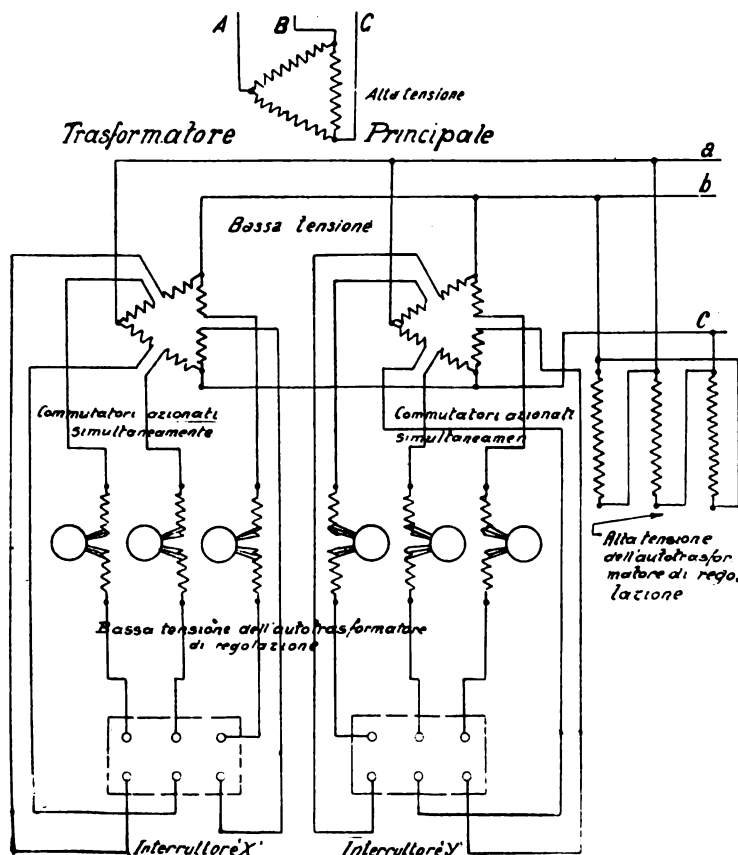


Fig. 12.

La fig. 11 rappresenta il caso più comune che capita nella pratica. La bassa tensione del trasformatore è completamente divisa in due parti uguali le quali in condizioni normali funzionano in parallelo. Allora gli interruttori X ed Y sono chiusi. Aperti

avvolgimento, mentre si può eseguire il cambio di connessione sul primo ruotando di un gradino i tre commutatori manovrati simultaneamente.

Eseguito il cambio si torna a chiudere Y e si ripete la stessa manovra su X e i relativi commutatori. Si torna poi a chiudere X. S'intende che tutta la manovra è fatta nel dovuto ordine da un opportuno meccanismo come vedremo in seguito.

La fig. 12 rappresenta tre trasformatori monofasi connessi in trifase. L'avvolgimento di bassa tensione di questi trasformatori è diviso in due parti uguali ma la sezione delle diramazioni è posta su un autotrasformatore trifase di regolazione separato dai trasformatori principali e sul quale viene eseguito il cambio di connessione.

Lo schema è di per sé chiaro e non necessita di ulteriori spiegazioni.

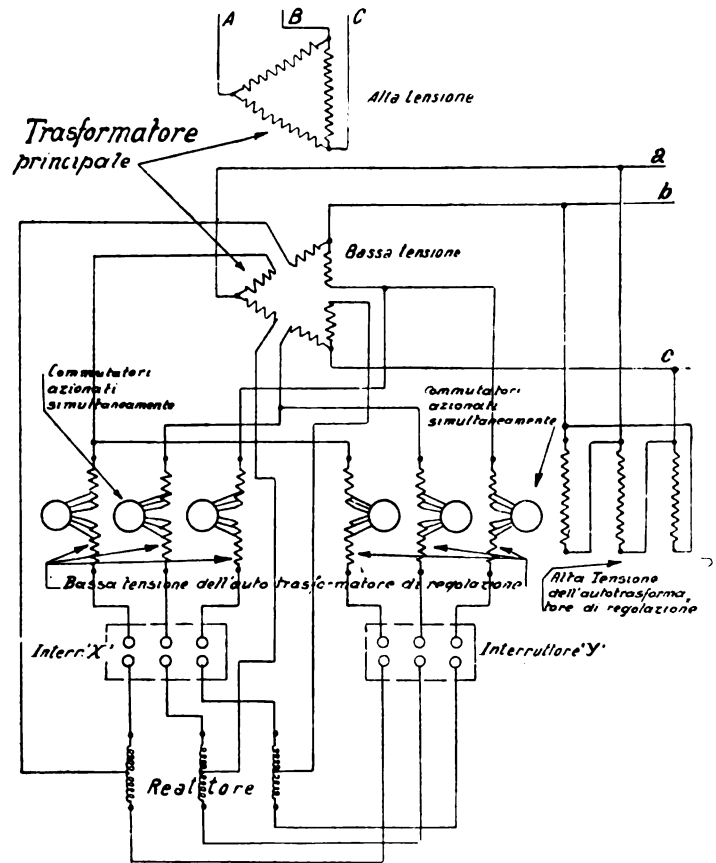


Fig. 13.

La fig. 13 rappresenta una disposizione simile alla precedente nella quale però la bassa tensione del trasformatore non è suddivisa.

Qui necessita l'impiego di bobine di reattanza per limitare la corrente di circolazione che si ha nel funzionamento con numero diverso di spire sui due secondari dell'autotrasformatore di regolazione.

La fig. 14 rappresenta uno schema nel quale gli apparecchi per il cambio delle connessioni sono inseriti in prossimità del neutro connesso a terra del trasformatore. Questa disposizione, come abbiamo detto, si presta bene in tutti quei casi in cui il sistema abbia il neutro connesso permanentemente e solidamente a terra.

La fig. 15 rappresenta una disposizione la quale può essere utilmente impiegata quando la tensione di linea è alta e il sistema non comporta il neutro a terra. Va pure bene quando la corrente per essere troppo intensa non permette l'uso di interruttori e commutatori economici.

Per mezzo di un trasformatore che chiameremo di eccitazione è possibile imprimere sui circuiti paralleli una certa tensione la quale a sua volta per mezzo di un trasformatore serie si aggiunge e si sottrae alla linea da regolare.

In questo modo i comandi avvengono tutti circuiti a bassa tensione o a bassa intensità di corrente il che conduce all'impiego di apparecchi di costo moderato che possono compensare largamente la maggior spesa sostenuta per i trasformatori regolatori.

Inoltre il circuito sul quale avviene la manovra essendo

da tutti i rischi che potrebbero derivare per disturbi sulla linea ad alta tensione.

Opportune disposizioni dei circuiti regolatori possono permettere la realizzazione di un « boosting-bucking » sul trasformatore principale.

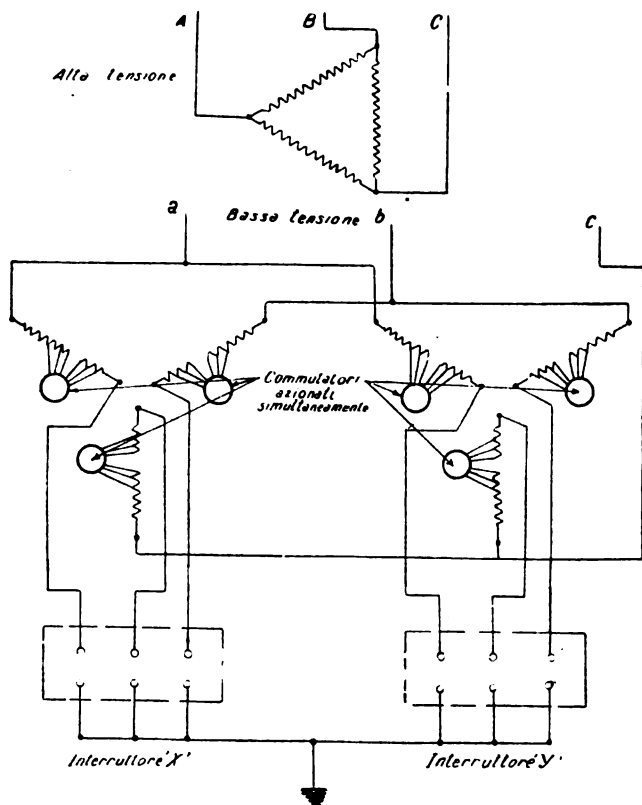


Fig. 14.

In tutti questi schemi gli avvolgimenti paralleli funzionano normalmente insieme e perciò il rame dovrebbe essere previsto per metà della corrente normale di linea. Senonchè considerazioni relative alla corrente di circolazione possono consigliare l'impiego di sezioni di rame maggiori di quelle che competerebbero alla metà della corrente normale.

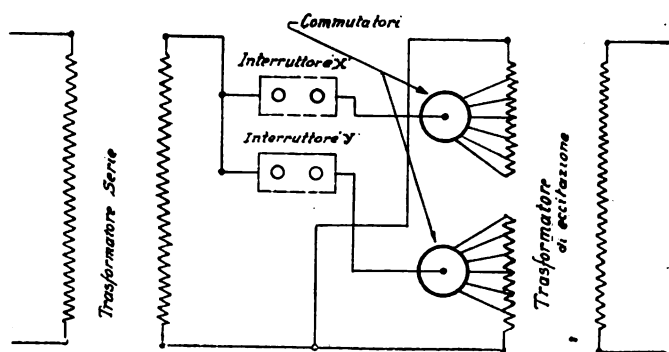


Fig. 15.

In generale con avvolgimenti completamente suddivisi la corrente di circolazione si mantiene dell'ordine del 100 % della corrente normale e anche minore e perciò il rame dei due avvolgimenti è previsto per la loro corrente normale. Soltanto è necessario di verificare che durante le fasi nelle quali tutto il carico è portato da un solo avvolgimento, questo non abbia a risultare danneggiato in seguito ad eccessivo riscaldamento.

Vi sono dei casi però come per esempio la fig. 9 in cui i due circuiti paralleli sono previsti almeno per la corrente normale di linea.

La fig. 16 dà una soluzione abbastanza interessante del problema dell'interconnessione di due sistemi ad alta tensione per mezzo di un autotrasformatore. La regolazione della tensione è ottenuta in questo modo: Su un primo nucleo è avvolto l'autotrasformatore e un avvolgimento a bassa tensione, quest'ultimo alimentante un regolatore trifase ad induzione. Su un altro nucleo è avvolto un circuito in serie coll'autotrasfor-

gimento pure avvolto su questo secondo nucleo e che è alimentato dal regolatore ad induzione.

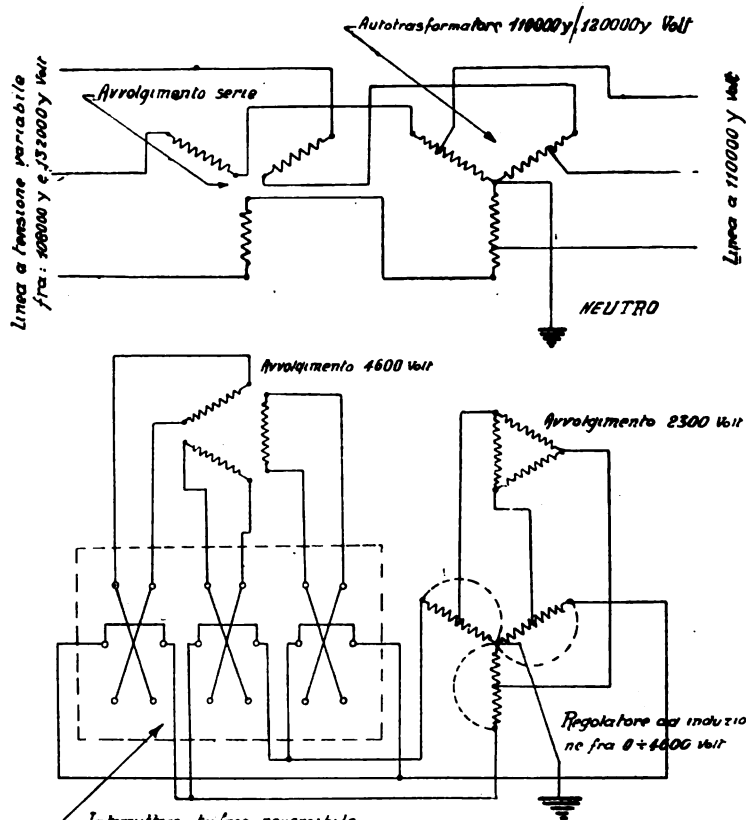


Fig. 16.

L'inserzione di un interruttore reversibile fra questo avvolgimento e il regolatore permette l'impiego di un regolatore di capacità metà di quella che altrimenti sarebbe necessaria.

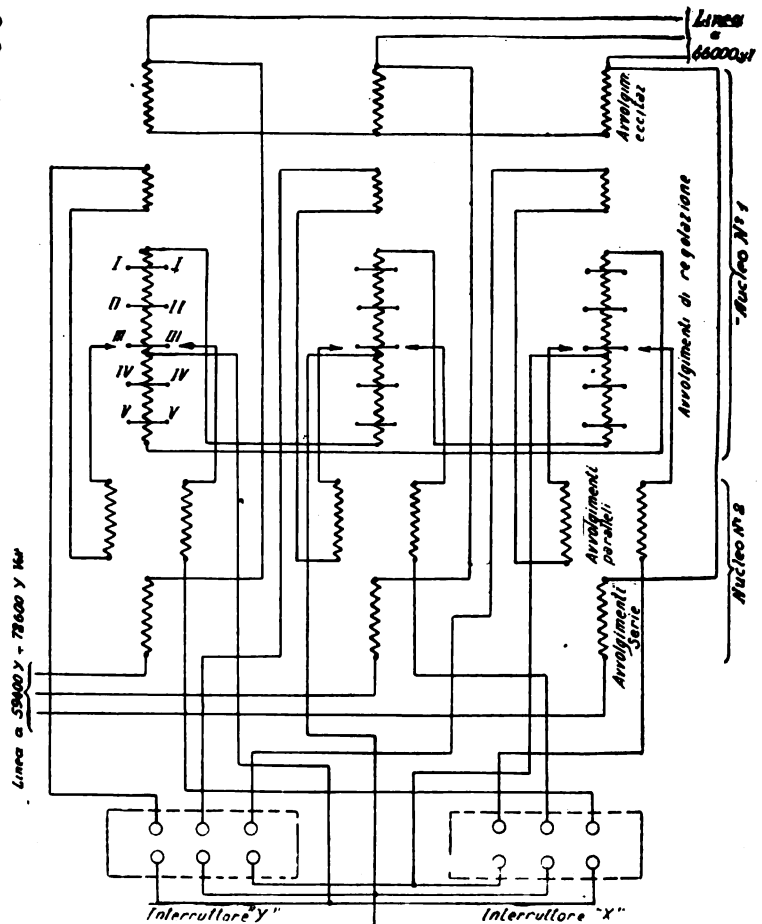


Fig. 17.

Con questo mezzo la tensione di linea può essere variata in più o in meno in modo abbastanza graduale permettendogli il rego-

Come si vede dalla fig. 16 la tensione di 110.000 Y volt che per mezzo dell'autotrasformatore è portato a 120.000 Y volt può essere ulteriormente variata in modo graduale e continuo fra 108.000 Y e 132.000 Y volt semplicemente agendo sul regolatore ad induzione e sull'interruttore. Questo schema si stacca notevolmente da quelli precedenti perchè non comporta nè circuiti paralleli, nè commutatori.

Esso non soltanto si presta bene all'interconnessione di due sistemi, ma anche a regolare direttamente una linea ad alta tensione.

Come si vede tutte le manovre avvengono su circuiti di bassa tensione.

Sul principio della doppia trasformazione di energia, ma senza ricorrere all'impiego di un regolatore ad induzione la General Electric Company ha recentemente costruito una importantissima unità trifase a raffreddamento naturale da 36.000 kVA per interconnettere due sistemi: quello a 66.000 Y volt della Duquesne Light Company di Pittsburg, Penn col sistema della West Penn Power Company.

E' possibile per mezzo di tale trasformatore di ottenere senza interrompere il carico una variazione in più o in meno del 10 % sulla tensione di 66.000 Y volt. Questa variazione è ottenuta in 19 gradini e il passaggio della tensione minima di 59.400 Y alla massima di 72.600 Y volt è fatto in circa 40 secondi. Si vede subito quale mezzo rapidissimo di variazione di tensione presenti questo trasformatore pure sulla non piccola differenza del 20 % fra tensione minima e massima.

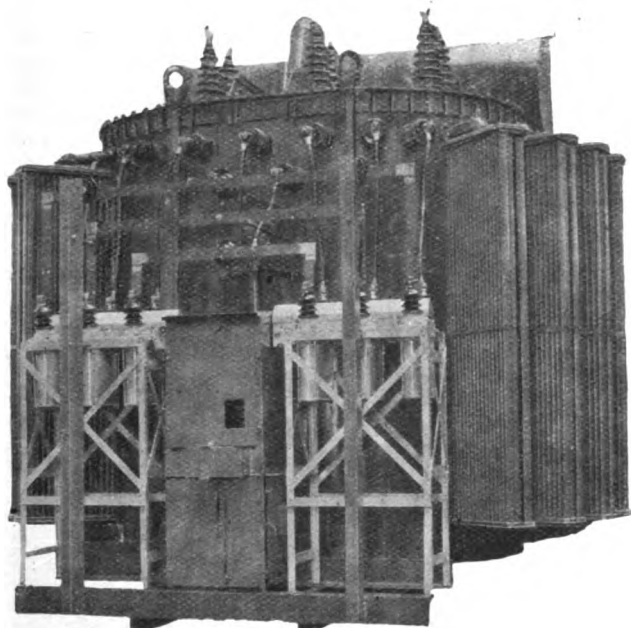


Fig. 18. — Vista esterna dal lato di bassa tensione del trasformatore da 36.000 kVA 66.000 y/59.400 y volt della Duquesne Light Co.

La fig. 17 rappresenta lo schema elettrico delle connessioni. Come si vede in questa costruzione si fa impiego di due nuclei nettamente distinti ma montati nella stessa cassa. Sul nucleo che chiameremo 1 è avvolto un circuito che diciamo di eccitazione a cui fa capo il sistema a 66.000 Y volt, ed un altro circuito che chiameremo di regolazione costituito da un avvolgimento principale e da un altro ausiliario il quale ultimo, opportunamente inserito o disinserito, serve a variare il numero complessivo dei rapporti.

Sul nucleo 2 sono avvolti due circuiti: uno che chiameremo serie da connettersi in serie col circuito a 66.000 Y volt e l'altro costituito da due parti parallele le quali vengono poste in tensione dall'avvolgimento regolatore. A questo che è munito di opportune prese fanno capo due gruppi di commutatori. Mediante la manovra di questi commutatori e l'apertura e chiusura degli interruttori X e Y si realizzano i 19 rapporti di trasformazione considerati.

Con questa disposizione l'aver posti i comandi su un circuito di bassa tensione ha permesso l'impiego di interruttori per 15.000 volt e 600 ampere di prezzo moderato che compensano la maggior spesa della doppia trasformazione e portano i comandi su circuiti esenti da ogni disturbo che potesse capitare sulla linea ad alta tensione.

Questo problema risolto con successo dalla General Electric Company è uno dei più difficili e dei più complicati che si siano fin'ora presentati nella costruzione di trasformatori. Particolarmente importante è stato lo studio della disposizione degli avvolgimenti, il calcolo delle reattanze e delle cadute di tensione nei diversi funzionamenti. Tale calcolo con circuiti così variamente disposti è tutt'altro che semplice e può condurre a facili errori.

Particolarmente importante è stato lo studio della disposizione degli avvolgimenti, il calcolo delle reattanze e delle cadute di tensione nei diversi funzionamenti. Tale calcolo con circuiti così variamente disposti è tutt'altro che semplice e può condurre a facili errori.

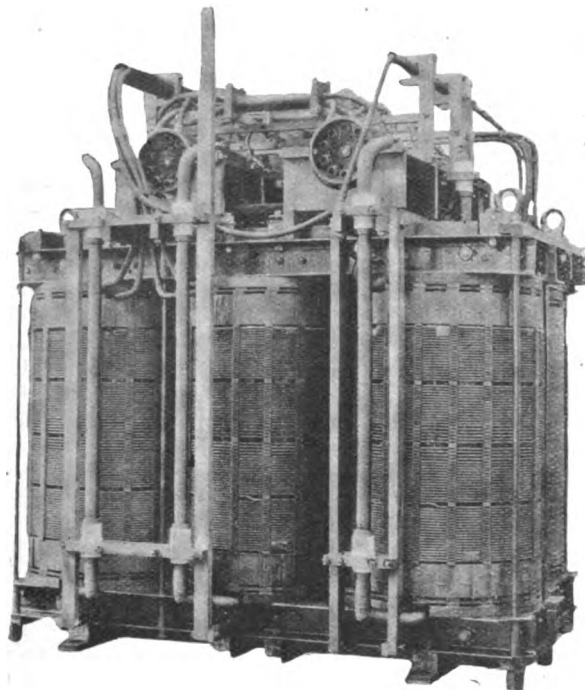


Fig. 19. — Vista interna dal lato di alta tensione del trasformatore da 36.000 kVA 66.000 y/59.400 y volt della Duquesne Light Co.

Può essere interessante notare che le cadute di tensione a pieno carico e $\cos \varphi = 0,8$ non sono mai superiori all'1,5 % e in molti casi esse sono inferiori al 0,5 %.

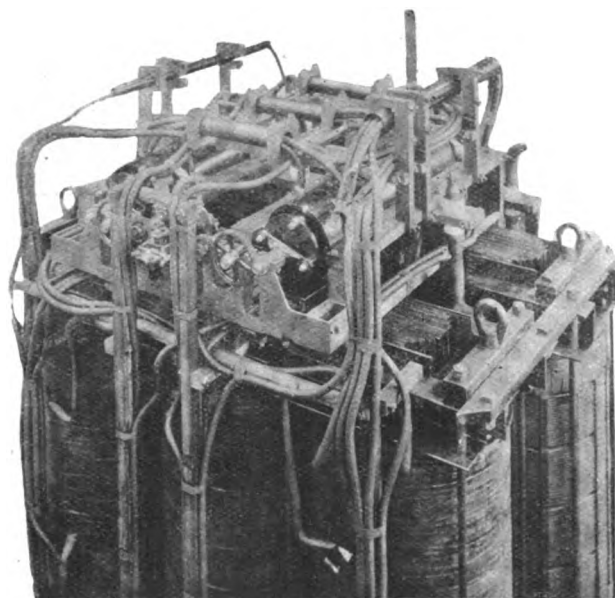


Fig. 20. — Commutatori e rotismi intermittenti del trasformatore da 36.000 kVA, 66.000 y/59.400 y volt della Duquesne Light Co.

Le figure 18, 19, 20 rappresentano rispettivamente una vista esterna dal lato di bassa tensione, una vista interna dal lato di alta tensione e finalmente un'altra della parte superiore dei nuclei con i relativi commutatori, rotismi, ecc.

Conclusione.

Molti trasformatori di potenza e tensione elevate nei quali il cambio di rapporto è fatto senza interrompere il carico sono già in servizio in America. La General Electric Company ha già installato più di 500.000 kVA di tali trasformatori e ne ha attualmente in costruzione per circa 150.000 kVA.

L'aver un mezzo prima di tutto sicuro, semplice e relativamente poco costoso per la regolazione della tensione degli impianti ha già suscitato in America molto interesse sia nei

costruttori sia nei tecnici delle Società di esercizio. Il sistema di comando che salvo poche eccezioni si è dimostrato più economico, più semplice, più applicabile alla maggioranza dei casi consiste nell'impiego dei seguenti apparecchi.

1) Due gruppi di commutatori da montarsi nell'interno del trasformatore;

2) Due interruttori azionati elettricamente e comandati dall'albero principale del meccanismo di manovra posti fuori cassa.

3) Un meccanismo di comando pure installato all'esterno del trasformatore e disposto in modo da essere azionato sia elettricamente che a mano.

Ripetiamo che pure essendo gli interruttori e l'apparecchio di comando installati all'esterno del trasformatore essi però sono montati sulla sua stessa base sicchè tutto il complesso si presenta come una sola unità (vedi fig. 18), la quale con una adatta protezione del meccanismo di comando può essere installata all'aperto.

Il comando avviene in questo modo: Ogni gruppo di commutatori costituito per esempio da tre elementi (quante sono le fasi) calettati sul medesimo albero è montato in un opportuno cilindro disposto verticalmente (fig. 21). L'estremità dei due

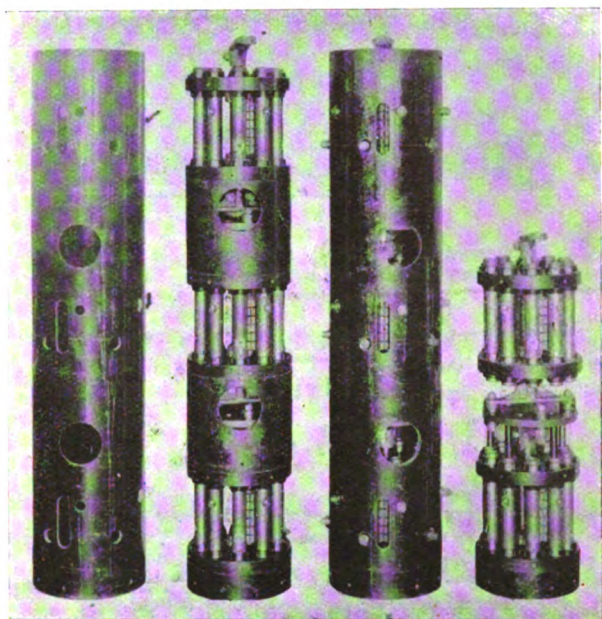


Fig. 21. — Commutatori e cilindri di protezione.

alberi dei commutatori fanno capo ad un rotismo intermittente (per esempio croce di S. Andrea) il quale a sua volta è connesso ad un albero orizzontale che viene portato fuori della cassa attraverso una tenuta stagna.

Per mezzo del rotismo intermittente i due gruppi di commutatori funzionano ad un intervallo di tempo prestabilito l'uno dall'altro. L'albero orizzontale è a sua volta azionato da un albero verticale il quale fa capo al meccanismo di comando propriamente detto.

Un motore a corrente continua per 125 o 250 volt, oppure per corrente alternata mette in azione l'albero verticale. Sulla parte inferiore di questo è calettato un piccolo controller a tamburo il quale aziona opportunamente e nell'ordine prestabilito i due interruttori che, come abbiamo detto, sono del tipo a magnete.

I due interruttori sono così disposti che non è possibile che essi si aprano contemporaneamente e un piccolo dispositivo agisce in modo tale che se un interruttore non si apre al tempo opportuno, il motore immediatamente si arresta impedendo così la manovra dei commutatori corrispondenti, i quali in nessuna condizione debbono funzionare quando l'avvolgimento relativo è percorso da corrente.

Nel caso in cui la corrente di comando venga a mancare, la manovra può eseguirsi a mano. In circa dieci secondi, come si è detto, il motore varia il rapporto di un gradino. Due tasti di manovra sono disposti sul quadro di comando uno per innalzare l'altro per abbassare il rapporto. Premendo l'uno o l'altro di questi tasti per circa un secondo il motore si mette in moto e compie nell'ordine già visto il cambio di connessione, dopo di che si arresta. Impossibile è pure resa la manovra dei commutatori oltre le posizioni limiti.

Una protezione differenziale è posta sulle due parti di avvolgimento in parallelo e questa fa sì che se la corrente circolante dovesse durare un tempo più lungo del previsto si apre l'interruttore principale di linea. Finalmente un apparecchio indicatore di rapporto è posto sul quadro di manovra, cosicchè ad ogni istante si ha l'indicazione esatta della connessione sulla quale il trasformatore funziona.

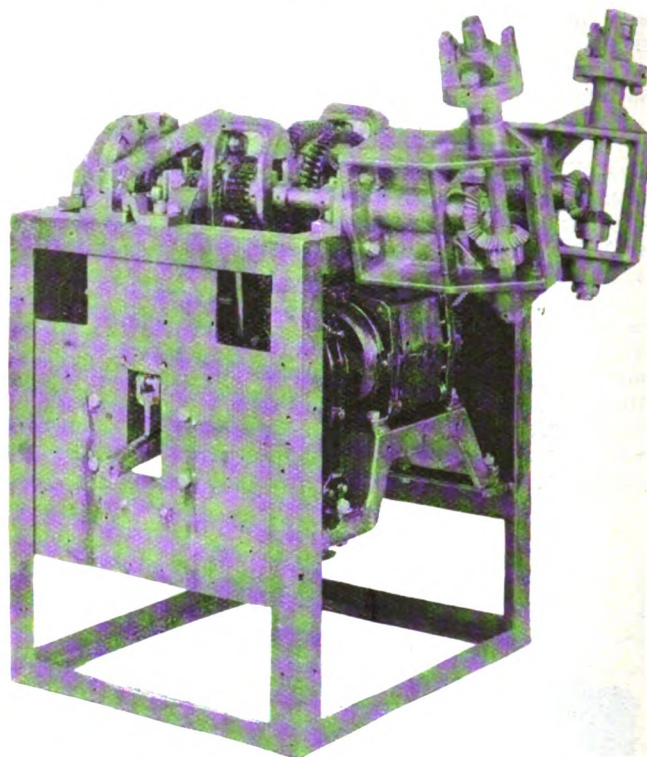


Fig. 22. — Apparecchio di comando per il cambio di rapporto sotto carico.

La fig. 22 rappresenta il meccanismo di manovra e la fig. 23 un particolare del comando dei commutatori in un trasformatore da 20.000 kVA.

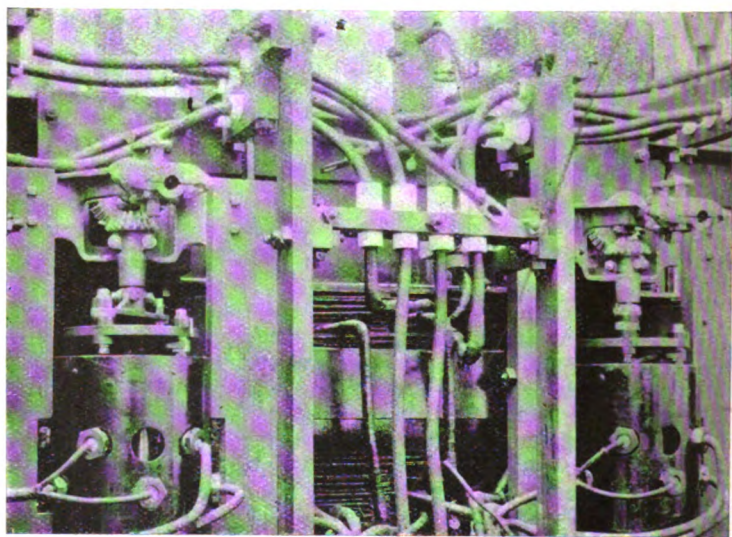


Fig. 23. — Particolare del comando dei commutatori in un trasformatore da 20.000 kVA disposto per variazione di rapporto sotto carico.

Come abbiamo accennato in principio di questo articolo altre soluzioni si sono escogitate per ottenere la variazione di rapporto sotto carico, ma tolti pochi casi nei quali il problema può essere risolto con prese fuori del coperchio, interruttori e bobine di reattanza più economicamente che non col sistema da noi descritto, questo invece appare nella grande maggioranza dei casi il più razionale e il meno costoso fra i mezzi di regolazione della tensione per mezzo di trasformatori.

Certo esso non può applicarsi per ragioni di economia alle piccole unità per le quali il regolatore ad induzione tiene ancora vittoriosamente il campo. Può però essere impiegato con vantaggio anche con unità di media potenza ove si richieda una

variazione notevole per esempio 50 %, 100 %, e più nel rapporto di trasformazione, variazione per la quale il regolatore è inammissibile.

Riepilogando: il trasformatore con variazione di rapporto sotto carico può trovare utile impiego in tutti quei casi nei quali occorra avere a disposizione un mezzo rapido ed economico di regolare la tensione degli impianti. Tali casi si possono ridurre a tre caratteristiche.

1) Mantenere costante la tensione ad un dato punto del sistema non solo indipendentemente dal carico ma anche dalla tensione delle sbarre in partenza;

2) Interconnettere due o più stazioni generatrici o sistemi. Qui il trasformatore offre un mezzo facile per la regolazione della corrente swattata fluente fra i sistemi e nello stesso tempo può mantenere al nodo una determinata tensione indipendentemente dai carichi fluenti.

3) Applicazione ai forni metallurgici per i quali molto spesso si richiede di poter disporre di un mezzo rapido per variare notevolmente (anche del 100 % e più) la tensione del forno.

4) Per certe operazioni elettrochimiche si richiede talvolta di poter variare per piccoli salti la tensione della corrente continua erogata da una commutatrice. In questo caso la commutatrice può essere alimentata con un trasformatore che permetta di variare per piccoli salti e nella misura totale richiesta il rapporto di trasformazione e quindi la tensione di alimentazione della commutatrice.

Concludendo: La regolazione della tensione per mezzo di trasformatori equipaggiati per variazione di rapporto sotto carico è senza dubbio importantissima, e poichè ha già avuto in America una larga applicazione riscuotendo la fiducia dei tecnici delle Società di esercizio, è da augurarsi che l'impiego di tali trasformatori si diffonda presto anche da noi. Mentre i nostri costruttori sono preparati ad affrontare questo problema, le Società di esercizio dal canto loro non dovrebbero tardare ad orientarsi verso questo modernissimo mezzo di regolare la tensione degli impianti.

L'A. desidera di ringraziare i tecnici della General Electric Company per l'aiuto ricevuto nella preparazione del presente articolo e particolarmente il Dott. Z. O. Szentpali per i suoi suggerimenti sul modo di calcolare la variazione di reattanza dovuta al cambio di rapporto.

*

BIBLIOGRAFIA

- Journal of the A. I. E. E. — Voltage control obtained by varying transformer ratio - By L. F. Blume, luglio 1925.
 Journal of the A. I. E. E. Changing transformer ratio without interrupting the load - By M. H. Bates, novembre 1925.
 Journal of the A. I. E. E. - Transformer tap changing under load - By H. C. Albrecht, dicembre 1925.
 Journal of the A. I. E. E. - Theory of three winding transformers - By A. Boyajian, aprile 1924.
 General Electric Review - Arrangements for load ratio control - By H. R. Wilson, maggio 1926.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana	1,50
più per postali	0,80
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:	
Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Province redente	20,-
più per postali	2,-
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	20,-
più per postali	3,-
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI — Sue stato attuale - sue avventure (broch.)	2,50
più per postali	0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	1,-
più per postali	0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	3,-
più per postali	1,-
NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche	4,-
più per postali	1,-
Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI-NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)	3,-
più per postali	1,-

CANALI IDROELETTRICI

F. PAGLIARO

§ 1. — Ho riletto, dopo vari anni, il volumetto del Dariès⁽¹⁾ sul calcolo dei canali.

Non mi è sembrato, in verità, che la tecnica idraulica abbia tanto progredito da farmi apparire eccessivamente antica l'opera dell'illustre Idraulico francese. Se per gli acquedotti si può rilevare attualmente un notevole progresso nella concezione e nel calcolo (specialmente per lo sviluppo della tecnica delle condotte forzate industriali); per i canali, invece, pochi progressi si sono avuti; tanto che recentissimamente un Idraulico universitario, nel trattare dei canali industriali, riportava — sic et simpliciter — una tabella di dati sperimentali, tratta appunto, dal volumetto del Dariès!! Le formole infatti, oggi in uso, del Kutter e del Bazin rimontano rispettivamente al 1869 e al 1897; e tutte anteriori sono quelle del Prony⁽²⁾ (la più antica: 1804), sugli esperimenti di Dubuat e di Chézy, quella di Eytelwein⁽³⁾, del Tadini⁽⁴⁾ $V = 50 \sqrt{Ri}$ del Barré de Saint Venant⁽⁵⁾, del Bazin⁽⁶⁾ sulle esperienze 1855-1859 su di un canale derivato da quello di Borgogna, del Gauckler⁽⁷⁾, dell'Hagen⁽⁸⁾, di Humphreys e Abbot⁽⁹⁾, di Manning⁽¹⁰⁾, Cumingham, Herschel, ecc.

Di recenti, possono segnalarsi quelle del Merrill⁽¹¹⁾, del Barnes⁽¹²⁾, di William e Hazen⁽¹³⁾, dell'Houk⁽¹⁴⁾, del Forchheimer⁽¹⁵⁾, tutte del tipo

$$V = k R^m i^n \quad R \text{ raggio medio.}$$

In particolare, per quella del Merrill, il coefficiente K e gli esponenti m ed n hanno i seguenti valori⁽¹¹⁾:

1) Canale a sezione trap. o rett. $m = 0,869 V^{-0,25}$; — $n = 0,43$:

- $k = 94$ per cemento puro;
- » = 56 e 45 per calcestruzzo di sabbia fina e grossa;
- » = 77 per muratura stilata;
- » = 22 a 32 per canali in terra.

2) Canali a sez. semicircolare $m = 0,929 V^{-0,25}$; — $n = 0,46$:

- $K = 114$ per cemento;
- » = 104 per muratura in malta 1:3;
- » = 74 per calcestruzzo di sabbia fina.

3) Canali a grande sez. e fiumi $m = 1,562 V^{-0,25}$; — $n = 0,76$:

- $k =$ da 174 a 248.

E quella del Forchheimer:

$$V = k R^{0,7} i^{0,5}$$

dove $k =$ da 80 a 25 è uguale circa all'inverso del coefficiente della formola di Kutter, che seguirà.

Fra tutte queste formole, antiche e recenti, quelle che hanno avuto l'ausilio di molte esperienze sono le espressioni di Bazin e di Kutter.

La formola notissima del Bazin $V = \frac{87}{1 + \gamma/R} \sqrt{Ri}$ viene presentata con un troppo esiguo corredo di coefficienti γ . Infatti,

sono soltanto sei i valori da assegnare a γ per tutte le varie

⁽¹⁾ Gauthier-Villars - Paris, 1899.

⁽²⁾ $f(V) = aV + bV^2$ $a = 0,000044$ $b = 0,000309$.

⁽³⁾ $f(V) = aV + bV^2$ $a = 0,000024$ $b = 0,000365$.

⁽⁴⁾ Questa del Tadini venne anche, per oltre mezzo secolo, chiamata «formola degli Ingegneri Italiani» mentre alcuni... italiani odierni l'attribuiscono allo Chézy....

⁽⁵⁾ $f(V) = 0,0004 V^{1/11}$.

⁽⁶⁾ $Ri = (a + b/R) V^2$.

⁽⁷⁾ $V = c R^{1/4}$, i e $V = c' R^{1/4} i^{1/4}$: a seconda che è $i \leq 0,7 \text{ ‰}$.

⁽⁸⁾ $V = 2,43 R^{1/2} i^{1/2}$.

⁽⁹⁾ $V = \frac{K}{\sqrt{i}} = \sqrt{\frac{K}{Ri}}$ nella forma semplificata da Grebenau.

⁽¹⁰⁾ $V = C' R^{2/3} i^{1/2}$ (2^a formola Gauckler).

⁽¹¹⁾ Engineering Record, 1907, pag. 708. Le cifre sono riferite all'unità di misura inglese ($1 f = 0^m, 3048$).

⁽¹²⁾ Hydraulic Flow Rev. - London.

⁽¹³⁾ Hydraulic Tables N. Y.

⁽¹⁴⁾ Calculation of flow in open Channels, 918.

⁽¹⁵⁾ Der Durchfluss des Wassers, etc. - Berlin, 923.

strutture, forme, disposizioni e manutenzione dei canali. Non solo; ma la nomenclatura delle sei categorie non è nè chiara nè ben determinata. Ad esempio: la categoria 4^a ($\gamma_4 = 0,85$) si riferisce a « canali in terra con sezioni molto regolari » e la 5^a ($\gamma_5 = 1,30$) si riferisce a « canali in terra ordinari »: mentre le nomenclature si differenziano di ben poco, il coefficiente γ_5 supera γ_4 del 54 %.

La formola del Kutter (Ganguillet e Kutter):

$$V = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0,00155}{i}}{1 + \left(23 + \frac{0,00155}{i}\right) \frac{n}{\sqrt{R}}} \sqrt{Ri}$$

presenta invece dodici categorie, con maggior dettaglio e più preciso riferimento. Essa è stata largamente usata con preferenza assoluta su tutte le altre formole. Da molti anni in America ed in Inghilterra non si usa che questa formola, ed anzi, in America è stata convalidata da numerose esperienze dirette a ricercare il valore del coefficiente n . Fra gli altri, Fred. C. Scobey ⁽¹⁶⁾, ⁽¹⁷⁾, esegui, per conto del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti d'America, centinaia di misure sopra canali (per irrigazione) con portate variabili da m³ 0,028 a m³ 74; raggio medio $\leq$ m 1,66 e forme e strutture diverse. Altre misure vennero eseguite su tubi con diametri interni da m 0,06 a m 1,37, con portate da m³ 0,056 a m³ 21. Nei valori forniti da M. Scobey compare un elemento nuovo e di discreta importanza: l'andamento planimetrico del canale. Infatti, le perdite di carico per cambiamenti di direzione non erano finora mai state prese in considerazione « nella determinazione della velocità media » $V = \chi \sqrt{Ri}$ ed apparve molto opportuno allo Scobey tenerne conto nel valore globale del coefficiente di scabrosità. Lo Scobey inserì però molte altre categorie fra le dodici originarie del Kutter con variazioni del coefficiente χ eccessivamente frazionate; tanto che per i soli canali in cemento sono riportati ben sette valori di n fra 0,012 e 0,018.

Paragonando questi coefficienti n con quelli m della formola semplificata, per $i < 0,0005$:

$$V = \frac{100 \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \sqrt{Ri}$$

riportata in tutti i trattati ed in tutti i manuali tecnici, si riscontra una forte discordanza fra i corrispondenti valori di $\chi = \sqrt{Ri}$. Ciò conferma la scarsa attendibilità della formola Kutter nella forma semplificata e la conseguente inesattezza delle tabelle che danno i valori di χ in corrispondenza ai valori di m e di R ⁽¹⁷⁾. Conviene pertanto attenersi alla formola generale del Kutter, limitando, come è nel caso di cui trattasi (per canali industriali) la pendenza ad un valore che poco si discosti da $0,5 \div 1 \text{ ‰}$. Prendendo per base i noti valori dei coefficienti n

⁽¹⁶⁾ The flow of water in irrigation - Washington, 1915.

⁽¹⁷⁾ L'Ing. Contessini (Annuale LL. PP., 1925, fasc. 2) ha paragonato i coefficienti n con quelli γ della seconda formola Bazin, aggiungendo altre quattro categorie alle sei, proprie di quest'ultima formola.

ed inserendo con ponderatezza i risultati delle recenti esperienze americane, sono stati calcolati nella seguente tabella i valori dei coefficienti per le 12 categorie Kutter, così specificate:

- I. Categoria $n = 0,012$. Cemento ben liscio. Andamento planimetrico rettilineo o curvilineo a grandi raggi. Sezione semicircolare. Assenza di depositi.
- II. Categoria $n = 0,013$:
 - a) Cemento ben liscio. Andamento curvilineo;
 - b) Tavole ben piallate e ben disposte: andamento rettilineo o a grandi raggi.
- III. Categoria $n = 0,014$:
 - a) Intonaco cementizio non perfettamente liscio;
 - b) Tavole piallate non perfettamente;
 - c) Muratura con pietra da taglio.
 In tutt'e tre i casi: curve a non grande raggio e assenza di depositi.
- IV. Categoria $n = 0,016$:
 - a) Intonaco cementizio irregolare;
 - b) Tavole grezze;
 - c) Muratura di mattoni.
 In ogni caso: curve ampie, pochi depositi al fondo; assenza di vegetazione.
- V. Categoria $n = 0,017$:
 - Muratura di pietrame ordinario, senza intonaco. Depositi non eccessivi al fondo.
- VI. Categoria $n = 0,018$:
 - Come sopra, con depositi al fondo e muschio alle pareti. Andamento tortuoso.
- VII. Categoria $n = 0,020$:
 - a) Muratura di pietrame, poco regolare. Andamento tortuoso. Notevoli depositi. Muschio.
 - b) Canali ben costruiti in terra compatta; pareti lisce, senza vegetazione, andamento a grandi curve.
- VIII. Categoria $n = 0,021$:
 - a) Muratura di pietrame, irregolare, con fondo fangoso; andamento tortuoso;
 - b) Sezioni in terra molto regolari; pareti lisce per deposito di limo; ottima manutenzione.
- IX. Categoria $n = 0,0225$:
 - a) Muratura vecchia, con fondo fangoso;
 - b) Sezioni in terra, regolari, con erbe basse sulle sponde.
- X. Categoria $n = 0,025$:
 - a) Sezioni in terra, con erbe al fondo e alle sponde; manutenzione discreta.
- XI. Categoria $n = 0,030$:
 - a) Canali in terra, con ghiaia e piante acquatiche sul fondo; sponde irregolari;
 - b) Rivi e fiumi con andamento regolare.
- XII. Categoria $n = 0,035$:
 - a) Canali in terra, in abbandono; sponde sconnesse;
 - b) Fiumi in ghiaia, con andamento irregolare, depositi; andamento tortuoso;

R	Valori di γ											
	I $n = 0,012$	II 0,013	III 0,014	IV 0,016	V 0,017	VI 0,018	VII 0,020	VIII 0,021	IX 0,0225	X 0,025	XI 0,030	XII 0,035
0.20	67	60	56	48	44	41	36	34.5	31.5	27	22	18
0.25	68.5	62	58	49.5	46	43	38.5	36.2	33.2	28.5	23.5	19.5
0.30	70	64	60	52	48	45	39	38	35	30	25	20.6
0.35	72	66	61.5	53	49.5	46.5	40	39	36	31.3	26.2	21.6
0.40	74	67	62.8	54	50.5	48	41	40	37	32.5	27	22.5
0.45	75	68	64	55	51.5	49	42	41	38	33.5	27.8	23.2
0.50	76	69	65	56	52.5	50	43	42	39	34.5	28.5	24
0.55	77	70	66	57	53.5	51	44	42.7	40	35.3	29	24.7
0.60	78	71	66.8	57.9	54.4	51.8	44.8	43.3	41	35.9	29.5	25.3
0.65	78.8	72	67.6	58.8	55.2	52.6	45.6	43.9	41.5	36.5	30	25.9
0.70	79.6	72.9	68.3	59.6	56	53.2	46.4	44.5	42	37	30.5	26.5
0.75	80.2	73.7	69	60.4	56.5	53.7	47.2	45.1	42.4	37.5	31	27
0.80	80.8	74.5	69.5	61	57	54.2	48	45.7	42.8	38	31.5	27.5
0.85	81.4	75.2	70	61.4	57.5	54.6	48.5	46.3	43.2	38.5	31.9	27.9
0.90	82	75.7	70.5	61.8	58	55	49	46.8	43.6	39	32.2	28.3
0.95	82.6	76.4	71	62.2	58.5	55.3	49.5	47.2	44	39.5	32.7	28.7
1.00	83.2	77	71.4	62.5	59	55.5	50	47.6	44.4	40	33	29
1.50	87	80	75	66	62.3	58.5	53	50.5	47.5	43	36	31.3
2.00	90	82.5	78	68.5	64.5	61	55.5	53	50	45	38	33
2.50	91.5	84	80	70	65.5	63	57	54.5	51.5	46.5	39.5	34.5

§ 2. — Gli elementi essenziali di un canale sono: portata, pendenza, sezione, forma della sezione, velocità.

La portata è uno degli elementi « dati », non è cioè suscettibile di alcuna variazione. La pendenza, invece, è variabile ed è, com'è noto, collegata intimamente con la velocità al perimetro bagnato e quindi con la velocità media. La sezione, anch'essa variabile in funzione della velocità, ed infine la forma della sezione, quasi completamente arbitraria.

Comincerò a stabilire la forma più conveniente per la sezione.

E' noto che la sezione di minima resistenza (di attrito per l'acqua) o di minimo contorno per una determinata area, è quella del circolo; quindi, teoricamente i canali dovrebbero avere la forma circolare.

Ed infatti questa forma si adopera, leggermente ed opportunamente modificata, in galleria, circoscrivendo al cerchio una linea che poco se ne discosta.

Ma per i canali scoperti non è ovviamente possibile adottare la sezione circolare, e la sezione comunemente adottata è la trapezia o anche la rettangolare.

Primo elemento da fissare è la inclinazione delle pareti. Essa dipende esclusivamente dalla natura delle sponde (terreno o rivestimento). E' appena sufficiente ricordare che a parità di sezione, la maggiore inclinazione delle sponde rispetto la orizzontale genera un maggior valore pel raggio medio e quindi una maggiore velocità: pertanto le sponde vengono ad essere più sollecitate alla corrosione.

Tranne casi speciali, non conviene dunque forzare la inclinazione delle pareti: notando anche che la inclinazione (rispetto la orizzontale) è inversamente proporzionale alla portata, poichè aumentando questa, fermo restando omoteticamente ogni altro elemento, aumenta il carico di acqua al fondo delle pareti e quindi aumenta la relativa pressione idrodinamica.

V'è però qualche caso in cui conviene esagerare l'inclinazione delle pareti fino al verticale. Per es. ponti-canali. Quivi la minore inclinazione, o maggiore larghezza in superficie, apporta una maggiore larghezza di tutto il ponte di una quantità (anche percentuale) tutt'altro che trascurabile. Com'è intuitivo, questa maggiore larghezza implica maggiore spesa per la struttura del ponte, per le spalle e le pile, le fondazioni, ecc. Per tale notevole ripercussione, le pareti dei canali sui ponti si fanno verticali. Tranne questi casi particolari, si assegnano alle sponde le seguenti inclinazioni (valori medi) rispetto la orizzontale:

Per sponde in calcestruzzo o muratura con intonaco cementizio $\text{tg } \alpha = 2$.

Per sponde con rivestimento $\text{tg } \alpha = 1$.

» » in terra salda, senza investimento $\text{tg } \alpha = 2/3$.

» » in terra non salda, senza rivestim. $\text{tg } \alpha = 1/2$.

Fissata adunque la inclinazione delle pareti, determiniamo la forma della sezione; ossia la relazione che deve intercedere fra l'altezza (o profondità) del canale e la sua larghezza media.

Differenziamo le note formole fondamentali:

$$Q = A V \quad V = \chi \sqrt{R i} = \chi \sqrt{\frac{A}{C} i}$$

si ha:

$$dQ = A dV + V dA; \quad 2 V dV + V^2 dC = \chi (A di + i dA);$$

o meglio, posto Q ed i costanti:

$$0 = A dV + V dA; \quad 2 V dV + V^2 dC = \chi^2 i dA.$$

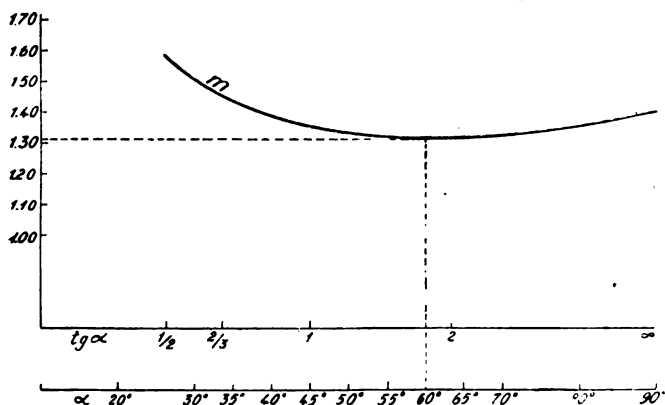


Fig. 1.

Dalla prima si scorge che, essendo A costante ossia $dA = 0$, dev'essere $dV = 0$; dalla seconda anche $dC = 0$. Occorre cioè che sia:

Applicando questo risultato alle espressioni che danno l'area e il perimetro di una sezione trapezia:

$$A = h b + h^2 \cotg \alpha;$$

$$C = b + 2 \frac{h}{\text{sen } \alpha}$$

si giunge facilmente al risultato: $B = \frac{2h}{\text{sen } \alpha} = 2L$.

Ma poichè è anche

$$B = b + 2h \cotg \alpha$$

ed $A = \frac{b+B}{2} h$, sostituendo e risolvendo per h si ottiene:

$$(1) \quad h = \sqrt{A \frac{\text{sen } \alpha}{2 - \cos \alpha}} = \sqrt{A} \cdot f(\alpha)$$

e poi:

$$(2) \quad b = 2 \sqrt{A} f(\alpha) \frac{1 - \cos \alpha}{\text{sen } \alpha} = \sqrt{A} \cdot \varphi(\alpha)$$

Volendo una relazione diretta fra b ed h si ha:

$$(3) \quad b = 2h \frac{1 - \cos \alpha}{\text{sen } \alpha} = 2h \psi(\alpha)$$

Avendo fissato α coi criteri suddetti, sono note le funzioni $f(\alpha)$, $\varphi(\alpha)$ e $\psi(\alpha)$; e quindi, dato A , si ha immediatamente il valore di h e di b .

A tale scopo ho calcolato la funzione $f(\alpha)$ per valori compresi fra 30° e 90° , e riportato anche l'inversa $m = \frac{1}{f(\alpha)}$ che servirà in seguito.

tg α	α	$\frac{\text{sen } \alpha}{2 - \cos \alpha}$	m^2	$f(\alpha)$	m
1/2	26°34'	0.404	2.47	0.636	1.57
	30°	0.440	2.27	0.664	1.51
2/3	33°41'	0.474	2.11	0.688	1.45
	40°20'	0.522	1.92	0.723	1.38
1	45°	0.548	1.82	0.740	1.35
	50°	0.564	1.77	0.751	1.33
	55°	0.574	1.74	0.758	1.319
	60°	0.577	1.73	0.760	1.316
2	63°26'	0.576	1.74	0.759	1.317
	70°	0.563	1.77	0.750	1.33
	80°	0.539	1.85	0.734	1.36
∞	90°	0.500	2	0.707	1.41

Da questa tabella si deduce che, entro il limite delle sezioni trapezie comunemente usate, e cioè fra $\text{tg } \alpha = 2/3$ e $\text{tg } \alpha = 2$, il valore di m varia fra 1,32 e 1,45 con un valore medio 1,38 (oscillazioni massime $\pm 0,37$).

Al § 4 si vedrà come a parità di tutti gli altri elementi tecnici ed economici, il costo unitario del canale, è proporzionale ad $m^{6/5}$. E' bene quindi che m sia il minimo possibile. Dal grafico (v. fig. 1) si deduce subito che il minimo valore di m si ha per $\alpha = 60^\circ$, confermando quanto facilmente si ottiene in Idraulica (18) analiticamente dalla considerazione delle sole grandezze geometriche della sezione. Variando invece, com'è naturale, anche altri elementi economici, si sposta, come vedremo, anche questo valore minimo di m .

Dalle formole precedenti si trae ancora una relazione:

Essendo $A = h b + h^2 \cotg \alpha$ ossia $\frac{2A}{h} = 2b + 2h \cotg \alpha$

ed essendo anche $2 \cotg \alpha = B - b$

si ha: $\frac{2A}{h} = b + \frac{2h}{\text{sen } \alpha} = C$

Quindi:

$$(4) \quad R = \frac{h}{2}$$

Cioè: nelle sezioni a forme di minima resistenza, il raggio medio è uguale alla metà della profondità.

Fra i valori di α e quelli di χ (coefficiente di scabrosità) vi è una evidente proporzionalità. Infatti, il consolidamento delle sponde conduce da un lato ad un aumento di α e dall'altro lato ad una diminuzione del coefficiente di scabrosità. Que-

sta proporzionalità di natura fisica, è però difficilmente esprimibile analiticamente; nè d'altra parte si scorge qual vantaggio tale espressione potrebbe praticamente recare. Si vedrà, inoltre, come nel calcolo tecnico-economico non comparirà la inclinazione α delle pareti; ma la funzione $m = \frac{1}{f(\alpha)}$ la cui tangente, come si è mostrato, nella fig. 1 cambia di segno oltre un certo valore di α , capovolgendo la proporzionalità con α e quindi con λ .

§ 3. — Gli elementi economici che entrano in gioco nel calcolo dei canali sono essenzialmente due: il costo unitario, ossia per metro lineare di canale, e la quota di ammortamento, manutenzione e interessi durante la costruzione. Il costo unitario può esprimersi come funzione dell'area della sezione (scavo, muri di controriva e di sostegno) e del perimetro bagnato (muratura per rivestimento pareti e fondo, espropri).

Si può allora scrivere:

$$\begin{aligned} p &= p_1 + p_2 \\ p_1 &= \beta_1 A = \beta_1 m^2 h^2 & p_2 &= \beta_2 C = 2 \beta_2 m^2 h \\ p &= \beta_1 A = \beta_2 C = m^2 (\beta_1 h^2 + 2 \beta_2 h). \end{aligned}$$

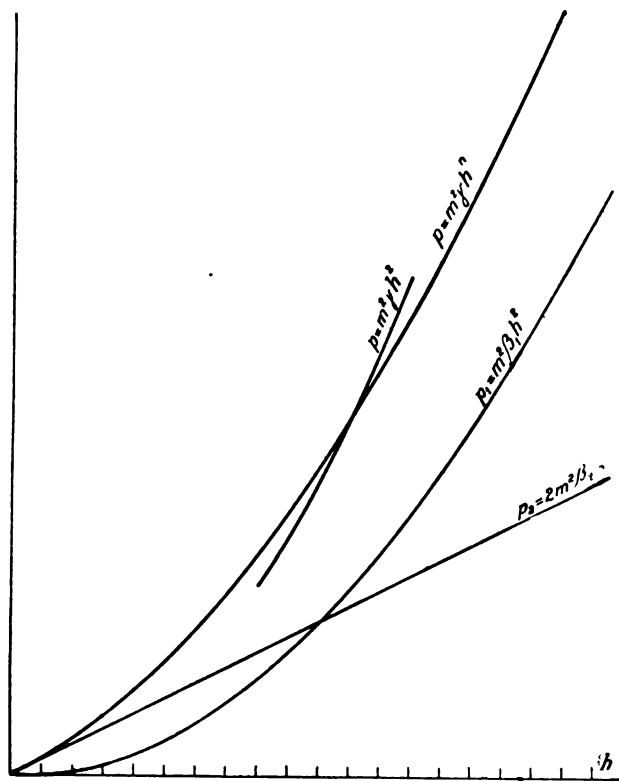


Fig. 2.

Nella fig. 2 sono costruite le curve p_1 , p_2 e p . Volendo esprimere p in funzione monomia di h , si giunge ad una formula del tipo $p = \gamma m^2 h^n$ dove n è leggermente maggiore di 2. Si può, per semplicità, assumere $n = 2$; nè l'errore è rilevante, perchè la determinazione di γ avviene in base ad un primo valore di p calcolato per una sezione approssimata che poco si differenzia da quella che risulterà dal calcolo definitivo.

$$(5) \quad p = \gamma m^2 h^2.$$

Ciò equivale a dire che, entro i limiti delle variazioni del valore esatto della sezione A , il costo unitario è una funzione lineare di A :

$$(5') \quad p = \gamma A.$$

Il valore di γ si determina eseguendo l'analisi del prezzo di due sezioni A' e A'' fra le quali si presume che sarà compresa la sezione A definitiva

$$\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{p'}{A'} + \frac{p''}{A''} \right)$$

Dal prezzo unitario p si risale facilmente alla quota di ammortamento, manutenzione e interesse, che globalmente indico con μ e viene espresso in %.

Si ammette che l'ammortamento del canale avvenga in 50 anni e che la manutenzione annua vari intorno al 2 %.

Con queste condizioni, si ha:

Tasso	4 %	5 %	6 %	7 %	8 %	9 %	10 %
Ammortamento . .	0,65	0,48	0,29	0,25	0,07	0,12	0,08
Manutenzione . . .	1,80	1,9	2	2,10	2,20	2,25	2,30
Interessi durante la costruzione . . .	4	5	6	7	8	9	10
Totale $\mu = \%$	6,45	7,38	8,29	9,35	10,37	11,37	12,38

Si scorge da questi valori finali che può sinteticamente ricavarsi la relazione:

$$(6) \quad \mu = (2,3 + r) \%$$

dove r è il tasso.

Noto, pertanto, r è immediatamente conosciuto μ .

§ 4. — La convenienza economica di seguire alcune caratteristiche costruttive anziché altre, va riferita all'utile annuo dell'impianto idroelettrico, sul quale utile è impostato razionalmente ogni piano finanziario. Riferirsi invece al costo del canale è inesatto e può condurre a risultati assolutamente errati. In diversi trattati esteri è infatti riportato un calcolo di massima economia per canali industriali ⁽¹⁾, in cui pur partendo da formule esatte si giunge alla conclusione che la pendenza più economica sia uguale a $2/7$ della pendenza del corso d'acqua derivato (se la sezione del canale è trapezia) oppure a $1/3$ (se la sezione è rettangolare). Ciò significherebbe che per una pendenza media del torrente del 2 %, il canale dovrebbe raggiungere la pendenza di oltre il 6 per mille!

Nè d'altra parte, è esatto il calcolo ⁽²⁾ che si basa esclusivamente sulla minima potenza perduta per l'inclinazione del canale. Il calcolo, in verità un po' troppo approssimato ⁽³⁾, giunge al risultato che la pendenza i più conveniente per il canale dev'essere uguale ad un terzo della pendenza I del fiume. E' puramente casuale la coincidenza di questo risultato con quello precedente; ma, tuttavia, potrebbe indurre nell'errata conclusione che, comunque si conduca il calcolo, il risultato è identicamente $i = \sim 0,30 I$.

Basta, invece, soltanto accennare che con l'aumentare della pendenza del canale, diminuisce la sezione (e quindi la spesa) mentre diminuisce il salto utilizzabile per la condotta forzata: cioè la potenza dell'impianto. Deve quindi esistere una soluzione di massimo tornaconto, per la quale le caratteristiche geometriche del canale diano il massimo « utile » dell'impianto; aumentando o diminuendo queste caratteristiche o aumenta il costo d'impianto o aumenta la potenza perduta.

Il Prof. Veronese ⁽²⁾ come già il Ludin ⁽³⁾ ritiene che la soluzione possa trovarsi paragonando i costi del progettato canale in funzione dell'energia prodotta, e, dopo averne segnato le variazioni graficamente, possa ricavarsi « forse » una espressione analitica.

Vedremo, invece, come sia possibile non solo impostare il calcolo nella forma più generale, ma anche giungere ad una espressione analitica ben definita, e come possa questa agevolmente applicarsi ai casi particolari. Detta, adunque, i la pendenza del canale, L la sua lunghezza proiettata orizzontalmente, che si suppone praticamente costante ⁽⁴⁾, la energia annua perduta per la cadente del canale è, in kW-ore,

$$N_p = \frac{1000}{75} 0,735 \eta Q t v L i$$

$$(1) R = \frac{h}{2} = \frac{\sqrt{A}}{2m} \quad i = \frac{Q^2}{\lambda^2 R A^2} = \frac{Q^2}{16 \lambda^2 m^4 R^2} \quad I = \frac{Q^2}{16 \lambda^2 m^4 R^2}$$

Si suppone $\lambda^2 m^4 = \lambda^2 m^4$ e quindi $I = i$

$$H \text{ (Salto utilizzabile)} = L(I - i)$$

$$\text{Spesa totale } P = pL = \gamma_1 AL = \gamma_1 \frac{H K^2}{R^2 - R^2_f} 64 \frac{m^6 R^2}{\lambda^2 Q^2} \quad ; \quad \frac{dP}{dR} = 0$$

$$R^2 = \frac{1}{2} R^2_f \quad ; \quad i = \frac{1}{2} I \quad ; \quad I = \sim 0,3 I$$

⁽²⁾ V. PACORET: Houille Blanche, 1919.

⁽³⁾ Potenza $N = QH - Q(I - i)$; $Q = \Omega \sqrt{i}$; $N = \Omega \sqrt{i}(I - i)$

$$N = \frac{dN}{di} = 0 \quad I = 3i \quad i = \frac{I}{3} = \sim 0,3 I$$

⁽⁴⁾ Canali industriali, *Energia Elettrica*, ottobre 1924.

⁽⁵⁾ LUDIN: Die Wasserkräfte, 1913.

⁽⁶⁾ Variando i si può modificare talvolta anche la traccia orizzontale del percorso; ma il rapporto $\frac{\Delta L}{L}$ è sempre di grandezza trascurabile, entro i limiti industriali di variazione della pendenza i .

dove η è il rendimento del gruppo elettrogeno, che possiamo ammettere uguale a $0,7 \div 0,75$;

Q è la portata in m^3 ; t il prezzo di vendita del kWh;

ν il numero delle ore utilizzate in un anno per l'erogazione dell'energia.

Posto $B = 7,33 t \nu Q L$ possiamo scrivere $N_p = Bi$.

L'energia totale è $N = N_q - N_o$ dove N_o è indipendente dal canale. La quota ammortamento, manutenzione, interesse di tutto l'impianto vale:

$$S = E + \mu p L = E + \mu \gamma m^2 h^2 L,$$

dove E è la quota indipendente dal canale.

Posto $D = \mu \gamma m^2 L$ si ha $S = E + Dh^2$.

L'utile massimo annuo corrisponderà al massimo valore di

$$(7) \quad U = N_o - Bi - (E + Dh^2).$$

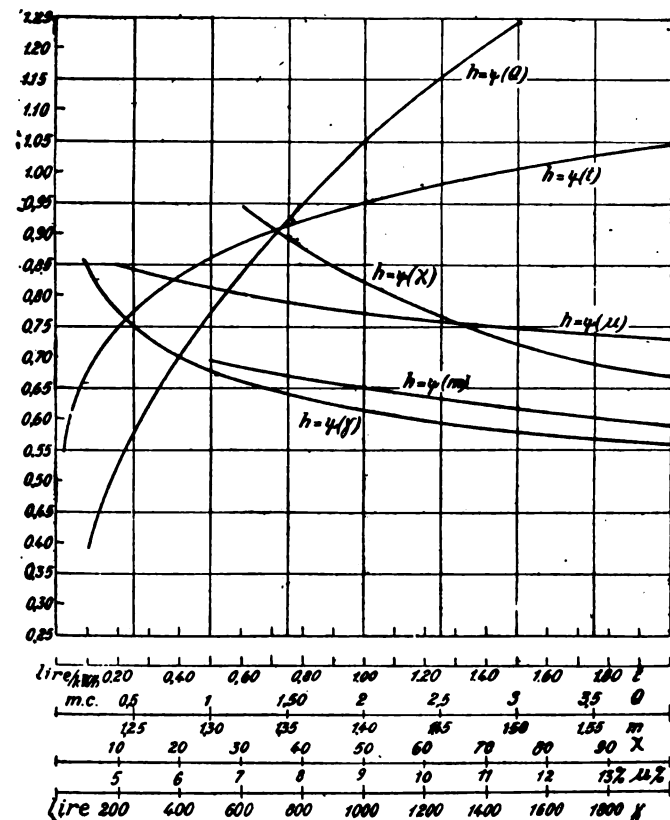


Fig. 3.

Differenziando e uguagliando a zero, si ha:

$$Bdi + 2Dhdh = 0.$$

D'altra parte è ⁽¹⁾:

$$(8) \quad i = \frac{2Q^2}{m^2 \chi^2} h^{-3}$$

Differenziando e sostituendo nella precedente, si ottiene:

$$(9) \quad h' = 36,65 \frac{t \nu Q^2}{\mu m^2 \chi^2 \gamma}$$

ed anche:

$$(10) \quad i = 2 \sqrt{\frac{m^2}{Q \chi^2} \left(\frac{\mu \gamma}{36,65 t \nu} \right)^2}$$

E' interessante osservare le variazioni dei valori di h e di i in funzione dei singoli elementi che compaiono nelle espressioni (9) e (10).

Nella figura 3 sono state costruite le curve:

$$(11) \quad \left\{ \begin{array}{ll} h_t = \psi(t) = a \sqrt[3]{t} & ; \quad h_Q = \psi(Q) = b \sqrt[3]{Q} \\ h_\mu = \psi(\mu) = \frac{c}{\sqrt[3]{\mu}} & ; \quad h_m = \psi(m) = \frac{d}{\sqrt[3]{m}} \\ h_\chi = \psi(\chi) = \frac{e}{\sqrt[3]{\chi}} & ; \quad h_\gamma = \psi(\gamma) = \frac{f}{\sqrt[3]{\gamma}} \end{array} \right.$$

dove a, b, c, d, e, f , sono costanti.

In particolare, queste costanti, sono state determinate assegnando a tutte le variabili, esclusa quella in gioco, dei valori medi. Così le sei curve sono paragonabili fra di loro. Per ν (numero di ore utili annue) si è assunto il valore medio arrotondato di tutti gli impianti elettrici attualmente in esercizio in Italia ⁽²⁵⁾.

Si deduce dalla fig. 3 che, variando m (cfr. § 2), la relativa altezza h_m ha limitate variazioni; ciò che conferma quanto già si disse sulla opportunità di assumere per m il valore medio di 1,38.

Analogamente, i valori di h_μ risentono poco della variazione di μ , in modo che, mentre μ varia da 0,083 a 0,103 (corrispondente al tasso del 6 % all'8 %); h_μ varia da 0,785 a 0,760 con una differenza estrema del 3 %. Assumendo $\mu = 0,093$ (tasso del 7 %), h_μ risulta costante con una variazione $\pm 1,5$ %.

Si nota ancora dalla figura che gli elementi che esercitano grande influenza sul valore di h sono γ (prezzo unitario) ⁽²⁶⁾; t (prezzo di vendita del kWh) e Q (portata) mentre non troppo pronunziata è l'influenza del coefficiente di scabrosità χ .

Nella Fig. 4 sono descritte le curve:

$$(12) \quad \left\{ \begin{array}{ll} i_t = \varphi(t) = a' t^{-1/2} & ; \quad i_Q = \varphi(Q) = b' Q^{-1/2} \\ i_m = \varphi(m) = d' m^{1/2} & ; \quad i_\mu = \varphi(\mu) = c' \mu^{1/2} \\ i_\chi = \varphi(\chi) = e' \chi^{-1/2} & ; \quad i_\gamma = \varphi(\gamma) = f' \gamma^{1/2} \end{array} \right.$$

dando sempre alle costanti a', b', c', d', e', f' valori risultanti da grandezze medie delle variabili.

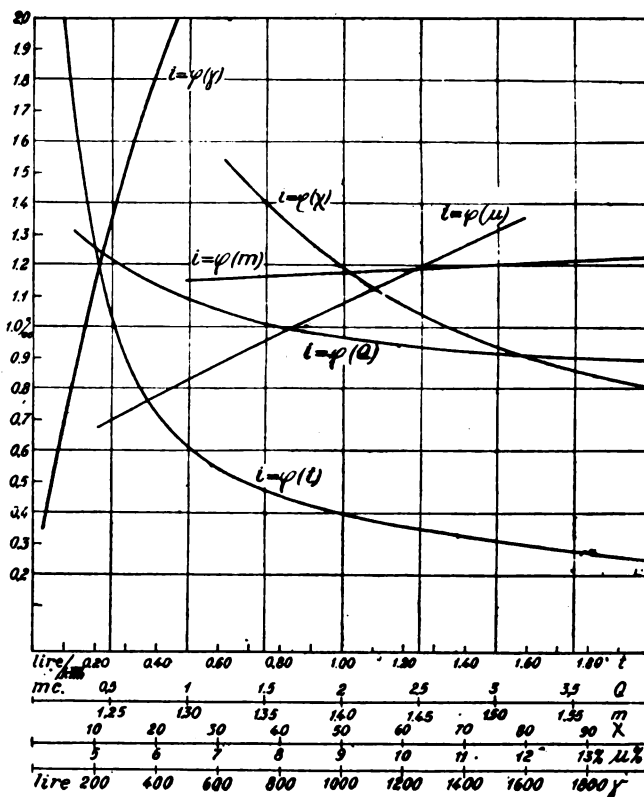


Fig. 4.

Si rimarca ancora una volta che la funzione $m = \frac{1}{f(x)}$ non

ha sensibile influenza sulla pendenza i_m di massima economia e ciò riconferma la legittimità di assumere per m il valore medio 1,38. Notevoli sono invece le variazioni della pendenza di max economia: $i_t = \varphi(t)$ e specialmente $i_\gamma = \varphi(\gamma)$ riportata in maggiore scala nella fig. 5. Discretamente accentuata la curva i_χ : com'era da prevedersi con l'aumentare del coefficiente χ , diminuisce la pendenza del canale tendendo quasi a far rimanere costante la velocità.

Meno accentuata è la curva $\varphi(Q)$; mentre la portata varia da 1 m^3 a 4 $m^3/1''$, la pendenza oscilla intorno al valore medio 0,00098 con variazioni $\pm 0,00011$.

L'elemento che ha maggiore influenza sulla pendenza è il costo unitario: crescendo questo, aumenta rapidamente la pendenza con legge quasi lineare ($i_\gamma = f' \gamma^{1/2}$).

⁽²⁵⁾ Produz. energia elettr. 923 - Annali LL. PP., dicembre 1924.

⁽²⁶⁾ Riportata in scala più grande nella fig. 5.

Dall'esame dell'insieme delle funzioni (11) e (12) si deduce che la espressione (10), che dà la pendenza economica, può semplificarsi, con molta approssimazione nell'altra:

$$(13) \quad i = K \frac{\gamma^{1/2}}{\chi^{1/2} t^{1/2}}$$

dove K , per i più volte citati valori medi ($v = 3000$ ore; Q da 1 a 4 mc; $m = 1,38$; $\mu = 9,3\%$) ha il valore numerico $9,7 \times 10^{-5}$.

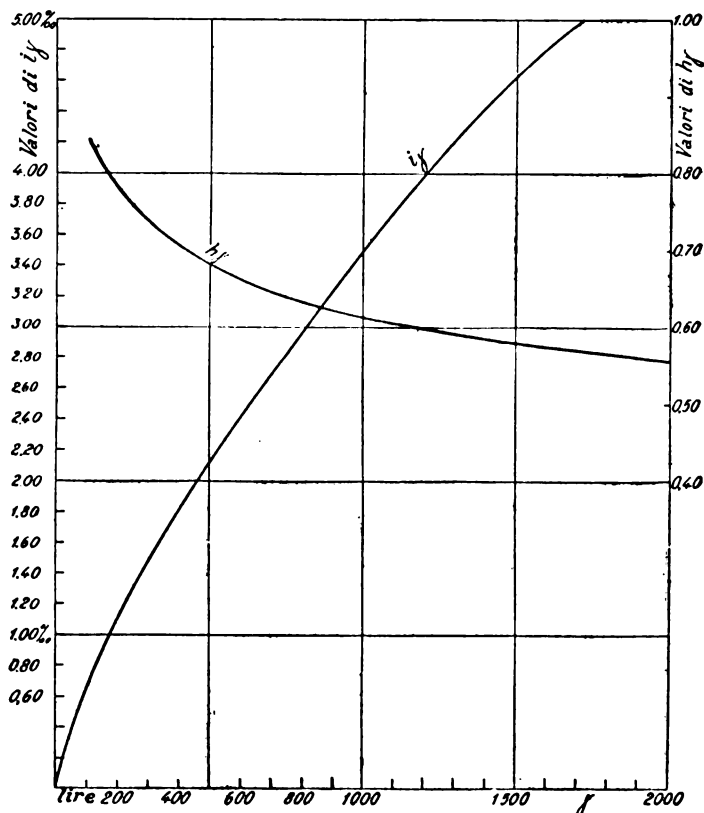


Fig. 5.

Il problema è quindi ridotto alla risoluzione dell'equazione:

$$(13') \quad i_{\infty} = 0,097 \sqrt{\frac{\gamma}{\chi t}}$$

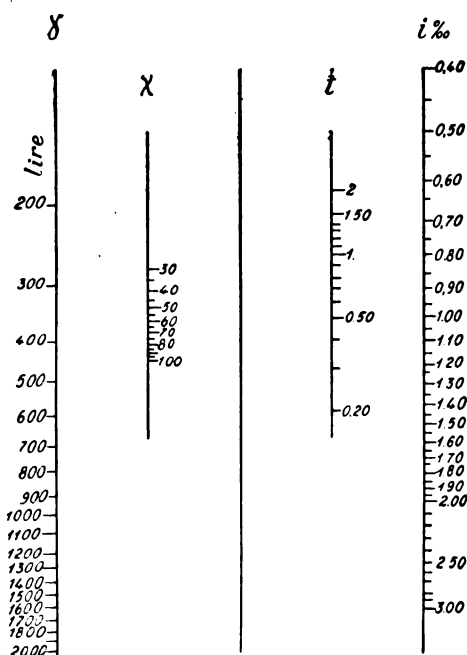


Fig. 6.

Tale risoluzione è immediata servendosi dell'abaco a scale parallele di cui alla fig. 6 in cui sono stati riportati senz'altro i valori di γ , χ , t e i per mille.

§ 5. — Concludendo:

La determinazione degli elementi di un canale industriale avviene nel seguente modo:

1) Si determina il prezzo unitario γ mediante la media $\gamma = \frac{1}{2} \left(\frac{p'}{A'} + \frac{p''}{A''} \right)$ avendo naturalmente cura di scegliere A' e A'' prossimi al presumibile valore che si avrà a calcolo ultimato, per A .

2) Si fissa χ a seconda delle categorie di Kutter per un valore approssimato di R .

3) Si fissa t , prezzo di vendita del kWh.

4) Mediante l'abaco della fig. 6 si ricava la pendenza di massima economia i .

5) Gli altri elementi h , A , Q , V , si ricavano con le note relazioni d'idraulica.

Determinata la velocità V occorre assicurarsi che essa sia compatibile con la natura del fondo e delle pareti del canale. Occorrerà, infatti, che essa sia inferiore ai seguenti valori:

Per canali in roccia dura	$V = 3,69$ m. a 1''
» » in calcestruzzo fortemente intonac.	2,50
» » scisti teneri	1,86
» » in muratura con intonaco	2,00
» » in ghiaia	1,00
» » in sabbia	0,46
» » in argilla	0,23

Qualora la velocità risultante dal calcolo fosse maggiore delle surriportate velocità limiti, allora si potrà assumere per V la corrispondente velocità limite e si ridurrà in relazione la pendenza, sacrificando quanto occorre il criterio della massima economia. Sarà però quasi sempre più conveniente modificare la struttura del canale in modo da portare la velocità limite verso i più alti valori della tabella precedente, modificando in conseguenza il costo unitario γ ed ottenendosi una nuova pendenza di massima economia.

E' bene, quanto superfluo per tecnici pratici, avvertire che la determinazione della pendenza di massima economia ha quel valore che hanno tutte le soluzioni generali, le quali non possono addentrarsi nei casi particolari e talvolta singolari che si riscontrano in pratica.

La formula risolutiva (10) serve a togliere al progettista quell'arbitrarietà, finora in uso, di assegnare alla pendenza del canale, ed alle conseguenti dimensioni geometriche, dei valori non sempre più convenienti.

L'abaco da me costruito serve a precisare rapidamente la concatenazione dei vari elementi geometrici ed economici del canale, richiamando l'attenzione del progettista sulla convenienza di migliorare il coefficiente di scabrosità oppure di abbassare il prezzo — o valutazione — del kWh.

*

Un esempio.

Sia dato $Q \times 2$ m³ a 1'': $\gamma = 500$ lire per m² di sezione; $t = f 0,50$ kWh. Si stabilisce di costruire il canale in muratura (Categoria V di Kutter). Per un'ipotetica velocità media $V = 1$

si ha $A = 2$; $R = \frac{\sqrt{A}}{2m} = 0,50$ cui corrisponde, dalla tabella della pag. 576 $\gamma = 52,5$ e dall'abaco $i = \sim 1,35$ ‰. Risalendo ai valori di V , A ed R e ripetendo le operazioni, si ottiene, in definitiva:

$$\chi = 51,5 \quad ; \quad V = 1,25 \quad ; \quad A = 1,60 \quad ; \quad R = 0,45$$

$$i = 1,35 \text{ ‰} \quad ; \quad p = \gamma A = 800$$

Qualora si fosse adottato $V = 1$, sarebbe risultata una spesa a ml. $p' = L. 1000$ anziché $L. 800$, con una maggiore spesa del 25 %.

Esagerando, invece, $V = 1,60$, la valutazione del kWh sarebbe discesa da $L. 0,50$ a $L. 0,21$, con una diminuzione del 58 per cento.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul riscaldamento elettrico.

Riceviamo:

Leggo nel n. 16 di codesta Rivista, una lettera dell'Ing. G. B. Lombardo nella quale l'Autore si intrattiene sulle norme restrittive imposte dall'Ufficio Tecnico di Finanza per poter ottenere l'esenzione dalla tassa dell'energia elettrica usata per il riscaldamento.

Le osservazioni che l'Ing. Lombardo fa sull'argomento, sono giustissime, nè si arriva infatti a comprendere perchè si voglia ostacolare il diffondersi dell'impiego dell'energia elettrica ad uso di riscaldamento in un periodo come questo in cui tutti gli sforzi della Nazione sono impiegati a porre un freno alle importazioni ed a favorire il consumo dei prodotti nazionali.

Innanzitutto non si capisce perchè le disposizioni emanate dalla Finanza siano diverse da provincia a provincia tanto che mentre per Firenze è prescritto che la stufa elettrica debba essere applicata al muro con staffe fisse in modo da renderla inamovibile come un radiatore da termosifone, in altre zone, non è neppure richiesto di pinnare i punti di attacco dei conduttori.

Sarebbe assai utile che quando si tratta di modificare e stabilire norme nuove che interessano l'elettrotecnica fossero sentiti i pareri autorevoli degli elettrotecnici ed anzi, sarebbe desiderabile che tali norme fossero addirittura emanate dalla A. E. I. d'accordo, bene inteso, col l'Ente interessato.

Si potrebbe così avere un indirizzo uniforme per tutto il Regno seguendo norme che non danneggerebbero una parte senza recare utile all'altra.

Ciò potrebbe valere anche per tutte le altre norme che in generale emanano le Società di distribuzione d'energia per gli impianti eseguiti dai loro autorizzati e che variano da regione a regione e da città a città passando dai rigori più ingiustificati, alle più deplorevoli trascuratezze.

Ritornando però al riscaldamento elettrico, a me pare che le nuove norme restrittive abbiano reso pressochè sconsigliabile l'uso delle stufe elettriche le quali avevano una ragione di esistere, se pure il loro uso conduceva a spese rilevanti di consumo, per il fatto che una sola stufa poteva essere trasportata di ambiente in ambiente riuscendo così a rendere tollerabile il soggiorno in una vasta casa, a poche persone, senza dover consumare forti quantità di carbone in riscaldamenti centrali.

Se oggi è necessaria una installazione generale di stufe elettriche, una per ogni ambiente, con relativo costosissimo ed antiestetico impianto, chi preferirà più la stufa elettrica ai termosifoni?

A parte poi le questioni economiche non si capisce come possa essere agevole il dover chiamare l'intervento di operai della Società Distributrice di energia, ogni qualvolta si fonda una valvola!

Ha perfettamente ragione l'Ing. Lombardo quando invoca un continuo controllo, al posto delle norme attualmente in vigore.

Perchè infatti tali norme non si applicano ai motori?

Anch'essi possono essere collocati in abitazioni private e da essi è assai facile frodare l'energia elettrica, che se intelligentemente presa dalla fase inattiva, rispetto al contatore a carico equilibrato, non viene pagata neppure per corrente ad uso forza motrice.

L'impedire poi che le condutture dell'energia siano incassate nelle pareti, è una disposizione che limita maggiormente l'adozione del riscaldamento e della cucina elettrica perchè in un ambiente signorile, con locali decorati, non sarà certo tollerata la esposizione di condutture esterne sempre antiestetiche per quanto bene installate.

A Firenze, specialmente, ove è assai diffuso l'uso degli impianti incassati in juxalite con l'ottimo sistema delle condutture sfilabili, tale norma restrittiva potrebbe essere abolita dato che può essere consentito agli ispettori, di far sfilare le condutture per vedere se sono state eseguite derivazioni abusive.

Secondo il mio modesto parere il modo migliore per limitare la frode (la frode non è esclusa neppure colle restrizioni emanate dalla Finanza) è il seguente:

- 1) Inserire le prese di corrente per riscaldamento fra le due fasi e non fra fase e neutro.
- 2) Adozione di prese di corrente con passo diverso e con diverso sistema di attacco da quelle che abitualmente si installano per la luce.
- 3) Proibizione assoluta di usare tali prese per altri scopi che non siano quelli di riscaldare, di stirare e di cucinare con la energia elettrica.

Oltre a ciò la assidua sorveglianza degli incaricati della Società Distributrice di energia (verificatori, lettori, ed esattori) le saltuarie verifiche degli agenti di finanza come invocava l'egr. Ing. Lombardo nella sua lettera ed, aggiungerei io: severe sanzioni con larga pubblicità per i consumatori di frodo.

:: SUNTI E SOMMARI ::

IMPIANTI.

E. BRAUN — Sul calcolo dei pozzi piezometrici. (Schweizerische Bauzeitung, 8 agosto 1925).

E' noto quanto sia laborioso il calcolo delle oscillazioni del pelo liquido nei pozzi piezometrici, al variare dei carichi della centrale. Accade sovente invece che il progettista di impianti idroelettrici debba confrontare fra loro, specialmente dal lato economico, varie soluzioni costruttive e che a tal fine abbia necessità di poter determinare rapidamente e con sufficiente approssimazione, le sezioni dei pozzi piezometrici corrispondenti alle varie ipotesi fatte. Per tali dimensionamenti di massima l'autore propone di servirsi del sistema di curve della fig. 3, da lui calcolate secondo il metodo esposto in un precedente articolo (Schweizerische Bauzeitung, del 12 marzo 1921).

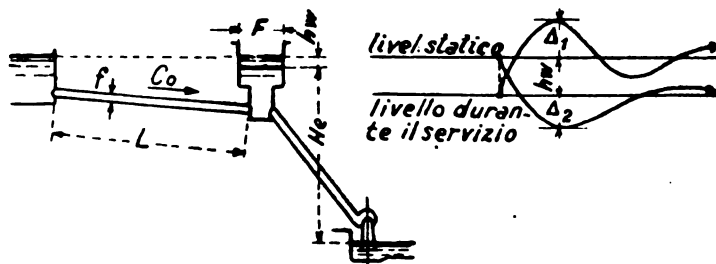


Fig. 1.

Fig. 2.

Dato ai simboli il significato che chiaramente appare dalle figure 1 e 2 e detto h_0 il sovralzamento che si avrebbe nel pelo liquido del pozzo piezometrico, per una chiusura completa ed improvvisa della condotta forzata quando non esistessero attriti, nella quale ipotesi

$$h_0 = C_0 \sqrt{\frac{L f}{g F}}$$

le curve proposte mettono in relazione fra loro le quantità: $\frac{\Delta}{h_0}$ e $\epsilon = \frac{h_w}{h_0}$, nei casi di rapide chiusure (Δ_1) e aperture (Δ_2), rispettivamente del 50, 75, 100 per cento.

In pratica sarà conosciuto h_w e sarà data la massima sopraelevazione Δ_1 ammissibile nel pelo liquido del pozzo. Tirata per l'origine O una retta di inclinazione $\frac{\Delta_1}{h_w}$, essa intersecherà la curva corrispondente al caso di una chiusura completa ($\Delta_1 = 100\%$) in un punto di ascissa ϵ . La sezione F da assegnarsi al pozzo viene determinata allora dalla:

$$F = f \frac{L C_0^2}{g h_w^2} \epsilon^2$$

Si leggono poi sull'asse delle ordinate, corrispondentemente alla ascissa ϵ e con l'ausilio delle altre curve Δ_1 e Δ_2 i valori $\frac{\Delta_1}{h_0}$ e $\frac{\Delta_2}{h_0}$ relativi alle altre variazioni di carico e si ricavano immediatamente

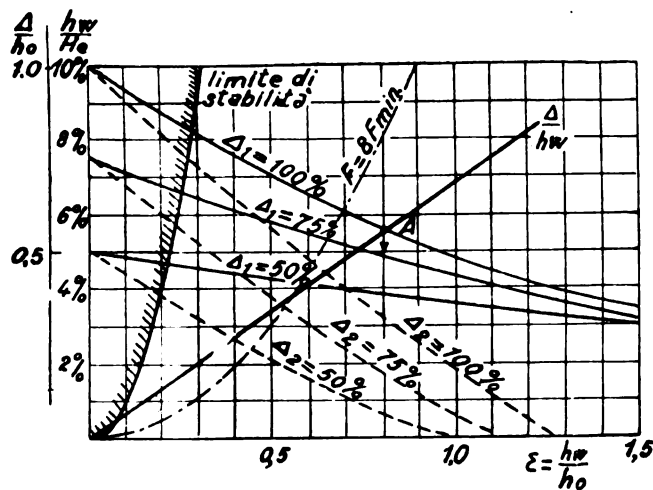


Fig. 3.

le oscillazioni del pelo liquido nel pozzo in questi casi. Nella fig. 3 è stata tirata come esempio la retta passante per l'origine e corrispondente al valore $\frac{\Delta_1}{h_0} = 0.69$, la quale dà $\epsilon = 0.60$.

Fissata con questo metodo la sezione più conveniente da darsi al pozzo, se ne studierà con maggior precisione e dettaglio il comportamento nei vari casi che nell'esercizio pratico potranno interessare, valendosi di uno dei noti procedimenti analitici o grafici.

E' noto che per evitare oscillazioni permanenti o di ampiezza crescente, è necessario che la sezione del pozzo piezometrico sia maggiore di una sezione minima critica. L'autore pone la condizione di stabilità sotto la forma:

$$\varepsilon^2 \geq \frac{h_w}{H_c}$$

e traccia mediante essa la curva corrispondente al limite di stabilità. Saranno quindi da scartare i valori di ε che giacciono a sinistra di tale curva. L'autore consiglia di tenere la sezione F del pozzo almeno 8 volte la sezione critica; la curva segnata in fig. 3 a tratto e punto si riferisce al valore $F = 8F_{\min}$.

L'articolo termina con alcuni esempi numerici del metodo proposto. I. m.

MATERIALI.

V. M. MONTSINGER e W. S. MOODY — L'uso di materiali isolanti costituiti da ercolite nei trasformatori. (Gen. El. Rev., febbraio 1926, pag. 102).

L'argomento degli isolanti è sempre preponderante nel campo delle costruzioni elettromeccaniche, specialmente per ciò che riguarda i trasformatori, ed ogni studio, che sia dedicato all'indagine del loro comportamento, spesso non scevro di punti oscuri, riesce interessante al mondo elettrotecnico. Qui gli AA. riferiscono circa uno dei più efficaci isolanti finora prodotti, la così detta ercolite. Fra gli isolanti solidi, che comprendono una grande varietà di materiali da quelli più semplici, come sostanze tessili e carta, ordinariamente considerati omogenei, ai più complessi formati da vari strati, è molto difficile trovare proprietà costanti sia meccaniche che elettriche.

Nei trasformatori gli isolanti solidi sono usati in tre importanti parti della loro struttura interna e precisamente tra le spire, tra le bobine e per separare gli avvolgimenti ad alta e quelli a bassa tra di loro e contro massa. Le maggiori esigenze, sia per le caratteristiche dielettriche che meccaniche degli isolanti, si hanno per quelli usati nella separazione degli avvolgimenti ad alta da quelli a bassa; questo isolamento costituisce la spina dorsale del trasformatore e la sua vita dipende dalla bontà di esso; la maggiore difficoltà consiste appunto nel trovare un isolante che comprenda in sé al massimo grado la rigidità dielettrica e la resistenza meccanica. Tale materiale deve essere poi solitamente foggato in cilindri o flangie, cioè secondo superfici curve, il che molto spesso rende più difficile la preparazione dell'isolamento; deve essere rigido come l'acciaio, ma non fragile e deve poter sopportare elevate temperature nel vuoto senza screpolarsi.

Fino a poco tempo fa, per ottenere materiali isolanti fibrosi di forte spessore si facevano deporre piccole fibre su di un tamburo che girava in una sostanza isolante liquida, indi si faceva seccare il tutto e lo si cilindrava; ma dove si richieda forte rigidità dielettrica questo sistema non dà buoni risultati, perchè non si può ottenere una massa omogenea; di qui deriva che in certi punti si formano dei passaggi di minore rigidità e l'energia elettrica vi affluisce, vi provoca dei riscaldamento e in breve avviene la perforazione dell'isolante interposto con danni al macchinario che esso doveva proteggere.

Un altro sistema di produrre isolanti solidi è quello di averli per getto di fusione, ma questo si ottiene a scapito della loro resistenza meccanica; si è perciò in tal caso costretti a ricorrere a forti spessori, che pure sono da evitare, sia per ragioni economiche, per l'entità del materiale occorrente e perchè, ad esempio, sul rendimento e sulla reattanza di un trasformatore influisce sfavorevolmente il fatto che esista un notevole intervallo tra gli avvolgimenti ad alta e quelli a bassa tensione; sia per ragioni elettriche perchè coll'aumentare dello spessore di un isolante non si può normalmente realizzare un aumento proporzionale nella sua rigidità dielettrica. In generale quando occorre eccedere nello spessore dell'isolante per ragioni elettriche si preferisce, anzichè ricorrere ad un unico grosso spessore, adottare varie camicie dello spessore più favorevole separate da isolante liquido (olio), che in queste condizioni lavora ottimamente come dielettrico.

L'esperienza ha mostrato che il modo migliore di ottenere un buon isolante solido consiste nel cementare insieme sotto grande pressione e a temperatura elevata strati sottili del materiale isolante stesso, che in tal caso può essere carta. La difficoltà consiste nella scelta della sostanza cementante o meglio ancora del solvente di questa, poichè di solito esso non è di facile eliminazione e la sua presenza anche in minimi quantitativi nuoce all'isolante.

Dopo dieci anni di studi intensi e costosi la G.E.Co. è giunta a produrre un isolante solido stratificato, che risponde a tutte le esigenze elettriche e meccaniche richieste e a questa sostanza è stato imposto il nome di ercolite, dal greco Ercos che significa setto, muro o barriera e Litos che significa pietra. In questi ultimi tempi la sua produzione è andata notevolmente aumentando e un intero reparto delle Officine di Pittsfield è impegnato per la sua fabbricazione.

Vengono prodotti cilindri di ercolite in diametri da 6 mm. a m. 1.50; i più piccoli servono come tubi isolanti e i cilindri grandi si

adoperano nei trasformatori con bobine a disco del tipo concentrico per dividere gli avvolgimenti ad alta da quelli a bassa tensione ed ancora per dividere gli avvolgimenti a bassa dai nuclei di materiale magnetico in tutti i tipi di trasformatori a nucleo. Di ercolite sono fatti anche i collari a flangia che vengono destinati ad isolare gruppi di bobine ad alta da gruppi a bassa in trasformatori per tensioni non eccessivamente alte del tipo a bobine a disco interposte; e nei trasformatori per alte tensioni queste flange vengono usate per isolare le estremità della colonna di bobine ad alta dal nucleo, dal giogo, ecc.

Le caratteristiche dell'ercolite sono le seguenti: per la maggior parte degli isolanti solidi la rigidità dielettrica diminuisce col crescere della temperatura e questo si verifica anche per la ercolite, però essa per lo spessore di 6 mm. circa ha una rigidità dielettrica di 100 kV a 25° superiore a quella di ogni altro dielettrico solido usato in pratica come isolante, e di 80 kV a 100°. Riguardo alla resistenza meccanica essa è elevatissima anche a 100°. La resistenza alla trazione, e specialmente quella alla compressione dell'ercolite, sono superiori notevolmente a quelle del legno di rovere. In conclusione l'ercolite è un materiale di elevato peso specifico, resistente, duro, però dotato di sufficiente elasticità perchè possa resistere a sollecitazioni di corto circuito. G. G. E. (*)

(*) Le recensioni a firma G. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Co. Gen. di Eletticità.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

E. V. APPLETON e A. F. BARNETT — Sulle variazioni d'intensità dei segnali radiotelegrafici. (The El., Vol. XCV, N. 2482, 11 dicembre 1925, pag. 678).

L'ipotesi della presenza nell'alta atmosfera di uno strato ionizzato che agisca come specchio per le onde elettromagnetiche irradiate da un oscillatore posto alla superficie della terra, è stata più volte invocata dagli studiosi di radiotelegrafia per spiegare la nota divergenza (1) fra i fenomeni effettivamente osservati a distanza e quelli che farebbe invece prevedere la teoria della «diffrazione».

Pertanto, anche tale ipotesi (che non si presenta invero molto intuitiva) è stata oggetto di ampie riserve specialmente da parte degli sperimentatori per mancanza di prove decisive che ne confermassero la reale esistenza. La ricerca di queste eventuali prove attrae sempre più l'attenzione degli studiosi ed i contributi al riguardo si fanno sempre più numerosi.

Così, Smith-Rose e Barfield hanno recentemente descritto (2) alcune loro esperienze intese a dimostrare l'esistenza di onde giungenti alla terra sotto un certo angolo d'inclinazione rispetto all'orizzonte; esperienze che, se terminate con esito positivo, avrebbero certamente deposto in favore dello «Strato di Heaviside». Ma a causa della sua conduttività, il suolo agisce pure come superficie riflettente e perciò, col metodo sperimentale seguito, la determinazione dell'esistenza di onde provenienti dallo strato ionizzato era resa incerta per l'esistenza di onde riflesse dalla terra.

Più decisive sembrano invece le esperienze che gli AA. condussero nei loro recenti (3) studi sul cosiddetto «effetto di attenuazione» (fading). Infatti essi, valendosi di un trasmettitore normalmente utilizzato per trasmissioni radiofoniche ed eseguendo una serie di emissioni, di cui cambiavano, volta per volta ed opportunamente, la lunghezza d'onda, rilevarono, mediante un ricevitore posto a circa 160 km di

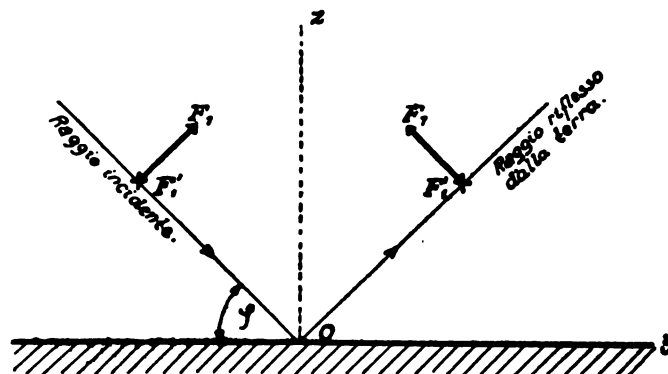


Fig. 1.

distanza, l'esistenza di bande di interferenza. E fu appunto questa constatazione che gli AA. assunsero come dimostrazione dell'esistenza di due o più raggi propagantisi secondo direzioni differenti.

(1) L'Elettrotecnica, 1920, vol. VII, pag. 269 e Bollettino R. T., volume I, n. 9, pag. 210.

(2) Experimental Wireless, vol. II, n. 24, pag. 737, settembre 1925.

(3) L'Elettrotecnica, vol. XIII, n. 13, 1926, pag. 287 e Boll. R. T., vol. III, n. 35, pag. 330.

Però anche tali risultati non provano da soli, che fra i raggi interferenti ve ne siano necessariamente alcuni riflessi dallo «strato di Heaviside»; permane cioè uno stato di incertezza, e gli AA. ritengono di eliminarlo, o se non altro ridurlo, con le considerazioni che seguono.

Supponiamo, conformemente alla teoria magneto-ionica della propagazione delle onde elettromagnetiche ⁽¹⁾, che il raggio riflesso dallo strato ionizzato sia di polarizzazione complessa e giunga alla terra sotto un certo angolo φ rispetto all'orizzonte (fig. 1).

Sia: F_1 l'ampiezza del vettore «campo elettrico» normale alla direzione di propagazione ed H_1 quella del corrispondente vettore «campo magnetico». Se supponiamo che la superficie della terra agisca da specchio riflettente (cioè che è approssimativamente vero per onde di lunghezza superiore ai 300 m), i precedenti vettori sono facilmente calcolabili in O . Così, la componente di F_1 secondo l'asse delle Z , e quella di H_1 secondo l'asse delle x , sono rispettivamente date da:

$$\left. \begin{aligned} F_z &= 2 F_1 \cos \varphi \sin (\omega t + \theta) \\ H_x &= 2 H_1 \sin (\omega t + \theta) \end{aligned} \right\} \quad [1]$$

dove: ω è la pulsazione, t il tempo e θ l'angolo di fase. Ora, ammettendo l'esistenza dello strato ionizzato, F_z è il vettore che determina gli effetti di attenuazione per interferenza sugli aerei aperti verticali, mentre H_x quelli osservabili su aerei chiusi il cui piano medio giaccia nel piano di propagazione yz .

Si osservi peraltro che la più importante deduzione che può farsi dall'esame delle (1) risiede in ciò che, mentre per onde propagantisi orizzontalmente, il campo elettrico (misurato in unità elettrostatiche) è numericamente eguale al campo magnetico (misurato in unità elettromagnetiche) qui ne differisce per l'introduzione dell'angolo φ . Quindi un aereo aperto ed uno chiuso regolati in modo da dare segnali di eguale ampiezza per onde che si propagano lungo la terra, risponderanno invece in modo diverso per onde la cui direzione di propagazione sia inclinata rispetto all'orizzonte. Da ciò un metodo di distinzione fra i raggi riflessi dallo strato di Heaviside e quelli provenienti lungo la terra.

Si supponga allora che il campo elettrico relativo ad un'onda propagantesi orizzontalmente sia, in corrispondenza di un ricevitore, $F_0 \sin \omega t$. Tale valore è quello che si osserva di giorno; durante la notte, quando cioè dovrebbero presumibilmente esistere i raggi riflessi, il campo elettrico risultante è dato da:

$$F_z = F_0 \sin \omega t + 2 F_1 \cos \varphi \sin (\omega t + \theta)$$

ed analogamente:

$$H_x = H_0 \sin \omega t + 2 H_1 \sin (\omega t + \theta).$$

Pensiamo ora che l'intensità dei segnali possa essere valutata sia di giorno che di notte, sia su un aereo aperto che su un telaio. Indichiamo con A_0 e A_n , i valori desumibili col primo, e con T_0 e T_n quelli desumibili col secondo.

Se si ammette, come fanno gli AA., che le misure siano eseguite a distanze relativamente corte dal trasmettitore da giustificare la deduzione che il rapporto $\frac{F_1}{F_0} = \frac{H_1}{H_0}$ sia molto piccolo rispetto all'unità, si può dimostrare che:

$$\frac{\frac{T_n - T_0}{T_0}}{\frac{A_n - A_0}{A_0}} = \sec \varphi \quad [2]$$

L'interpretazione di tale formula è la seguente: Se si studiano gli effetti di attenuazione (fading) contemporaneamente su un telaio e su un aereo aperto, e si trova che i primi hanno un'entità maggiore dei secondi, si deve concludere che fra le onde interferenti ve ne sono certamente alcune provenienti secondo direzioni inclinate. Non solo, ma una volta che questa constatazione sia stata fatta, la (2) permette di valutare φ .

Orbene gli AA. in alcune loro esperienze eseguite a Cambridge su emissioni di Londra, avrebbero effettivamente verificato che, a parità di altre condizioni, gli effetti di «fading» su un telaio erano maggiori che su un aereo aperto. L'esistenza dello «strato di Heaviside» troverebbe perciò una certa conferma; per quei particolari casi studiati dagli AA. risulterebbe che φ sia stato di circa 70°.

V. Go.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

W. B. SNYDER — **Confronto fra convertitrici sincrone e gruppi di conversione motore sincro-dinamo per impianti industriali.** (Gen. El. Rev., febbraio 1926, pag. 115).

Vari sono gli elementi che possono influire nel far scegliere le convertitrici sincrone o i gruppi di conversione là dove occorra usufruire di corrente continua, mentre si ha a disposizione corrente alternata. Circa il costo di impianto, le convertitrici hanno a loro van-

taggio un dieci per cento in meno rispetto ai gruppi, mentre il rendimento è dal 5 al 7 % superiore. Questo dovrebbe perciò far preferire le convertitrici sincrone: però bisogna tener conto di altri elementi; le convertitrici sincrone lavorano con un fattore di potenza pari all'unità dal pieno carico a tre quarti di carico: ma ad un'ulteriore diminuzione di carico corrisponde un rapido abbassamento del fattore di potenza stesso. I gruppi al contrario lavorano con migliore fattore di potenza a carico ridotto che non a pieno carico, e perciò possono essere meglio usati per migliorare il fattore di potenza della rete.

Circa alle preferenze da dar all'uno od all'altro mezzo di conversione in relazione alle tariffe che l'utente deve pagare, bisogna tener presente che se nel contratto non è fatta questione del fattore di potenza, allora è preferibile per l'utente installare le convertitrici sincrone per il loro maggiore rendimento, mentre ove si tenga conto anche del fattore di potenza, bisogna esaminare attentamente quale dei due mezzi risulti più conveniente in relazione alle condizioni di funzionamento. Circa poi alle tensioni della corrente alternata a disposizione e della corrente continua da produrre, mentre per le convertitrici bisogna tener conto di un certo rapporto fisso tra le due, per i gruppi questo legame non esiste essendo le due tensioni elettricamente indipendenti. Perciò una limitazione all'uso delle convertitrici si ha, quando la caduta della tensione alternata di alimentazione superi i limiti ammessi sulla continua; in tal caso le convertitrici sono da escludere e sono da preferire i gruppi.

Quando poi la natura del carico sulla corrente continua è tale, che si richieda una frequente regolazione della tensione o il funzionamento in parallelo della macchina con altro gruppo o con una dinamo, si devono preferire i gruppi, poichè le convertitrici marciano bene in parallelo solo con altre convertitrici.

C. G. E.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

J. H. DAVIS — **Elettrificazione per servizio viaggiatori sulle linee della Staten Island della Baltimore and Ohio Railroad.** (Gen. El. Rev., febbraio 1926, pag. 109).

L'elettrificazione della rete della Staten Island, un'isola che si trova a sud-ovest di New York lungo la costa della Nuova Jersey, ha avuto inizio nel 1924 e i primi treni hanno cominciato a circolare nel maggio 1925. Il sistema scelto è a corrente continua, bassa tensione con presa di corrente da terza rotaia. Un complesso di 90 automotrici e 10 vetture rimorchiate provvede a soddisfare le necessità del servizio. Coll'elettrificazione si è proceduto anche ad un rinnovamento dell'armamento, adottando rotaie di 50 kg. al m. in sostituzione di altre più leggere: la terza rotaia pesa 75 kg. circa al m., è del tipo a contatto superiore ed è protetta da una copertura in legno della larghezza di circa 20 m. Le vetture della lunghezza complessiva di venti metri circa, sono equipaggiate ciascuna con due motori GE-232 con poli di commutazione, della potenza oraria di 150 kW e del peso di 26 ql. circa.

Il comando è del tipo normale elettropneumatico con regolazione automatica dell'accelerazione della vettura all'avviamento e con possibilità di regolare a mano l'accelerazione stessa. I controller principali sono provvisti di dispositivo di sicurezza, che fa agire automaticamente il freno nel caso che la manovella del controller venga abbandonata dal manovratore in una posizione di funzionamento. La corrente di comando è derivata da una batteria di accumulatori a 32 volt. La frenatura avviene elettricamente e come riserva automaticamente interviene la frenatura pneumatica in caso la prima non abbia a funzionare.

La composizione dei treni varia da una a cinque vetture operanti in multiplo: ogni vettura è provvista di dispositivo di agganciamento automatico, che provvede altresì ai collegamenti elettrici e pneumatici tra le singole carrozze. Le portiere laterali della vettura sono pure aperte e chiuse con comando a distanza dal personale di servizio: un agente può manovrare le portiere di due vetture: naturalmente esiste un dispositivo basato su relai che non permette l'apertura delle porte, quando il treno è in moto.

Alle sottostazioni l'energia giunge da una linea di trasmissione trifase a 33.000 volt, 60 periodi con sistema di alimentazione anulare. Notevole è il sistema di tarifficazione dell'energia alternata fornita alla compagnia ferroviaria. Ogni mese vengono presi in considerazione i consumi orari di energia più elevati in cinque giorni diversi: di questi consumi orari vengono poi scartati il più alto ed il più basso e la media dei tre consumi rimanenti determina la richiesta d'energia per quel dato mese. La tariffa unitaria del kWh viene poi fissata di mese in mese in base alle variazioni nei prezzi del carbone.

Le sottostazioni della rete sono equipaggiate con impianti automatici con comando unico centralizzato, ad eccezione di quella di St. George che è semi automatica ed è comandata a mano dai dirigenti il servizio movimento dei treni. Le convertitrici sono tutte da 1000 kW e ogni sottostazione contiene da due a tre unità di tale potenza.

I risultati dell'elettrificazione, quantunque il periodo di esercizio sia stato sinora breve, si annunciano molto felici, in quanto che la marcia dei treni è risultata notevolmente accelerata rispetto all'esercizio a vapore e la sicurezza e la comodità del viaggio aumentate.

G. G. E.

⁽¹⁾ Vedi loc. cit. in (3).

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI VARIE.

Un nuovo processo elettrico per sgelare le carni congelate è stato sperimentato con successo in Australia. Esso si basa sul concetto di far passare una corrente elettrica attraverso la massa di carne, la quale, funzionando da resistenza, si riscalda. Il metodo presenta il vantaggio che le parti interne, contrariamente a quanto avviene coi soliti metodi, si sgela prima delle porzioni superficiali, ottenendosi un risultato più uniforme e migliore; viene anche ridotta la perdita di succhi perchè la crosta esterna funziona fino all'ultimo come parete impermeabile. Il dispositivo pratico consiste in una serie di elettrodi di acciaio sostenuti da una armatura in legno; gli elettrodi vengono piantati entro il pezzo di carne congelata in modo che si ottenga una distribuzione presso a poco uniforme della corrente. L'energia viene fornita mediante un trasformatore autoregolatore che mantiene costante l'intensità di corrente. La tensione usata è al massimo di 200 V; e la massima corrente, è di circa 1,5 A. Il consumo di energia è di circa 3 kWh per sgelare un quarto di bue. Si fa uso di corrente alternata per evitare fenomeni di elettrolisi.

CONCORSI.

La Camera di Commercio Italo-Cecoslovacca di Trieste apre il concorso per la presentazione di uno studio sul seguente argomento:

Gli scambi commerciali fra il Regno d'Italia e la Repubblica Cecoslovacca; motivi che ne limitano l'importanza e provvedimenti per intensificarli.

I lavori vanno presentati entro il termine perentorio del 31 Dicembre 1926 alla segreteria della Camera di Commercio Italo-Cecoslovacca di Trieste (Via Mazzini N. 35).

Il concorso è aperto tanto a cittadini italiani quanto a cittadini cecoslovacchi, ed i lavori devono essere presentati in lingua italiana oppure cecoslovacca. Le monografie devono avere carattere eminentemente pratico.

La giuria avrà sede a Trieste e deciderà inappellabilmente, assegnando un primo premio di Lire 5000.— ed un secondo premio di Lire 3000.—.

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ASSOCIAZIONI, ECC.

La Fondazione G. Montefiore di Liegi ha aperto un concorso, che scade il 30 aprile 1927, con un premio di 20.500 franchi per la miglior memoria originale che sarà presentata sull'avanzamento scientifico e sul progresso nelle applicazioni della elettricità in tutti i campi. Le Memorie dovranno pervenire non oltre la data suddetta, al Segretario della Fondazione Montefiore a Liegi (Rue Saint Gilles, 31). I soci possono prendere visione del bando di concorso presso la sede dell'A. E. I.

NOTE LEGALI

IL REGIME GIURIDICO INTERNAZIONALE DELLE COMUNICAZIONI SENZA FILO □

L. PESCI

1. — Da quando, sul finire dello scorso secolo, il genio di un italiano contribuì in modo così mirabile all'incremento del progresso scientifico, mediante la invenzione della telegrafia senza fili, ai vasti e complessi problemi tecnici a cui essa diede origine si innestò un problema che, se non importante certo come quelli tecnici, fu però altrettanto necessario: la disciplina giuridica delle onde hertziane.

E come da allora gli scienziati di tutto il mondo hanno apportato alla meravigliosa scoperta sempre nuovi perfezionamenti, sino a mettere la trasmissione, e specialmente la ricezione delle onde, alla portata di tutti, illustri giuristi delle più civili Nazioni si sono affaticati a gettare le basi del nuovo diritto e le norme che debbono disciplinare l'attività delle onde.

Come le comunicazioni senza filo non hanno limiti nei confini che l'uomo ha voluto o ha dovuto porre tra Nazione e Nazione, così lo studio delle norme giuridiche ad esse attinenti non poteva e non doveva essere se non un nuovo ramo del diritto internazionale.

Ed a questo proposito occorre osservare il fatto singolare che della regolamentazione delle onde hertziane si è occupato prima il diritto internazionale di quello interno.

Infatti quando la maggioranza degli Stati non si occupava ancora di questa nuova scienza giuridica, già nel campo internazionale si lavorava per regolare la emissione delle onde e per disciplinarle, così sin dal 1906 venne stipulata a Berlino la prima convenzione radiotelegrafica internazionale.

Sviluppandosi poi lo studio di tale ramo del diritto si rilevava come spesso l'emanazione di una norma di diritto interno non sia che l'adempiimento di un obbligo internazionale o di un voto emesso in una conferenza internazionale.

E a quale fonte riferirsi per gettare le prime basi del nuovo diritto? Poichè l'aria è l'elemento in cui si muovono le onde venne subito fatto di pensare alle norme giuridiche che regolano la aeronavigazione, norme che sebbene anch'esse di data recente avevano già fatto materia di ampia trattazione sia dottrinale che pratica.

I giuristi però dovettero presto convincersi della diversità dei due problemi per ragioni evidenti. Infatti, mentre tutti erano d'accordo nel ritenere che l'aria situata al di sopra delle proprietà non fa parte delle proprietà stesse e che nessuno può impedire il passaggio degli aereozeppi sui suoi immobili, poichè tale passaggio non nuoce a nessuno, non altrettanto poteva dirsi per quanto riguarda le comunicazioni per radio.

Un cittadino potrebbe infatti avere interesse che le onde hertziane non passino sulle sue proprietà immobiliare, sia perchè egli è trasmettitore o ricevitore di altre onde, sia perchè tale passaggio nuoce ad altri suoi interessi materiali. Un celebre avvocato francese citò al riguardo il caso di quell'allevatore di piccioni che sui primordi delle comunicazioni per radio, si lamentò perchè le onde hertziane generate nelle vicinanze della sua azienda turbavano il senso di direzione dei suoi uccelli al punto che alcuni di essi si erano persi.

Apparsa evidente che il regime della navigazione aerea nulla poteva aver a che fare col regime delle onde hertziane alcuni tentarono di trovare riferimenti nel regime giuridico della telegrafia e della telefonia ordinaria.

Dovettero però constatare che, mentre la telefonia e la telegrafia ordinaria potevano facilmente essere sottoposte a controlli e norme legali per i loro visibili impianti facilmente individuati ciò non poteva essere per le radio-comunicazioni che facilmente sfuggono al controllo degli Stati, specialmente se si tratta di onde provenienti dall'estero.

Nessun riferimento poi poteva prendersi fra i due regimi per quanto riguarda quell'importantissimo ramo delle radio-comunicazioni, che si riferisce alle comunicazioni tra le navi e tra queste e le coste.

Perciò mentre si convenne che in certi determinati rapporti ed in certe speciali occasioni le due diversi specie di comunicazioni a distanza (con filo senza filo) potevano avere delle norme giuridiche comuni, si convenne nel tempo stesso, che i due regimi dovevano avere di massima una disciplina giuridica nettamente distinta e che le comunicazioni senza filo avrebbero avuto le loro norme giuridiche speciali le quali possono oggi riassumersi nella nota formula: «libertà ma non licenza».

*

2. — Alla disciplina delle comunicazioni senza filo si è giunti naturalmente attraverso una lenta elaborazione di congressi, conferenze giuridiche e voti di Commissioni statali e interstatuali.

Le tre grandi convenzioni internazionali che, prima della guerra hanno disciplinato le comunicazioni senza filo sono state le seguenti: il 6 luglio 1912 la Convenzione Radiotelegrafica Internazionale di Londra, il 25 ottobre 1913 la Convenzione dell'Orà a Parigi e il 20 gennaio 1914 ancora a Londra la Convenzione per la Protezione della vita umana nel mare.

Inoltre vanno ricordate la Convenzioni internazionali per la regolamentazione della navigazione aerea stipulata a Parigi il 13 ottobre 1919, che si riferisce in parte anche alla Telegrafia senza fili; la Conferenza meteorologica internazionale di Utrecht del settembre 1923, la convenzione internazionale per la creazione di una unione inter-americana delle comunicazioni elettriche stipulata a Messico il 21 luglio 1923.

Per le radiocomunicazioni poi delle navi tra loro e di queste colla terra ferma oltre alla Conferenza di Londra del 1912 va ricordata la Conferenza di Berlino che trattò nel 1906 solo questo tema speciale. In tali due Conferenze si sono fissati alcuni principii base in questa materia:

1) L'organizzazione delle stazioni radio deve essere tale da non turbare le altre stazioni;

2) Le stazioni di radio sono obbligate ad accettare con precedenza assoluta le chiamate di soccorso da chiunque o da ovunque pervengano; di rispondervi e di diffonderle.

Inoltre si stabilì la creazione a Berna di un Ufficio speciale incaricato di riunire e coordinare tutte le notizie sul servizio Radiotelegrafico e di comunicarle alle Amministrazioni delle diverse Nazioni e di servire d'intermediario per lo studio di nuovi problemi e per risolvere eventuali difficoltà d'interpretazione ed applicazione della Convenzione e annesso regolamento internazionale radiotelegrafico.

Dopo la guerra la radio ha preso l'enorme sviluppo che tutti conoscono sia per la navigazione aerea sia per i servizi radiogonometrici sia per il broadcasting, sia per altri servizi a cui essa si è dedicata (comunicazioni dell'ora ufficiale, avvertimenti meteorologici, ecc.).

Da ciò la imperiosa necessità di nuove convenzioni ed accordi internazionali in materia.

A questo proposito, finita la grande guerra, sin dall'epoca dei trattati di pace, furono scambiate intese tra le grandi Nazioni le quali condussero sia alla stipulazione di vere e proprie convenzioni interstatuali, sia alla creazione di Commissioni apposite.

E sembra ormai matura la grande Conferenza internazionale per la determinazione delle convenzioni radiotelegrafiche.

Intanto, nell'attesa della Conferenza Internazionale, nelle convenzioni tra Stati e Stati sono stati posti alcuni principii che, con ogni probabilità, saranno definitivamente adottati da tutti gli Stati alla prossima conferenza generale. Il primo di tali principii è quello che riconosce ad ogni Stato il diritto di organizzare delle comunicazioni senza filo con un altro Stato che non sia con lui confinante, facendo passare le onde su altri Stati. Il secondo quello di riconoscere il diritto agli Stati di adottare tutte quelle misure che essi ritengono necessarie per assicurare il segreto delle comunicazioni. Il terzo quello che impegna gli Stati ad organizzare nella maniera più efficace le comunicazioni senza filo e di sfruttarle in modo da non disturbare i servizi di altre amministrazioni.

Per la pronaca tali principii sono stati stabiliti e concretati a Washington nel 1920 nel Progetto di Convenzione e riveduti a Parigi dal Comitato Tecnico delle Radio-comunicazioni nel 1921.

Si è venuto così a stabilire il principio che il transito delle onde è libero e così pure l'uso delle comunicazioni senza filo.

Più difficile è tuttora tema di discussione è la ripartizione, la proprietà e l'esclusività di una certa lunghezza d'onda ad uno Stato; tale principio trova specialmente opposizione tra i piccoli Stati che vogliono potersi servire della radio a loro piacimento essendo questo l'unico mezzo che permette loro di rendere indipendenti le proprie comunicazioni dal monopolio degli Stati più grandi, padroni delle comunicazioni telegrafiche terrestri e sottomarine.

Intanto per agevolare la disciplina delle lunghezze d'onda l'Ufficio Internazionale di Berna pubblica le caratteristiche delle diverse stazioni ingiungendo a tutti gli utenti della radio di prendere le misure necessarie per non intralciare l'attività delle stazioni stesse; non si lede con ciò nessun diritto, non si limita nessun progresso, si cerca solo di impedire interferenze e confusioni nocive a tutti.

Altro problema complesso ed appena accennato è quello dei radiotelegrammi della stampa il cui diritto di sfruttamento delle notizie ha dato luogo ad interessanti questioni che esamineremo a suo tempo.

Nel 1922 a Londra si sono stabilite le norme per obbligare le navi di un certo tonnellaggio ad avere un apparecchio radio a bordo, così si sono fatti voti per l'applicazione dei posti radiogonometrici.

Per il servizio degli apparecchi aerei benchè la Convenzione di Londra nulla stabilisca per essi, la Convenzione Internazionale di aeronavigazione stabilisce che tutti gli aeromezzi adibiti al trasporto di almeno dieci passeggeri debbono essere muniti di apparecchi trasmettenti e ricevitori.

La Commissione internazionale di navigazione aerea poi, con decisione recente, ha precisato che sono obbligati ad avere apparecchi radio tutti gli aeromezzi, che percorrono più di 160 chilometri senza scalo, o quando essi volano sul mare per più di 25 chilometri. Essi sono stati suddivisi inoltre in due categorie: quella suscettibile di ricevere meno di dieci persone, equipaggio compreso e quelli capaci invece di ricevere più di dieci persone. Dal 1° gennaio 1926 tutti quelli della seconda categoria debbono avere un apparecchio radiotelegrafico mentre quelli della prima categoria potranno avere un apparecchio radiotelefonico azionato dal pilota.

Nel 1919 a Parigi, e nel 1920 a Londra sono state anche organizzate due speciali conferenze per i servizi meteorologici.

Ricordo inoltre la Conferenza Telegrafica Internazionale di Parigi del 1925, Conferenza tra le amministrazioni delle Comunicazioni elettriche dei vari Stati europei alla quale sono intervenute anche le rappresentanze delle grandi Compagnie di Radiocomunicazioni. Detta conferenza ha risolto la questione essenziale della regolamentazione delle comunicazioni radio tra punti fissi, dando loro lo stesso trattamento delle ordinarie comunicazioni per fili e per cavi.

La Conferenza ha poi rimandato alla prossima Conferenza internazionale radiotelegrafica l'esame delle questioni concernenti il servizio radiotelegrafico propriamente detto e specialmente quello con le stazioni mobili.

Allo stato attuale delle cose è dunque necessario convocare al più presto questa conferenza internazionale per la revisione ed il completamento delle cinque convenzioni in corso.

La Convenzione radiotelegrafica del 1912.

La Convenzione sulla protezione della vita umana in mare del 1914.

La Convenzione Internazionale di Navigazione aerea.

I rapporti dell'Ufficio Internazionale dell'Ora.

I rapporti della Commissione di telegrafia meteorologica;

e mentre la grande Conferenza dovrà occuparsi esclusivamente della radiotelegrafia e della radiotelegrafia e dovrà fissare i principii della organizzazione generale delle comunicazioni sarebbe augurabile che nello stesso tempo Conferenze speciali si occupassero dei quattro problemi speciali connessi e che abbiamo visto essere: la protezione della vita umana in mare, la navigazione aerea in rapporto alle radiocomunicazioni, i servizi dell'Ora e quelli meteorologici.

Frattanto per arrivare a tale Conferenza, e per raccogliere gli elementi necessari, accanto ai vari Comitati e Commissioni Tecniche lavora a Parigi il Comitato Giuridico Internazionale di T. S. F. fondato nel 1923 incaricato di studiare la elaborazione dello Statuto Internazionale della Telegrafia senza fili.

Questo Comitato indisse a Parigi nell'aprile del 1925 il Primo Congresso Giuridico Internazionale di T. S. F. nel quale furono votati alcuni importanti principii in materia.

Tale congresso può dirsi il compimento giuridico di quanto era stato elaborato in parecchi precedenti riunioni di giuristi e di tecnici tra le quali vanno ricordate quelle del 1919 a Bruxelles (Conferenza di radiotelegrafia scientifica) quella di Parigi del 1920 (Conferenza in-

ternazionale postale telegrafica), quella di Londra del 1923 (International Shipping Conference), quella del 1924 a Ginevra (per una intesa internazionale sulla radiotelegrafia) ed infine le riunioni del sopra ricordato Comitato Internazionale Giuridico di Telegrafia senza fili che pubblica la pregevole «Revue Juridique Internationale de la Radio-electricité».

*

3. — Il principio base sul quale è fondata la disciplina giuridica delle Radio-Comunicazioni è la libertà dell'etere, libertà che come abbiamo detto, deve essere limitata da temperamenti tali da non disturbare l'attività delle diverse stazioni sia riceventi sia trasmettenti. La questione della sovranità dello Stato sullo spazio atmosferico è questione non nuova. Già i Romani elencavano l'aria tra le cose comuni pur riconoscendo al proprietario del suolo la proprietà dello spazio sovrastante; di poi nel basso medioevo si estese il diritto di proprietà «usque ad sidera et usque ad inferos»; in seguito nel diritto privato si riconobbe al proprietario del suolo il diritto di usare l'aria sino all'altezza utile, al di sopra del qual limite lo spazio era per tutti libero.

Ma se ciò ha una importanza relativa per il diritto privato ben più gravi discussioni furono fatte in materia di diritto pubblico, circa la sovranità dello Stato sullo spazio atmosferico.

Tre furono le teorie che agitarono i Giuristi al riguardo:

a) La teoria dell'assoluta libertà dello spazio sul quale lo Stato non può esercitare che i diritti della propria conservazione (Fauchille et Couannier);

b) La teoria della sovranità dello Stato «usque ad sidera» su tutto lo spazio sovrastante al territorio dello Stato ed al suo mare territoriale (Anzillotti).

c) La teoria afferente l'applicabilità allo spazio dei concetti regolatori della condizione giuridica del mare (Dien).

Oggi anche da chi si afferma la libertà dell'etere si ammette che lo Stato possa imporre a tale libertà limitazioni tali da renderla illusoria.

La legge 20 agosto 1924, n. 2207 del nostro Governo dispone all'art. 1 «che lo Stato esercita sovranità piena ed esclusiva sullo spazio atmosferico che sovrasta il suo territorio ivi comprese le acque territoriali».

Così la legge francese 31 maggio 1924 e così l'art. 1 della Convenzione Internazionale di Navigazione aerea del 13 ottobre 1919 a Parigi.

Se perciò osserviamo un dissenso tra le leggi di alcuni Stati ed il principio della libertà rileviamo subito come tale dissenso abbia più valore teorico che pratico, poichè anche da coloro che ammettono la libertà dell'etere si conviene che ad essa debbono essere poste tali e tante limitazioni da renderla illusoria e solo apparente.

Il principio della libertà dell'etere è stato così formulato al Congresso di Parigi del 1925:

«L'etere è libero. Senza pregiudizio alcuno del diritto di disciplina in materia che appartiene ad ogni Stato, l'uso di tale libertà non deve avere per effetto di turbare l'ordine pubblico, di portare nocumento alla sicurezza degli Stati, di impedire l'applicazione di tutte quelle misure atte ad assicurare la protezione della vita umana in mare ed infine di turbare la libertà delle comunicazioni sia interne sia internazionali».

Questa è la formulazione del principio su cui si basa, si può dire, tutto questo nuovissimo ramo del diritto.

Come si osserva, al principio della libertà assoluta dell'etere, intesa nel senso che ognuno è padrone di emettere o di ricevere comunicazioni radio elettriche, vengono posti vincoli tali che riducono tale libertà ad una affermazione puramente teorica, vincolando l'attività del singolo alle esigenze sempre più molteplici della collettività.

Infatti pur ammettendo che l'etere atmosferico non sia suscettibile di alcuna occupazione materiale e che perciò non si possa concepire che esso sia di proprietà di qualcuno, si deve per contro convenire che gli Stati, in virtù dei loro diritti sovrani, come li intende il Diritto Internazionale, possono nell'interesse della collettività che ad essi fa capo, limitare le manifestazioni dell'individuo, sia per ragione di ordine pubblico (in tempo di pace), sia per ragioni di sicurezza nazionale (in tempo di guerra).

Come esercitare tale controllo? Spetta ad ogni Stato sovrano di dettare le norme che reputerà migliori estendendo il suo controllo specialmente su tre punti:

a) L'utilizzazione delle onde deve essere tale da non turbare l'ordine pubblico;

b) Tale utilizzazione non deve essere ostacolo alle misure necessarie alla protezione delle vite umane, sia in aria che in mare;

c) Essa non deve essere infine di danno alle comunicazioni interne ed internazionali dello Stato stesso;

d) Grave è la questione della proprietà delle onde con riferimento al principio della libertà dell'etere.

Son esse di proprietà dell'emittente o sono di dominio pubblico dal momento che vengono emesse?

In teoria sembrerebbe giusto che esse dovessero appartenere all'emittente il quale se non altro dovrebbe avere verso l'utente che sfrutta la sue emissioni una azione di illecito arricchimento, azione però difficile oltre ogni modo, perchè difficile è provare i danni e il conseguente illecito arricchimento specialmente se si tratta di utenti privati.

E così alcune legislazioni giustamente preoccupate dallo sfruttamento gratuito delle onde sono corse al riparo escogitando abbona-

menti obbligatori, tasse e licenze per gli utenti e minacciando sanzioni pecuniarie e talvolta anche penali per gli ascoltatori di frode.

Il controllo però è difficilissimo e la questione ben lontana dalla soluzione pratica.

Accade infatti, e tutti possono rendersene conto, che l'utente privato sfrutti molto spesso senza pagare le trasmissioni delle stazioni e che solo è suscettibile di controllo l'utente pubblico (caffè, bar, alberghi, ecc.).

Le controversie che possono nascere sono infinite ed illimitate se si pensa che oltre all'abuso nell'interno dello Stato vi è abuso molto spesso all'estero ove innumerevoli sono gli ascoltatori delle stazioni di altri Stati.

In tal caso l'emittente avrà diritto di agire contro i riceventi? Come agire? In base a quale legge?

E' evidente che anche in questa materia è urgente una disciplina interstatale ed un accordo tra gli Stati interessati.

*

4. — La riproduzione a mezzo delle onde, delle opere dell'ingegno umano ha costituito una nuova maniera di diffusione delle opere musicali e letterarie e ad essa son stati logicamente riportati i principii generali del diritto che regolano la materia.

Applicando il principio che la radio-telegrafia non è che l'orecchio umano ingrandito si deduce come la trasmissione e la riproduzione a mezzo delle onde delle opere intellettuali non è che l'amplificazione delle trasmissioni sino ad ora in uso (orecchio, teatro, libro, ecc.) notando che con questo nuovo mezzo la riproduzione deve essere considerata sempre destinata al pubblico. A tale logico principio si associa l'altro, che ogni autore deve sempre essere interpellato per la riproduzione delle sue opere, e così pure l'artista per la trasmissione delle sue esecuzioni.

In base a quanto esposto il Congresso di Parigi del 1925 ha formulato tali principii base:

«Il diritto di proprietà intellettuale riconosciuto dalla Convenzione internazionale di Berna del 1886 relativa alla protezione dei diritti di autore, modificata a Berlino nel 1908 si applica alla diffusione delle opere intellettuali con tutti i modi di trasmissione e di diffusione. E per conseguenza si applica integralmente anche alla loro diffusione radio-elettrica».

Ed ancora, per quanto riguarda i diritti degli artisti:

«La trasmissione radio-elettrica di una esecuzione di un'opera intellettuale letteraria od artistica non può essere fatta senza il consenso dell'interprete».

Molte sono le controversie e le liti a cui ha dato origine la riproduzione radio-telegrafica delle manifestazioni artistiche ed ormai la Giurisprudenza è ricca di sentenze al riguardo:

In Francia il Tribunale di Lione con una sentenza del 27 gennaio 1925 ha rigettato la domanda di due artisti lirici i quali avevano citato per danni una Società radiotelefonica per avere questa annunciato al pubblico la trasmissione di due loro concerti mentre essa invece non aveva trasmesso che l'audizione di due dischi fonografici dei predetti artisti.

In Germania la Corte d'Appello di Berlino con una sentenza del 17 giugno 1925 ha accolto la domanda di Gerardo Hauptmann ed ha proibito la emissione di una sua opera che doveva essere trasmessa per radio senza il suo consenso.

La questione ha avuto particolare importanza in America del Nord ove un decreto del Governo degli Stati Uniti aveva autorizzato le stazioni radio-telegrafiche a trasmettere le opere degli artisti senza corrispondere ad essi compenso alcuno.

Tale decreto ha fatto sorgere una quantità di contestazioni e mentre alcune Corti si sono mostrate favorevoli agli autori (New Jersey) altre hanno deciso in senso perfettamente contrario (Cincinnati).

Notevole a questo proposito una sentenza della Corte di New York del novembre 1924; la Società Americana degli autori aveva chiesto che fosse proibita alla «General Electric Company» di trasmettere i concerti dell'orchestra del New Kenmore Hotel di Albany benchè tale trasmissione fosse autorizzata dai componenti dell'orchestra stessa.

Il Giudice della Corte Federale ha respinto la domanda motivandola col fatto che l'orchestra era autorizzata a suonare dalla Società degli Autori e che pagando i diritti di riproduzione era padronissima di autorizzare la «General Electric Company» a trasmettere i suoi concerti poichè in tale caso la radio-telegrafia non fa che allargare e aumentare il numero degli ascoltatori e la trasmissione per radio non deve considerarsi come una esecuzione separata e distinta.

*

5. — Più complesso si presentava lo studio per la tutela della proprietà industriale e commerciale.

Mentre per la tutela della proprietà artistica intellettuale abbiamo osservato come il diritto vigente possa applicarsi alle comunicazioni radio-elettriche, non altrettanto possiamo dire per la tutela della proprietà industriale e commerciale, in special modo la protezione contro la concorrenza sleale, diritto che deve essere indiscusso e pacifico anche in questo ramo dell'umana attività.

In materia di radio-comunicazioni vi sono parecchi modi di concorrenza sleale tra i quali quello tipico di intercettare le comunicazioni tra un corrispondente ed il suo giornale, pubblicando una notizia su altri giornali prima di quello al quale era destinata.

In tal caso, poichè le informazioni evidentemente non possono essere protette dalle convenzioni relative alla proprietà artistica ed intellettuale, siamo in materia di concorrenza sleale.

La tutela delle informazioni di stampa per ora non è contemplata in alcun modo nè la Società delle Nazioni a mezzo del suo Comitato Economico nel compilare la Convenzione 9 settembre 1924 sull'argomento della concorrenza sleale ha precisato gli atti illeciti di concorrenza nè vi ha compreso le informazioni della stampa.

Vorrrebbero perciò taluni concretare precise disposizioni al riguardo per chi emette informazioni per il primo; questi dovrebbe avere il diritto di proprietà; un diritto esclusivo di uso della sua informazione sopra una notizia la quale non dovrebbe diventare di dominio pubblico che nel momento in cui viene divulgata agli abbonati.

D'altra parte però simili principii incontrerebbero difficoltà di ogni genere poichè che cosa accadrebbe se una informazione venisse trasmessa contemporaneamente da due agenzie, di cui una rapidissima a mezzo radio ed una invece più lenta a mezzo telefono?

La agenzia radio divulgerebbe prima dell'altra la notizia ed acquisterebbe il diritto di esclusiva il che sarebbe ingiusto e fuori luogo poichè danneggerebbe un concorrente leale o di buona fede.

E' necessario dunque reprimere la concorrenza sleale ma non creare un nuovo diritto di proprietà commerciale sulle informazioni della stampa. Infatti le notizie, raccolte sul luogo in cui nascono, sono di dominio pubblico e non si può impedire a chiunque di trasmetterle per il solo fatto che un altro le ha già trasmesse e sfruttate.

Per contro commette per esempio un vero e proprio atto di concorrenza sleale, come ha già giudicato la giurisprudenza, colui che riuscito a procurarsi una notizia a mezzo della corruzione di un impiegato di un giornale, la sfruttasse prima del giornale stesso.

Infatti di radio-comunicazioni dunque occorre andar molto cauti in materia per non creare delle limitazioni alla radio diffusione e nel tempo stesso per proteggere le iniziative delle agenzie di informazioni.

Per trovare una giusta via di mezzo alla questione il Congresso di Parigi ha votato due risoluzioni che dopo laboriose discussioni sono state così concretate: «Nessun sfruttamento commerciale di una «emissione radio-elettrica può aver luogo se non d'accordo col trasmettente».

«La repressione della concorrenza sleale riconosciuta in materia «commerciale ed industriale della Convenzione Internazionale di Parigi del 1883 modificata a Bruxelles ed a Washington si applica anche all'utilizzazione di qualunque informazione (di stampa finanziaria, pubblicità, ecc.) trasmessa per via radio-elettrica». Questa materia però è ben lungi dall'aver trovato la sua sistemazione definitiva colle due risoluzioni sopra riportate, che, pur avendo segnato un notevole passo al riguardo, non limitano e non definiscono la questione in maniera decisiva.

Ad essa si connette la grave questione già brevemente esaminata della proprietà delle onde, questione che è restata per ora nel campo teorico e che i vari congressi non hanno ancora affrontato. In analogia a quanto stabilito dalla Giurisprudenza così per le acque di alimentazione, come per il gas illuminante e per l'energia elettrica si dovrebbe dedurre che anche coloro i quali intercettano le onde radio-elettriche commettono un furto, se non altro se non si vuole arrivare a tali estremi si dovrà sempre convenire che l'intercettore di onde a lui non destinate è sempre sottoposto all'azione di «illecito arricchimento», come già abbiamo rilevato.

*

6. — Resta ora da considerare la disciplina delle comunicazioni radio-elettriche in tempo di guerra, studiate dalla Commissione dei Giuristi, riunite all'Aia nel 1922 in dicembre, in seguito a quanto stabilito dalla Conferenza di Washington per il disarmo del 1921-1922.

Riuniti i rappresentanti delle varie Nazioni l'11 del dicembre 1922 la Commissione si sciolse il 19 febbraio 1923 dopo avere elaborato un progetto per regolare la guerra aerea e la radio-telegrafia in tempo di guerra. Il progetto per la radio fu elaborato da una sotto Commissione che presentò un regolamento di 12 articoli.

Il primo di essi, riprendendo il principio generale dell'art. 8 della Conferenza di Londra del 1912, stabilisce che il servizio radio-elettrico non deve nuocere durante le ostilità sia ai neutri sia ai nemici, disposizione quest'ultima che non si applica evidentemente che per reciprocità.

Così l'art. 2 conserva durante la guerra agli Stati i diritti di regolamentazione e di proibizione delle stazioni nelle zone soggette alla loro sovranità. L'art. 3 lascia ai neutri la libertà per l'uso della radio sul loro territorio, ad eccezione di quanto riguarda i messaggi destinati ai belligeranti e contenenti informazioni militari. Con esso non si obbligano i neutri a stabilire una specie di censura ma solo si vieta la trasmissione di notizie militari concernenti i belligeranti stessi.

L'art. 4 lascia agli Stati belligeranti la facoltà di proibire in maniera assoluta le trasmissioni radio-elettriche sui loro territori, diritto legittimo e che non fa che confermare quanto stabilito dalle precedenti convenzioni. Mentre però tale interdizione sarà facilmente applicabile per gli impianti fissi, non così altrettanto agevolmente potrà applicarsi agli impianti mobili delle navi e degli aerei; per esempio quando essi si trovano in territori neutrali. Tale circostanza è prevista dall'art. 5, col quale si dà facoltà agli Stati belligeranti di proibire anche il funzionamento di tali apparecchi.

Ma potranno i neutri inibire tale attività delle stazioni mobili in caso di infrazione alle disposizioni in corso? Sì, secondo il disposto dell'art. 5 sopra citato. Cogli art. 6, 7 e 8 si stabilisce la disciplina delle stazioni neutre in alto mare: tali stazioni se trasmetteranno notizie a beneficio di un belligerante perderanno per questo solo fatto tutti i benefici e la loro immunità, sottoponendosi così alle offese del fuoco nemico e alla eventuale cattura. Poiché molte volte non è possibile far seguire la cattura immediata, pur avendo le prove della avvenuta infrazione è stata stabilita una prescrizione di un anno dal momento dell'atto criminoso. Il Tribunale delle prese giudicherà di tali catture.

Inoltre un belligerante potrà in casi eccezionali e in modo del tutto temporaneo ingiungere al mezzo neutro di cambiare rotta e nel tempo stesso di far tacere la sua stazione.

Così il neutro non dovrà mai tener copia dei messaggi dei belligeranti che eventualmente fossero da lui intercettati.

L'art. 9 però vieta ai belligeranti di impedire i segnali di soccorso dei neutri e coll'art. 10 si proibisce di servirsi di tali segnali per comunicazioni di altro genere, e chi abuserà dei segnali di soccorso sarà tenuto responsabile personalmente di tale atto.

Coll'art. 11 però si stabilisce che una violazione alla regola non potrà mai essere considerata come spionaggio.

Questa è in breve riassunto la convenzione dell'Aia del febbraio 1923: essa come tutte le Convenzioni Internazionali non prevede sanzioni contro chi la infrange, ma purtroppo in diritto Internazionale le sanzioni sono per ora allo stato teorico e l'unico rimedio efficace alle violazioni delle norme di tale diritto è oggi ancora la rappresaglia.

Intanto tale progetto di convenzione è stato sottoposto all'approvazione dei diversi Stati partecipanti alla Conferenza e ci auguriamo che esso diventi concreta materia sulla quale possa appoggiarsi nell'avvenire il diritto delle comunicazioni radio-telegrafiche durante le guerre.

*

7. — Il rapido sguardo dato a questo nuovissimo ramo del diritto internazionale sia dal punto di vista pubblico che privato, ci ha mostrato il fervore con cui i Giuristi si sono dedicati in questi ultimi anni allo studio delle norme di diritto regolanti la radio-telegrafia e la radio-telegrafia. Il nostro esame è stato necessariamente breve e sommario ma ci ha mostrato come primissimo vanto della meravigliosa scoperta italiana, di fronte alla scienza giuridica internazionale sia stato quello, come giustamente osservava l'Anzillotti, di contribuire al ravvicinamento dei popoli accomunandoli in un interesse di tutti, il che costituisce uno dei maggiori coefficienti per lo sviluppo del diritto internazionale che trova in questo carattere di socialità di interessi un nuovo impulso verso il progresso della scienza giuridica.

Come nei secoli scorsi con una lenta elaborazione si è venuto formando il diritto marittimo a tutela degli ardui navigatori che solcavano i mari per l'incremento delle loro Nazioni, diritto, anche questo essenzialmente internazionale, per la sua stessa natura, così oggi con elaborazione più rapida si va formando il nuovo diritto aereo a tutela dei navigatori dell'aria e delle comunicazioni che attraverso l'etere i popoli si trasmettono. E mi sia concesso di formulare l'augurio, che anche in questo ramo della scienza del diritto gli Italiani siano alla testa degli altri popoli.

BIBLIOGRAFIA

Revue Juridique Internationale de la Radioélectricité, vol. I, II, III. Comptes rendus du Premier Congrès Juridique International de T. S. F.: (ed Etienne Chiron - Parigi, 1925).
CARLO CERETI: *La Radiotelegrafia e la Radiotelefonica* (Rivista di Diritto Internazionale, 1926 - I).



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

**L'opera svolta dal "Comitato Nazionale Italiano
della Illuminazione e del Riscaldamento",
nel 2° anno del suo funzionamento.**

**2ª Relazione annuale agli Enti Statali
ed alle Presidenze delle Associazioni rappresentate in seno al Comitato.**

1. — Nel secondo anno del suo funzionamento, l'opera del Comitato ha avuto essenzialmente lo scopo di completare i lavori già iniziati ⁽¹⁾ e di estendere la propria attività, nei limiti dei mezzi disponibili, anche alle questioni affini.

La maggior parte del lavoro del Comitato si è svolta per corrispondenza fra i Membri; tuttavia sono state tenute nel giugno due sedute

plenarie a Padova, in occasione del Congresso annuale dell'A. I. G. A. e della Mostra Campionaria, e tre sedute plenarie a Napoli nell'ottobre, in occasione del Congresso annuale della A. E. I.

2. — Nel Congresso tenuto dall'A. E. I. a Spezia nel 1924, dedicato al tema generale della Illuminazione, era apparso che due questioni rivestivano particolare urgenza:

a) quella della definizione razionale dei rapporti fra venditori e compratori di lampade elettriche (almeno nei riguardi del tipo che è di gran lunga il più comune, quello ad incandescenza a filamento di tungsteno);

b) quella della diffusione dei concetti fondamentali che debbono presiedere alla esecuzione degli impianti di illuminazione.

Subito dopo il Congresso, il Comitato si accinse allo studio della prima questione, non dissimulando la gravità del problema derivante dalla grande importanza economica del commercio delle lampade elettriche: ché il numero delle lampade elettriche attualmente vendute in Italia è dell'ordine di 18 milioni di unità, per un importo complessivo dell'ordine dei 100 milioni di lire. Un primo abbozzo di «Norme tecniche per l'ordinazione ed il collaudo delle lampade elettriche» fu discusso nella riunione di Padova; raccolte e totalizzate tutte le osservazioni e le proposte dei membri del Comitato, fu elaborato un secondo abbozzo che venne lungamente discusso nelle sedute tenute a Napoli, e confrontato ancora con le «Norme» analoghe oggi vigenti in altri Paesi (negli Stati Uniti d'America, in Inghilterra, in Francia).

Raggiunto a Napoli l'accordo, sopra i punti fondamentali, questa Presidenza venne incaricata degli ultimi ritocchi, nel senso che dalle discussioni era risultato; per altro, la Presidenza ha ritenuto opportuno di sottoporre un'ultima volta il testo definitivo ai Collegghi, prima di autorizzarne la stampa. Avuta la adesione della quasi totalità dei membri del Comitato, il testo in questione è stato pubblicato nei giornali ufficiali delle Associazioni partecipanti al Comitato e più direttamente interessate, e cioè sull'*Elettrotecnica* (n. del 25 dicembre 1925) per l'A. E. I., nell'*Impresa Elettrica* (n. del gennaio 1926) per l'A. E. I. E. e nell'*Energia Elettrica* (n. del gennaio 1926) per l'A. N. I. E. L.

Le «Norme» elaborate da questo Comitato differiscono in molti punti da quelle straniere, specie nella parte riguardante i collaudi; intenzione del Comitato è stata quella di mirare meglio all'accertamento delle proprietà delle lampade in relazione alle effettive condizioni di impiego (essendo questo che più direttamente interessa il compratore), e di cercare di semplificare i collaudi nei limiti del possibile. Il Comitato considera queste «Norme» come soggette a revisioni periodiche, sia per tener conto delle eventuali giuste osservazioni che il loro impiego potesse suggerire ai competenti ed alle parti interessate, sia per tener conto degli inevitabili e rapidi progressi della tecnica della fabbricazione delle lampade e della tecnica degli impianti elettrici.

3. — Il Comitato ha discusso a lungo, a Padova ed a Napoli, anche intorno al modo migliore di effettuare la diffusione dei concetti relativi alla buona illuminazione. Essendo sembrato necessario agire verso coloro che commettono gli impianti quanto verso coloro che li eseguono, il programma elaborato a Napoli comprende una serie di opuscoli, da diffondere nella scala più vasta possibile; e cioè:

a) un opuscolo di carattere generale, destinato a tutti coloro che hanno una certa cultura, sia pure modesta. Esso deve contenere la esposizione, in forma concisa sì, ma limpida quanto più è possibile, di tutti i concetti fondamentali che si riferiscono alla produzione, alla misura ed all'impiego della luce. Per gli installatori, esso deve essere la introduzione necessaria per la comprensione di opuscoli di carattere più speciale; alle persone colte, ma che non abbiano avuto occasione di occuparsi del problema della illuminazione, esso deve dare una idea chiara dei termini del problema, delle possibilità di soluzione che esso ha e guidarli nel commettere impianti nuovi e nel migliorare quelli esistenti;

b) un opuscolo destinato agli installatori; il quale, presupposte le nozioni fondamentali illustrate nell'opuscolo a), fornisca le istruzioni, sufficientemente particolareggiate, necessarie alla messa in pratica, almeno nei casi più frequenti dei concetti fondamentali;

c) opuscoli speciali riguardanti casi particolarmente importanti di illuminazione; quella dei negozi, delle officine, delle scuole, stanze d'abitazione, alberghi, ecc.;

d) opuscoli aventi scopo analogo a quelli di cui in a) ed in c), ma di carattere molto più elementare destinati ad una cerchia più vasta di persone.

Il Comitato si rende ben conto che risultati apprezzabili non possono essere ottenuti né in pochi mesi, né mediante la sola diffusione, una volta tanto, di alcune migliaia di opuscoli. Esso si propone perciò di perseverare in questa propaganda, della cui necessità è profondamente convinto, finché ne avrà i mezzi, interessandosi la più larga cerchia possibile di persone ed Enti autorevoli; e spera particolarmente di poter interessare a questo problema (ed all'altro dell'uso razionale degli apparecchi a gas, di cui ebbe ad occuparsi l'anno scorso) gli insegnanti delle Scuole di grado medio, ai quali spetta la formazione culturale dei più importanti fra i futuri committenti di impianti e quelli delle scuole professionali ed operaie, nelle quali si formano o si perfezionano i futuri installatori. In altro campo, e con mezzi diversi, potrà riuscire pure utile la propaganda che si propone di fare uno speciale Ente privato costituitosi recentemente a Milano. (l'A. N. S. I.) con finalità che includono in prima linea anche la propaganda per la buona illuminazione.

Ma il Comitato non si è limitato a concretare un programma, che,

(1) Si veggia la 1ª Relazione annuale (1924), del marzo 1925.

del resto, potrà essere ancora completato e migliorato, ma ha dato pure inizio alla sua attuazione. Dietro incarico avuto dai Colleghi, la Presidenza preparò nello scorso giugno, un primo abbozzo dell'opuscolo a) che, diramato ai colleghi, venne esaminato nelle riunioni di Napoli e discusso in relazione al programma che si stava elaborando. Raggiunto l'accordo sulle linee principali, l'opuscolo è stato pubblicato nel dicembre scorso col titolo: « *Per la illuminazione razionale degli ambienti in cui viviamo* »; e sono in corso intese con gli Enti interessati per ulteriori larghe tirature e per la sua diffusione.

L'opuscolo b) è attualmente in preparazione.

4. — Un importante lavoro di preparazione è stato pure compiuto dal Comitato nel campo della utilizzazione del gas, come continuazione naturale dell'opera iniziata l'anno scorso con la pubblicazione dell'opuscolo sull'uso razionale degli apparecchi a gas.

In occasione della Mostra Internazionale di Padova già ricordata, la benemerita A. I. G. A. indisse un concorso per apparecchi d'uso domestico utilizzanti il gas (cucine, fornelli, stufe, scaldabagno) e volle affidare a questa Presidenza l'incarico di presiedere la Giuria che doveva assegnare i premi in base al programma del concorso. La Giuria si trovò presto d'accordo sulla necessità di far compiere una serie di accurate misure di comportamento e di rendimento sopra ciascuno degli apparecchi presentati al concorso, in guisa da fondare le proposte di assegnazione sopra elementi concreti di giudizio; e queste misure (oltre un centinaio) sono ormai state compiute. Ma durante la loro esecuzione si è riscontrata la necessità di rivedere e coordinare, in relazione alle mutate qualità medie del gas che oggi viene distribuito in Italia, le norme per le prove che in addietro (anteriore alla guerra) erano state studiate in Germania ed in Svizzera e che di ordinario venivano adottate senz'altro anche da noi, quando occorresse fare delle misure. Verso la fine dell'anno scorso, il Comitato ha iniziato perciò la raccolta di notizie sopra quanto all'estero era stato fatto in proposito, in guisa da costituire, insieme ai rilievi fatti durante la esecuzione delle prove sopra gli apparecchi di Padova, la base per le discussioni in seno al Comitato. Nel fare questa raccolta, è venuto a conoscenza che anche le Associazioni gasiste tedesche e svizzere — mosse evidentemente da osservazioni analoghe a quelle fatte in Italia, erano sulla via di rivedere le loro « Norme », ed allora questa Presidenza ha ritenuto opportuno, per suggerimento di autorevolissimi Colleghi, di iniziare degli accordi onde addivenire possibilmente alla elaborazione di un insieme di Norme che fosse unico per i Paesi accennati: ove, s'intende bene, le proposte delle Associazioni straniere non presentino differenze di sostanza rispetto a quelle che il Comitato Italiano riterrà opportuno elaborare. E poiché questi accordi di carattere internazionale non sembrano vicinissimi (secondo notizie recenti) ad una conclusione concreta, il Comitato Italiano provvederà, intanto, a studiare per proprio conto la questione, quanto più compiutamente sarà possibile.

5. — In relazione a quanto precede, il Comitato ha potuto altresì constatare quanto scarso sia oggi in Italia il numero dei Laboratori, pubblici o privati, nei quali si possono eseguire delle prove sopra apparecchi a gas e, quindi, la determinazione sperimentale dei difetti degli apparecchi stessi; difetti ancora numerosi e gravi, come le prove sugli apparecchi di Padova hanno permesso di constatare. E non è azzardato spiegare buona parte dei risultati non sempre felici ottenuti da industrie nazionali, che hanno iniziato la fabbricazione di apparecchi a gas, con la difficoltà di provare seriamente gli apparecchi stessi e quindi di rendersi conto delle reali loro qualità pratiche. Per fortuna, la grande maggioranza di queste prove non richiede impianti od apparecchi misuratori di grande costo; è quindi intenzione del Comitato di iniziare pratiche (ad es., con quelli fra i maggiori produttori di gas del nostro Paese che non siano già in questa via) per la installazione di laboratori del genere nei maggiori centri del Paese e per una loro feconda attività, in servizio anche di terzi.

Giungere ad avere sul mercato apparecchi a gas mediamente migliori degli attuali, significa da un lato minore spreco di combustibile, a vantaggio diretto del consumatore, dall'altro, significa facilitare la diffusione di questo mezzo di produzione del calore (meno imperfetto certo dell'uso di combustibili solidi), con vantaggio anche delle industrie.

Si aggiunge che è stato iniziato con la Presidenza dell'A. I. G. A. uno scambio di idee per vedere se non sarebbe possibile facilitare ai consumatori di gas la scelta di apparecchi razionali, pratici, e di elevato rendimento, mediante qualche contrassegno da applicare agli apparecchi che, dopo prove, fatte in laboratori autorizzati, risultassero soddisfare ad un determinato minimo di condizioni. In campi diversi qualche cosa di analogo è stato fatto, specie all'estero, e con ottimo esito.

6. — Dalle discussioni di cui ai §§ 4 e 5 è altresì risultato quanto relativamente scarsa sia tutt'ora la diffusione degli apparecchi a gas per uso domestico, specie in certe regioni, soprattutto, forse, per la mancanza d'una propaganda seria, bene intesa, sufficientemente prolungata e sussidiata da adatti mezzi illustrativi. Prendendo norma da quanto già è stato fatto in talune città, per lodevolissime iniziative individuali, e da quanto si continua a fare all'estero, come risulta dalle notizie che si stanno attualmente raccogliendo, il Comitato sta preparando un programma di lavoro che sia, in questo campo l'analogo di quello sopra accennato, riguardante la illuminazione. Naturalmente, nemmeno qui il Comitato potrà, data la sua indole e la sua finalità, scendere alla propaganda minuta, ma esso potrà preparare gli elementi di una propaganda seria, consigliarla ed indirizzarla con quella maggiore unicità di criteri che è consentita dalle condizioni delle diverse regioni.

7. — Di altri argomenti ancora il Comitato ha avuto occasione di occuparsi, durante il 1925; ma poiché manca ancora, nei loro riguardi, un inizio concreto di lavoro, se ne rimanda ogni cenno alla prossima relazione, confidando che neanche per il 1926 venga a mancare a questo Comitato il valido appoggio degli Enti, di Stato e privati, che hanno contribuito alla sua costituzione.

Roma, marzo 1926.

Il Segretario

G. VIA.

Il Presidente

U. BORDONI.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA

La mattina del 30 Maggio u. s., numerosi Soci con a capo il Presidente della Sezione Dott. Ing. Cesare Rimini, si recarono con automobili al Battiferro per visitare la Centrale e la Cabina ricevitrice della Società Bolognese di Eletticità.

In assenza del Direttore Generale Ing. Comm. Amati, fecero gli onori di casa gli Ingg. Righi e Plotti, i quali condussero i visitatori, divisi in due squadre, ad esaminare minutamente tutti i particolari della grandiosa Stazione, la cui origine data da quando si iniziò la utilizzazione idroelettrica del canale Navile per produrre energia elettrica da distribuire a Bologna. Successivamente, con l'aumentare della potenza necessaria alla distribuzione, fu installato del macchinario a vapore, in parte oggi già rimosso, e in parte tuttora esistente, per una potenza attuale di circa 3.000 kW.

Con lo sviluppo crescente della distribuzione, e per l'insufficienza del primo impianto del Brasimone a far fronte al fabbisogno di energia, venne creata, con ampliamenti successivi, la cabina di trasformazione, che riceve energia da impianti lontani e la trasforma alla tensione di distribuzione.

Con l'estendersi dei collegamenti ad alta tensione fra impianti di grandi potenze, tutta l'apparecchiatura elettrica della cabina del Battiferro era venuta a trovarsi, un paio d'anni or sono, in condizioni di insufficienza, non tanto per la potenza dei trasformatori installati, quanto per il dimensionamento della apparecchiatura e in particolare degli interruttori, i quali debbono avere la capacità di interrompere sotto corto circuito le grandi potenze che sono in giuoco sugli impianti.

Fu presa quindi due anni fa la determinazione di demolire completamente l'apparecchiatura elettrica di cabina, e di rifarla ex novo con criteri moderni, e molto più ampia in previsione dei notevoli incrementi che si sarebbero verificati nella zona servita dalla Società, quando non più a Bologna difettesse l'energia elettrica.

Contemporaneamente venne installato un condensatore sincrono da 6.000 kVA, destinato a regolare la tensione di distribuzione, ed ovviare così alle continue fluttuazioni, che sono una caratteristica delle distribuzioni servite da impianti lontani, quando appunto non si ricorra a simili provvidenze.

Attualmente l'organismo di ricezione, trasformazione e distribuzione del Battiferro, comprende l'arrivo di due linee a 50.000 V dalle due grandi Centrali del Brasimone, una delle quali è stata completamente rinnovata e l'altra è di recentissima costruzione; due linee a 50.000 V dai grandi impianti idroelettrici del Gruppo Adriatica e dell'Adamello; è inoltre previsto l'arrivo di due altre linee alla stessa tensione di 50.000 V.

Due altre linee, alla tensione di 15.000 V, convogliano al Battiferro l'energia del Gruppo Edison.

N. 8 trasformatori, per una potenza complessiva di 43.000 kVA, trasformano l'energia, parte alla tensione di 15.000 V, parte a quella di 3.000 V.

Dieci linee per ciascuna di queste due tensioni, servono a distribuire energia; le prime, alla periferia di Bologna e ai centri lontani; quelle a 3.000 V fanno esclusivamente il servizio di città.

Le più moderne apparecchiature, ampiamente dimensionate, i dispositivi più acconci per limitare gli eventuali guasti e le interruzioni di servizio, gli automatismi e i comandi a distanza dei tipi migliori prodotti dalla industria nazionale ed estera; sono stati accuratamente scelti, caso per caso, in modo che l'impianto del Battiferro oggi rappresenta quanto di più moderno e di più sicuro può essere attuato dalla tecnica, tanto che, anche per la disponibilità continua di diverse fonti di energia, la distribuzione nella zona della Società Bolognese oggi avviene in condizioni ottime, quali è raro altrove ritrovare.

Negli impianti è stata lasciata larga possibilità di ampliamenti, i quali tuttavia non saranno necessari per alcuni anni, potendosi già oggi far fronte ad una distribuzione doppia dell'attuale.

Alla fine dell'interessante visita, ai Soci fu offerto un sontuoso rinfresco e dall'Ing. Righi furono segnalati all'ammirazione dei presenti i Capi tecnici che con rara valentia avevano collaborato agli importanti lavori sopra descritti, in guisa da renderne possibile la esecuzione senza mai interrompere l'esercizio.

A nome della Sezione, il Presidente Ing. Rimini riassunse in brevi parole il senso di vivo compiacimento degli intervenuti e la loro riconoscenza per la squisita cortesia con cui erano stati ricevuti dalla Società Bolognese di Eletticità.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Dopo Brescia.

La serie delle Riunioni Sociali si accresce, ad ogni anno, di un nuovo anello e le impressioni ed i ricordi, nella mente dei fedeli, che da anni ed anni seguono assiduamente le manifestazioni del sodalizio, tendono fatalmente a sovrapporsi ed a cancellarsi reciprocamente. Ma da questo fondersi e sovrapporsi di ricordi meglio traspare il carattere fondamentale, l'intonazione generale delle nostre Riunioni; la grande cordialità degli amichevoli rapporti che per alcuni giorni raccolgono gli elettrotecnici convenuti da ogni parte d'Italia, in una vera grande famiglia. Come ben fece rilevare il Prof. Ferraris nel suo felice ed applaudito discorso finale di saluto al Presidente Generale Prof. Sartori, la cosa poteva apparir naturale nelle prime antiche riunioni, quando i Soci erano pochi e dal più al meno tutti si conoscevano. Ma è veramente ammirevole che lo stesso carattere conservino le attuali riunioni, dato il continuo grandioso afflusso di uomini nuovi e l'introduzione di quelle giovani forze a cui è così bene affidato l'avvenire della Associazione. Un così felice risultato deriva senza dubbio dalla indovinata costituzione del nostro Sodalizio che consente la più agevole convivenza ai rappresentanti dei più opposti interessi e delle più lontane categorie sociali; ma una parte del merito deve anche attribuirsi agli uomini che l'A.E.I. ha successivamente e felicemente chiamati alla Presidenza Generale. E non possiamo che associarci al consenso generale con cui furono accolte le parole del Prof. Ferraris, quand'egli volle rilevare tale merito nell'attuale nostro Presidente Generale. Il Prof. Sartori ha creduto di far notare, con molta modestia, che il triennio prossimo al termine, della sua Presidenza non è stato segnalato da alcun saliente avvenimento nella vita del Sodalizio; ma, mentre fatti importanti non sono mancati, il triennio è stato indubbiamente un periodo di sano ed intenso sviluppo, veramente benefico per qualsiasi evento avvenire.

D'altronde si dovrà sempre ricordare che nel triennio dell'attuale Presidenza un grande progresso si è compiuto nella organizzazione tecnica delle nostre riunioni, le quali, perdendo il carattere un po' accademico di una volta, si orientano sempre più verso la discussione interessante e proficua di determinate questioni. Sotto questo punto di vista la riunione di Brescia ha rappresentato, come più volte dicemmo, un ardito esperimento, che si può dire coronato da successo anche se la discussione su alcuni argomenti non ha raggiunto l'ampiezza che si sarebbe potuto desiderare. Non si deve dimenticare che il nostro Paese è quasi ai suoi primi passi per quanto concerne la protezione sistematica contro le sovracorrenti ed anche nel campo ben più antico delle sovratensioni, dove abbastanza vivace fu il dibattito fra i « protezionisti » e gli « antiprotezionisti »; manca ancora da noi l'abitudine generale di quelle statistiche metodiche che solo possono portare dei validi argomenti probatori a sostegno dell'una o dell'altra tesi. Le esperienze al riguardo sono necessariamente sempre di carattere negativo, perchè quando un determinato impianto va bene non si può mai dire a priori se esso vada bene « grazie » o « nonostante » la presenza di dati dispositivi di protezione; come di un uomo che abbia goduto sempre buona salute facendo metodicamente determinate cure, non si può dire a priori se la sua sana costituzione non gli avrebbe permesso di stare altrettanto bene senza tali cure. Solo dal confronto metodico, dalla classificazione di molti casi si potrà dedurre qualche conclusione e dobbiamo augurarci che i nostri esercenti continuino a raccogliere nuovi dati di fatto e vogliano portare i frutti delle loro osservazioni a qualche futura nostra riunione. Diamo oggi intanto il testo della relazione presentata a Brescia dal Dr. PFIFFNER e dall'Ing. PICKER, va-

lidi assertori dei « protezionisti », nella quale sono appunto raccolte molte notizie e molti dati statistici.

*

La Riunione di Brescia ha avuto anche una parte, diremo, espositiva; ma indovinatissima e di grande interesse: le « impressioni d'America » dei colleghi Bianchi, Clerici, Ferrerio, Lombardi, Morelli, Palestrino, Ratti e Semenza. In campi di questo genere, l'esposizione orale ha veramente ragione di essere; ascoltando la viva voce dei narratori, i convenuti poterono per un momento illudersi di averli realmente seguiti in quel Paese del grandioso e del mirabolante, che, se ebbe da Natura ricchezze quasi sterminate, ha anche trovato e sviluppato nei suoi cittadini qualità di intraprendenza e di organizzazione che contano pure assai nei successi ottenuti.

*

Una memoria che a Brescia non fu presentata nè discussa per l'assenza dell'Autore è quella dell'Ing. RAIMONDI, riportata più avanti, a descrizione di un ingegnoso apparecchio che può trovare numerose applicazioni sia come limitatore di carico che come auto avviatore per motori ad induzione.

*

Per la parte turistica della riuscita XXXI Riunione, rinviando alla Cronaca pubblicata più avanti, dolenti che ci manchi qui lo spazio per ricordare come meriterebbero tutti coloro che furono larghi di cortesie d'ogni genere ai congressisti. Vogliamo però fare eco agli applausi riconoscenti che in varie occasioni salutarono i Colleghi Orefici e Barni i quali, alla testa del gruppo Bresciano, furono tanta parte dell'organizzazione e del successo della Riunione.

Raddrizzatori a contatto.

Lo studio dei raddrizzatori a contatto ebbe un periodo di eccezionale interesse, quando questi comparvero nella radio-tecnica e fecero mettere rapidamente da parte la valvola ionica a due elettrodi o « diodo » del Fleming. Ma ben presto l'avvento del triodo (« audion »), inventato dal De Forest, fece convergere di nuovo la generale attenzione sui tubi a vuoto e lasciare nell'ombra i raddrizzatori a contatto.

Non per questo è scemata l'importanza dello studio dei contatti dal punto di vista elettrofisico, perchè una buona e generale interpretazione delle loro proprietà raddrizzatrici manca ancora del tutto. Un contributo, rivolto particolarmente all'esame dei raddrizzatori a galena, e che ci pare non privo di interesse, è quello dell'Ing. SENIGALLIESI, che pubblichiamo più innanzi e che raccoglie alcuni risultati sperimentali ottenuti in condizioni ben determinate ed entro un ampio intervallo di variazione della frequenza.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

LIMITATORE INDUTTIVO E AUTOAVVIATORE SISTEMA R. I. F. □ □ □

F. RAIMONDI



Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell' A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

Questo dispositivo consta essenzialmente di un nucleo magnetico 2 a tre rami (fig. 1) dei quali almeno uno, per esempio quello centrale, porta un avvolgimento 1 da connettere in serie nel circuito da controllare: sul medesimo ramo è infilato l'anello di rame 3 di minima resistenza ohmica, libero di scorrere verticalmente e che neutralizza normalmente l'induttanza dell'avvolgimento 1, al quale è accostato. 4,4' sono due pezzi magnetici di forma speciale a tegolo addossati ciascuno alla faccia interna di uno dei due rami laterali del nucleo su cui possono rotolare essendo guidati in tale movimento da due lamine terminali sporgenti in fuori, abbraccianti il ramo del nucleo e portanti una serie di cave 5,5' che possono ingranare successivamente in una corrispondente serie di pioli 6,6' infissi nel nucleo, come una ruota dentata in una cremagliera.

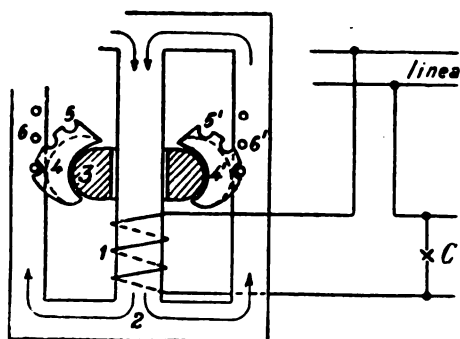


Fig. 1.

L'apparecchio rimane nella posizione normale di riposo indicata dalla fig. 1 finchè il carico esterno non supera un determinato limite prefisso; ma superato tale limite in una misura pure prestabilita, le tre parti mobili, anello secondario e pezzi magnetici, si portano nella posizione indicata nella fig. 2. In

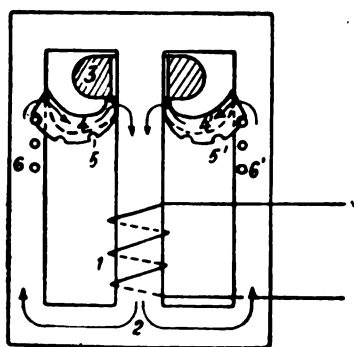


Fig. 2.

queste condizioni l'apparecchio assume una forte impedenza perchè nella nuova posizione, l'anello non abbraccia più il flusso generato dall'avvolgimento 1 in causa dei due pezzi magnetici che si sono disposti in modo da mettere in corto circuito i tre bracci del nucleo.

Togliendo il sovraccarico l'apparecchio ritorna nella posizione neutra della figura 1.

La caratteristica del dispositivo è dunque quella di presentare una impedenza trascurabile fino a un dato limite prefisso del carico esterno, e di assumere invece automaticamente e bruscamente una forte impedenza quando tale limite di carico venga superato anche di poco; la impedenza torna poi al valore minimo col ridursi del carico esterno sotto al limite

normale prefisso. Si riesce così a ridurre la corrente (qualunque possa essere la causa che ne provoca la variazione) e l'energia corrispondente a un valore massimo insuperabile che può essere *maggiore uguale o minore* di quello normale. Corrisponde al primo caso ad esempio, l'auto-avviatore per motori con coppia di avviamento superiore a quella di marcia a pieno carico: al terzo caso invece il limitatore per utenze a forfait.

Le tre parti mobili possono spostarsi liberamente senza guide obbligate che introducano resistenze e attriti, essendo semplicemente postate e contenute con larghi giuochi tra loro. Per questa ragione e per la debole induzione in condizioni normali, (contrariamente a quanto avviene per altri apparecchi simili con guide e molle antagoniste, destinati a funzionare al limite di taratura) il dispositivo è perfettamente silenzioso e non accusa in alcun modo la sua presenza e la sua attività fino al momento del suo intervento; onde l'installazione di esso non soffre per questo rispetto alcuna limitazione.

Fermi restando la struttura cinematica e il funzionamento elettrodinamico dell'apparecchio esso può invece presentare diversissime caratteristiche elettromagnetiche che gli permettono di ricevere le più svariate applicazioni per correnti sia monofasi che polifasi: dal relais, al limitatore per utenze a forfait, sia per potenze di pochi watt che per centinaia e migliaia di kwatt; dall'apparecchio di sicurezza in sostituzione di valvole e interruttori automatici di massima, all'avviatore automatico per motori. E poichè può sopprimere praticamente gli effetti del corto circuito, esso trova applicazione dovunque questo può prodursi, cioè, (purchè si tratti di correnti alternate, a qualunque tensione) dappertutto.

Fra tutte le sue svariatissime applicazioni, due meritano speciale rilievo, sia per la loro grande importanza pratica, sia perchè presentano caratteristiche estreme comprendenti ogni altro caso. Esse sono: il *limitatore per utenze a forfait*, generalmente monofase e per carico ohmico; e l'*auto-avviatore per motori in corto circuito* di qualunque tipo, cioè per carico induttivo e generalmente trifase. In entrambi i casi la struttura del nucleo magnetico e delle parti magnetiche mobili è identica: il primo ha un solo avvolgimento centrale e un anello secondario corrispondente; il secondo tre avvolgimenti e tre anelli secondari corrispondenti formanti un unico blocco.

Ciò premesso, ci proponiamo di trovare delle leggi per proporzionare le varie parti essenziali dell'apparecchio in modo da renderlo atto alle due applicazioni suddette. Queste parti sono quattro e cioè:

- 1) il nucleo magnetico;
- 2) l'avvolgimento;
- 3) l'anello indotto;
- 4) le parti magnetiche mobili.

Gli elementi che bisogna prendere in considerazione per ben proporzionare le varie parti sono:

- 1) l'andamento e le variazioni della corrente (portata);
- 2) le variazioni della potenza assorbita e resa e della tensione;
- 3) la sensibilità di funzionamento (taratura);
- 4) il regime di temperatura in corto circuito esterno (induzione nel nucleo);
- 5) il regime di temperatura a pieno carico normale (nell'anello secondario, densità di corrente);
- 6) le perdite ohmiche e induttive.

Esamineremo singolarmente questi vari elementi e poi i rapporti che tra essi intercorrono, allo scopo di dedurre una legge che soddisfi al principio del massimo effetto col minimo mezzo nei due casi indicati. Procederemo nel senso di trovare una legge fondamentale approssimata che ci permetta di passare da un apparecchio tipo base, a qualsiasi altro di qualunque potenza; esamineremo poi le correzioni che bisognerà introdurre a tale legge base per tener conto di tutte le esigenze pratiche a cui bisogna soddisfare per raggiungere gli scopi prefissi, con particolare riguardo alla sicurezza assoluta dell'apparecchio.

Diagramma della corrente.

Considereremo la curva rappresentativa della corrente in funzione delle variazioni della resistenza del circuito esterno nel tratto compreso fra il pieno carico normale e il corto circuito, poichè a carico ridotto essa segue sensibilmente la legge di Ohm.

Dal diagramma (fig. 3) in cui le ascisse sono proporzionali alla resistenza del circuito esterno e le ordinate all'intensità di corrente per una data tensione di linea, si rileva che, diminuendo la resistenza del circuito esterno, la corrente va aumentando per poi ridiscendere bruscamente, per il funzionamento

dell'apparecchio, a un valore che può essere maggiore, uguale o minore di quello corrispondente al pieno carico normale e che chiameremo *portata in ampère* per brevità, come chiameremo analogamente *portata in watt* la potenza corrispondente.

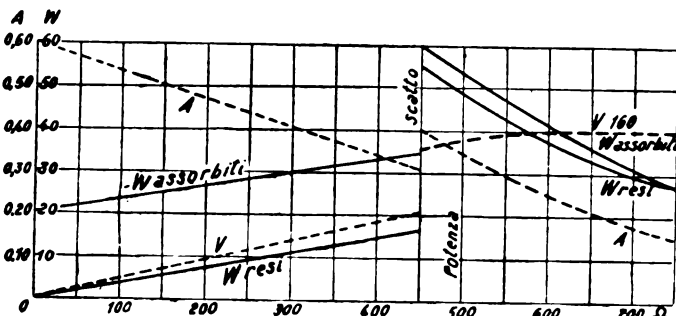


Fig. 3.

Da questo punto fino alle condizioni di corto circuito, la caratteristica può essere più o meno ascendente raggiungendo per il corto circuito un valore maggiore uguale o minore della portata. Nessuna legge fissa lega il valore della corrente che provoca lo scatto con quello della corrente di corto circuito: il primo dipende dalla sensibilità di cui parleremo in seguito, il secondo, dalla reattanza e cioè dalle dimensioni del nucleo e dal numero delle spire dell'avvolgimento.

Dal medesimo diagramma si vede come la legge di variazione della potenza assorbita segua un andamento del tutto analogo, tanto che, scegliendo opportunamente la scala, la curva della potenza si mantiene quasi parallela a quella della corrente fino allo scatto, montando leggermente nell'ultimo tratto; dopo lo scatto invece cade notevolmente per effetto dello sfasamento, discendendo quindi fino alle condizioni di corto circuito ove raggiunge il valore minimo, rappresentante il consumo interno dell'apparecchio.

Il diagramma della potenza resa segue pure parallelamente quello della corrente, prima dello scatto, mantenendosi al di sotto di quello della potenza assorbita di un breve tratto rappresentante le perdite; dopo lo scatto, si mantiene sensibilmente parallela a quest'ultimo, al di sotto di essa di un tratto rappresentante il consumo interno dell'apparecchio, andando finalmente a zero al corto circuito.

Se si sceglie opportunamente anche la scala della tensione si vede che la curva rappresentativa di essa, dopo subito un leggero scarto prima del funzionamento dell'apparecchio, segue sensibilmente la curva della potenza resa, andando a zero con essa.

Sensibilità di funzionamento.

Può essere definita amperometricamente o wattmetricamente in frazione o percentuale della corrente o della potenza corrispondente al carico normale. Queste due definizioni, per un dato valore costante della tensione, non hanno lo stesso valore numerico, ma differiscono per effetto dello spostamento di fase che si manifesta al giungere del sovraccarico in modo che la sensibilità in watt è sempre maggiore di quella in ampère; l'incremento in watt necessario è sufficiente per provocare il funzionamento dell'apparecchio è proporzionalmente minore del corrispondente incremento in ampère.

Questa differenza è tanto minore quanto maggiore è la sensibilità, come risulta dal diagramma confrontando i tratti di ordinata che la rappresentano.

La sensibilità, in quanto dipende dal flusso di dispersione che agisce sulle parti mobili che funzionano da shunt magnetico, aumenta con l'induzione e quindi con le ampère-spire cioè, per una data portata in ampère, col numero delle spire, e in quanto dipende dalla repulsione fra il flusso induttore e quello indotto che tende a sollevare l'anello, aumenta ancora con l'aumentare di questi, cioè col numero delle spire, e col diminuire del peso dell'anello.

La taratura può essere dunque variata variando il numero delle spire e, in un grado maggiore di precisione, variando il peso dell'anello. Essa è una taratura affatto stabile cioè assolutamente inalterabile, spontaneamente.

Regime di temperatura nel nucleo in caso di corto circuito esterno.

Quando l'apparecchio entra in funzione per sovraccarico e più ancora per corto circuito, trasformandosi in una forte imperenza, l'induzione, normalmente debole, sale a un grado ele-

vato che giunge alla saturazione: le correnti di Foucault diventano intense e danno luogo a un consumo di energia che scalda il nucleo, e in parte si disperde nell'ambiente. La temperatura che si stabilisce nel nucleo e che dipende dal rapporto fra la quantità di calore prodotta e quella che può venire dispersa, deve essere tale da non compromettere la buona conservazione dell'unica parte delicata dell'apparecchio, cioè dell'avvolgimento. Questo si trova in basso, cioè nella posizione più lontana dai punti in cui si ha la maggiore produzione di calore; essa infatti si manifesta dove la sezione del circuito magnetico è più ridotta, e quindi l'induzione più elevata, cioè in alto, nelle parti mobili dello shunt magnetico e nei punti in cui queste si appoggiano al nucleo.

In considerazione di ciò e del fatto che le perdite di calore per conduzione avvengono verso l'alto, nella colonna d'aria calda ascendente la temperatura massima tollerabile può essere più elevata che non nei soliti apparecchi elettrici, e può aggirarsi, intorno ai 100°, nelle condizioni di corto circuito.

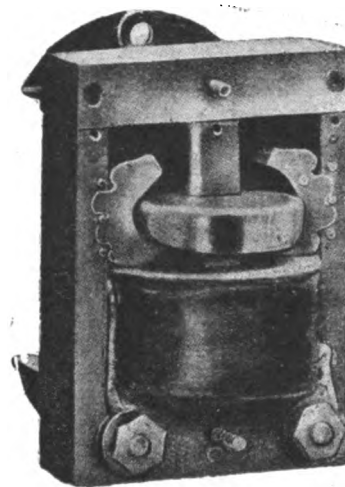


Fig. 4.

Essa dipende dall'induzione, dalla massa del nucleo, e dalla estensione delle superfici disperdenti: a parità di grado di induzione, tende quindi a crescere colle dimensioni cioè con la portata dell'apparecchio, poichè la massa cresce in ragione della terza potenza mentre le superfici disperdenti crescono solo in ragione del quadrato delle dimensioni. Ciò del resto può essere compensato con semplici artifici atti ad aumentare le superfici disperdenti.

Regime di temperatura nell'anello indotto a pieno carico normale.

In regime di pieno carico normale l'eccitazione del nucleo è debolissima e l'anello indotto è percorso da una intensità di corrente che corrisponde alle ampère-spire dell'avvolgimento induttore. Di tutto l'apparecchio, esso è la parte ove tende a stabilirsi il più alto regime di temperatura, mentre ciò avviene invece nel nucleo quando l'anello è inattivo essendo escluso dal circuito magnetico.

Anche per l'anello, col crescere delle dimensioni e della portata dell'apparecchio, l'estensione delle superfici disperdenti cresce meno della massa e quindi, a parità di densità di corrente la temperatura di regime tende a crescere; tuttavia anche qui come per il nucleo, vi si può porre rimedio con semplici artifici che aumentino le superfici disperdenti, o con l'immersione in olio.

Anche in questo caso, sebbene in grado minore che per il nucleo, trattandosi di parte più prossima all'avvolgimento, si può tollerare un regime di temperatura più alto che non nelle solite macchine elettriche; comunque è bene ed è facile fare in modo che non vengano superati i 60° sopra l'ambiente.

Perdite ohmiche e induttive.

Le perdite devono essere mantenute al minimo possibile per qualunque applicazione pratica.

Le perdite dipendono in ragione diretta dal grado di induzione del nucleo che deve essere pertanto tenuto al minimo possibile compatibilmente con la sensibilità dell'apparecchio la quale invece come abbiamo visto, cresce col crescere dell'induzione. E' questa evidentemente una delle maggiori difficoltà che può essere superata solo mediante un opportuno studio delle

proporzioni dell'apparecchio, appoggiato a opportuni esperimenti su campioni.

Il mantenere piccole le perdite è pure, per analoga ragione, tanto più difficile quanto maggiore è l'impedenza massima che si vuole ottenere dopo il funzionamento, e per la quale, tenuto conto del fattore economico, bisognerebbe ricorrere a una elevata induzione. La difficoltà è però qui più facilmente superabile tenendo il più grande possibile la sezione delle parti mobili dello shunt magnetico; in tal modo si aumenta l'effetto induttivo, nel caso di corto circuito esterno, col diminuire la riluttanza del circuito magnetico anzichè coll'aumentare l'induzione a pieno carico normale, cioè aumentare il numero delle spire.

Come meglio vedremo in seguito e come del resto avviene in tutte le macchine elettriche, con l'aumentare delle dimensioni, e cioè della portata, le perdite crescono in misura minore di questa e quindi percentualmente diminuiscono. E' opportuno che ciò sia poichè in caso diverso si avrebbero, col crescere della portata, o delle temperature di regime insopportabili, o un progressivo aumento del costo unitario dell'apparecchio. Vedremo invece che questa proprietà permette, pur rispettando i limiti di temperatura, di ridurre gradualmente il costo dell'apparecchio e le perdite percentuali col crescere della portata.

Limitatore monofase per utenze a forfait.

In quest'applicazione l'apparecchio ha per iscopo di limitare l'energia che un utente può derivare dalla rete di distribuzione: quindi la sensibilità deve essere quanto più possibile elevata e la potenza resa deve, dopo lo scatto, cadere a un valore uguale o minore della portata ossia della potenza corrispondente al pieno carico normale.

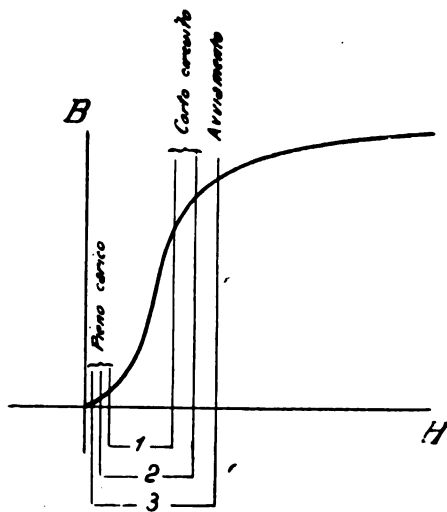


Fig. 5.

1. - Limiti di funzionamento di un limitatore resistente indefinitamente al c. c.: massima sensibilità e massime perdite (limitatore per forfait luce).
2. - Limiti di funzionamento di un limitatore resistente al c. c. temporaneo: minore sensibilità e minori perdite (limitatore per forfait riscaldamento).
3. - Limiti di funzionamento di un limitatore non resistente al c. c.: minima sensibilità e minime perdite (autoavviatore).

Se si tratta di utenze per uso termico, la curva della potenza, dopo essere caduta ad un valore uguale alla portata, può presentare un andamento quasi costante almeno in prossimità dello scatto, andando verso zero in prossimità del corto circuito: ma se si tratta di utenze luce si vuole che lo scatto equivalga praticamente all'interruzione del circuito e quindi le caratteristiche della potenza utile e della tensione devono presentare, dopo lo scatto, un forte scatto in giù, a circa un terzo e alla metà rispettivamente della portata e della tensione di linea. Per questo secondo caso il limitatore deve resistere indefinitamente al corto circuito esterno, che può essere accidentale o doloso; quindi la linea rappresentativa della corrente deve essere poco ascendente, in correlazione al non eccessivo grado d'induzione: il valor massimo, che si verifica nel caso di corto circuito, deve essere tutt'al più eguale al doppio del valore normale.

Nel caso di utenze termiche invece, trattandosi di utenze a funzionamento perpetuo il caso di corto circuito prolungato per cause dolose non ha reale importanza pratica e quindi la curva della corrente può essere anche molto ascendente (e si ha così un vantaggio nelle perdite e nel fattore economico) e limitata solo dalla necessità di avere una buona sensibilità.

Il regime di temperatura nell'anello indotto a pieno carico normale non ha in quest'applicazione alcuna importanza trat-

tandosi generalmente di piccole potenze e quindi di apparecchi di dimensioni modeste; il rapporto fra il volume e la superficie disperdente dell'anello è tale da non permettere un elevamento apprezzabile della temperatura, dato che la densità massima di corrente in esso circolante deve essere mantenuta non rilevante, per limitare le perdite. Il fenomeno avrebbe invece importanza per potenze maggiori, nel qual caso però, anche per carichi ohmici, si suol ricorrere alla distribuzione trifase; di esso sarà quindi tenuto conto parlando del limitatore trifase.

Consideriamo il limitatore nei tre tempi: marcia a pieno carico normale, funzionamento, corto circuito esterno.

Nel primo stato l'apparecchio si comporta come un trasformatore di corrente col secondario in c. c.: i due flussi induttori e indotto, uguali e spostati di fase di 180° , imprimono all'anello una spinta verso l'alto che ne equilibra in gran parte il peso, mentre nell'anello stesso circola una corrente pressochè esattamente corrispondente alle ampère-spire dell'avvolgimento induttore: rimane una piccola corrente a vuoto che magnetizza debolmente il nucleo a un grado corrispondente al primo tratto della curva di magnetizzazione in prossimità del ginocchio inferiore (fig. 5); e un leggero flusso di dispersione in fase con la corrente, che dà una debole caduta induttiva di tensione.

Per contenere le perdite ohmiche per effetto joule nell'avvolgimento primario e nell'anello, si tiene una densità di corrente I_0 molto bassa e cioè inferiore a due A. per mm^2 : quelle per correnti di Foucault nel ferro sono, grazie alla debolissima induzione, di piccola entità cioè dell'ordine di 0,5 w per kg. Un campione di 50 W di portata a 160 volt, dal quale sono stati ricavati i diagrammi, presenta le seguenti caratteristiche:

Nucleo kg. 1, sez. cmq. 4,5	perdite W. 0,5
Avvolgimento spire 1200 sez. filo 0,24 mmq.	
lunghezza 200 m. r. = 14 ohm, per-	
dite ($r I^2$)	" " 1,4
Anello sez. 240 mmq. sviluppo 16 cm. A.	
400, densità di corrente I_0 A. 1,7 per	
mmq. resistenza in un elemento di 1	
mmq. di sezione $0,017 \times 0,16 = \text{ohm}$	
$0,00272$ perdite $r I_0^2 = 0,00272 \times 1,7^2 =$	
$= 0,01$ W.; totali: $0,01 \times 240$ mmq.	" " 2,4
Perdite totali (misurate col wattmetro)	W. 4,3
Caduta ohmica di tensione: $4,3 \text{ W} : 0,33 \text{ A.}$	V. 13
Caduta induttiva di tensione	" 1
Caduta totale di tensione misurata col volt-	
metro	V. 14

Tensione a vuoto (in c.c. esterno) necessaria
per far circolare nell'avvolgimento la cor-
rente di pieno carico V. 28 : V; in fase 14

Rendimento: watt resi 47 : watt assorbiti 51 $\cos \varphi = 0,5$
0,92

Il pieno carico considerato per la tensione di linea di 160 volt corrisponde a una resistenza di 500 ohm. Aumentando il carico col ridurre la resistenza gradatamente fino a 400 ohm, cioè del 20 %, la spinta verso l'alto sull'anello indotto aumenta col crescere dei due flussi uguali e opposti, mentre la induzione cresce a un grado corrispondente al ginocchio inferiore della curva di magnetizzazione: s'intensifica il flusso di dispersione che agendo sulle estremità inferiori delle due parti dello shunt magnetico le attira verso il centro obbligandole a sollevarsi insieme all'anello.

L'apparecchio è così adescato e da questo momento inizia il suo funzionamento che va automaticamente fino in fondo senza che si debba verificare un ulteriore aumento di carico. Il flusso, e quindi l'induzione nel nucleo, aumentano automaticamente percorrendo tutto il ramo verticale della curva di magnetizzazione fino al ginocchio superiore, per una doppia ragione: l'aumento della forza magnetizzante per la graduale eliminazione della forza contro magnetomotrice data dall'anello (in seguito alla deviazione di un sempre maggior numero di linee di forza verso lo shunt magnetico che va chiudendosi), e la diminuzione della riluttanza per l'accorciamento del circuito magnetico e la graduale riduzione a zero dell'intraferro. La sensibilità dell'apparecchio è dunque del 20 % nel caso corrispondente alle condizioni sopraindicate, assunte come esempio.

Un aumento anche piccolo del numero delle spire, avvicina viepiù il grado di induzione al ginocchio inferiore nel tratto della curva di magnetizzazione, dove la permeabilità aumenta più rapidamente della forza magnetizzante; si richiede quindi un minor incremento assoluto di corrente per raggiungere lo stesso valore della forza magnetomotrice e lo stesso

flusso di dispersione atto a provocare l'adescamento. Per tal modo aumenta la sensibilità e, a spostamento avvenuto, si abbassa la curva della corrente, da questo punto fino alle condizioni di corto circuito, nel tratto cioè in cui, la permeabilità cresce meno rapidamente della forza magnetizzante.

Una diminuzione della sezione del nucleo avrebbe lo stesso effetto riguardo alla sensibilità, ma un effetto opposto riguardo alla curva della corrente.

Da quanto precede risulta evidente l'opportunità di dare la preferenza, per queste applicazioni, nella composizione del nucleo, al ferro dolce laminato (lamierino di Svezia) in confronto al ferro legato comune per trasformatori, in quanto il primo presenta, in confronto al secondo, una curva di magnetizzazione con caratteristiche più spiccate e quindi il ginocchio vien superato con incrementi relativamente minori della forza magnetizzante.

E' pure da notare che i due pezzi dello shunt magnetico si trovano normalmente magneticamente inerti e in equilibrio rispetto alla gravità: una forza applicata al loro estremo inferiore e diretta orizzontalmente qual'è quella data dal flusso di dispersione trova quindi, indipendentemente dalla loro massa, una piccolissima resistenza da vincere per imprimere loro il movimento iniziale di avvicinamento, una volta tolto per la sufficiente repulsione, il blocco costituito dall'anello indotto. E' qui la ragione per cui anche la caratteristica della sensibilità migliora per quest'aspetto col crescere della portata.

Riassumendo, la sensibilità varia per una data portata in ragione diretta dell'induzione e quindi in ragione diretta del numero delle spire per una data sezione del nucleo e in ragione inversa di questa per un dato numero di spire; la sensibilità varia anche in ragione inversa del peso dell'anello, a parità di spire e di sezione del nucleo.

Quest'ultima proprietà permette di tarare l'apparecchio senza ricorrere a variazioni sensibili delle densità di corrente nell'anello e delle perdite ohmiche in esso. La diminuzione del peso dell'anello che è l'unica forza antagonista, può essere però di danno nella fase di ritorno alle condizioni normali, quando il carico rientra nei limiti di portata.

Ciò avviene soltanto in casi di taratura per sensibilità spinte sotto il 15 % di sovraccarico, unitamente a perdite non superanti il 5 %; ma vi si può sopperire facilmente introducendo, nell'ultimo tratto della corsa, l'azione antagonista di una molla che dà la spinta iniziale di ritorno in aggiunta a quella del peso. Inoltre, per agevolare la fase di ritorno, i pezzi mobili portano applicata, all'estremità inferiore dell'estradosso, una lastrina di materiale non magnetico. Essa nella corsa di andata tiene in sesto i pezzi durante l'ultimo tratto quando, non essendo più obbligati dall'anello tenderebbero, obliquandosi, a chiudersi contro la gamba centrale del nucleo prima della fine della corsa, passando infine oltre la regione del contatto; nella fase di ritorno, le lastre introducendo nella posizione di minimo abbassamento, un intraferro fra il nucleo e i pezzi mobili dello shunt agevolano l'apertura di questo e il ritorno allo stato normale del dispositivo.

Consideriamo infine il terzo stato quando, per il sovraccarico (che può andare dal minimo corrispondente alla sensibilità al corto circuito) l'apparecchio assume la posizione di chiuso e la funzione d'impedenza, a un grado d'induzione corrispondente al tratto superiore della curva di magnetizzazione in prossimità del ginocchio.

Dovendo l'apparecchio resistere indefinitamente al corto circuito, inizieremo il calcolo da questa condizione di cose, prendendo per base appunto un grado di induzione massima in Gauss corrispondente a circa 10.000 linee in corto circuito.

Il solito campione in questa condizione dà, come dal diagramma, per una corrente di carico normale di A.0.33:

corrente provocante lo scatto	A. 0,4
» dopo lo scatto	» 0,32
potenza assorbita	W. 33
autoconsumo	» 15
potenza utilizzabile all'esterno	» 18

in corto circuito:

corrente massima	A. 0,6
potenza assorbita dall'apparecchio	W. 18
fattore di potenza $\frac{18}{160 \times 0,6}$	0,19
temperatura massima sopra l'ambiente	75°

Facendo variare la portata in ragione della quarta potenza delle dimensioni lineari e tenendo:

$$B = \frac{\Phi}{q} = \text{costante},$$

pari a 10.000 linee, poichè la permeabilità μ rimane pure costante si ha:

$$B = \frac{\Phi}{q} = \frac{F}{Rq} = \frac{4\pi s I}{10 Rq} = \frac{4\pi s I}{10 q} : \frac{l}{\mu q} = \frac{4\pi \mu s I}{10 l}.$$

cioè, prescindendo dalla costante $\frac{4\pi \mu}{10}$, la forza magnetomotrice $s I$ varia in ragione diretta della lunghezza l del circuito magnetico, cioè in ragione lineare diretta delle dimensioni; il numero delle spire varia in ragione inversa della terza potenza delle dimensioni lineari, cioè, per un apparecchio di portata n volte maggiore si deve avere:

$$s' = \frac{s}{n^3}$$

Pertanto volendo costruire il tipo di portata 300 W che è sei volte maggiore del campione di 50 W considerato, gli si daranno delle dimensioni uguali a quelle del campione moltiplicate la radice quarta di 6, cioè 1,56 volte maggiori, con un avvolgimento di

$$1200 : 1,56^3 = 350 \text{ spire.}$$

Consideriamo ora il limitatore in posizione normale a pieno carico. Ritenendo che la portata vari in ragione diretta della quarta potenza delle dimensioni e tenendo costante la induzione del nucleo e la densità di corrente nell'avvolgimento, è facile dedurre che tutte le perdite ohmiche a pieno carico normale diminuiscono proporzionalmente col crescere della portata. E precisamente:

1° La potenza assorbita per correnti di Foucault nel nucleo varia proporzionalmente al volume, cioè diminuisce colla radice quarta del rapporto delle portate e così pure la corrispondente caduta di tensione nell'avvolgimento.

2° La potenza assorbita dall'avvolgimento varia con la radice quadrata del rapporto delle portate e così pure la corrispondente caduta di tensione.

3° La potenza assorbita dall'anello aumenta colla radice quarta del rapporto delle portate, cioè diminuisce percentualmente colla potenza $\frac{3}{4}$ del rapporto delle portate; e così pure la corrispondente caduta di tensione.

Le perdite induttive rimangono invariate in corrispondenza alla costanza dell'induzione, cioè, data l'esiguità di questa (qualche centinaio di linee), intorno al 0,6 % della tensione di linea.

La potenza dissipata nel nucleo in corto circuito esterno varia proporzionalmente al volume. Rimane confermato quanto era stato rilevato prima, cioè che il regime di temperatura nell'anello a pieno carico normale, per questa applicazione, è trascurabile poichè la potenza in esso consumata aumenta in ragione lineare mentre la massa aumenta con la terza potenza e le superfici disperdenti col quadrato delle dimensioni lineari.

Riprendendo l'esempio di calcolo del limitatore da 300 W, 160 V, 2 A si ottiene, applicando la detta legge.

Sezione del filo:

$$0,24 \times 6 = 1,44 \text{ mmq.}$$

Totale perdite ohmiche: W 8,47 = 2,8 % V 4,23 = 2,8%.

Caduta induttiva (costante) V = 1

Sensibilità (costante) 20 %.

Come si vede, con le ipotesi fatte: variazione della portata con la quarta potenza delle dimensioni lineari e grado di induzione costante, si giunge, con l'aumentare della portata, a delle perdite percentuali così piccole che conviene aumentarle a vantaggio di altre caratteristiche. E specialmente, per apparecchi che devono sopportare indefinitamente il corto circuito, a diminuzione del grado di induzione dell'apparecchio in derivazione (corto circuito esterno) aumentando in corrispondenza la induzione dell'apparecchio in serie (pieno carico normale).

Da quanto sopra risulta che il regime di temperatura tende a crescere con la portata. Si può rimediare con semplici artifici (applicazioni di lamine radianti al nucleo) ma è più logico e razionale invece provvedere, come sopra indicato, facendo variare l'induzione: ciò si ottiene aumentando corrispondentemente il numero delle spire in modo, ad esempio, che rimanga

costante la densità di corrente nell'anello indotto cioè si abbia, anziché:

$$I'_0 = \frac{I_0}{n} \quad \text{e} \quad s' l' = n s l,$$

$$I'_0 = I_0 \quad s' l' = n^2 s l$$

Variando l'induzione, la permeabilità μ varia, e quindi non si potrebbe più procedere, a rigore, per mezzo delle semplici formule proporzionali sin qui adottate. Ma poichè le variazioni si riferiscono ai due tratti estremi della curva di magnetizzazione dove esse sono piccole, potremo ancora ritenere accettabili praticamente le formule proporzionali.

Con la nuova legge dunque, la portata varierà ancora in ragione diretta della quarta potenza delle dimensioni lineari, restando costante la densità di corrente nell'avvolgimento e nell'anello indotto e variando invece l'induzione.

Aumenteranno tutte le perdite ohmiche e induttive e aumenterà pure la sensibilità, mentre diminuirà la potenza assorbita in corto circuito esterno e si abbasserà la curva della corrente e il valore massimo di essa corrispondente al corto circuito.

Il numero delle spire varierà in ragione inversa del quadrato anziché della terza potenza delle dimensioni lineari, e cioè si avrà:

$$s' = \frac{s}{n^2}$$

Rifacendo i calcoli con la nuova ipotesi e cioè tenendo costante le densità di corrente nell'anello indotto e nell'avvolgimento e facendo variare la portata in ragione diretta della quarta potenza delle dimensioni si troverà che la potenza assorbita dal nucleo, in corto circuito esterno, varia proporzionalmente alle superfici disperdenti e le perdite ohmiche variano come segue:

1° La potenza assorbita per correnti di Foucault nel nucleo, rimane proporzionale alla portata, e quindi percentualmente costante; così pure la corrispondente caduta di tensione.

2° La potenza assorbita dall'avvolgimento diminuisce con la radice quarta del rapporto delle portate e così pure la corrispondente caduta di tensione.

3° La potenza assorbita dall'anello diminuisce con la radice quarta del rapporto delle portate e così pure la corrispondente caduta di tensione.

La caduta induttiva di tensione aumenta in ragione lineare diretta delle dimensioni cioè colla radice quarta del rapporto delle portate. Rifacendo con questa nuova ipotesi il calcolo del limitatore da 300 W a 160 V, 2 A avremo ancora:

$$0,24 \times 6 = 1,44 \text{ mmq.}$$

$$\text{Spire: } 1200 : 1,56 = 500$$

$$\text{Totali perdite ohmiche } W \ 15,6 = 5 \% \\ V \ 7,8 = 5 \%$$

$$\text{Caduta induttiva: } V \ 1 \times 1,56 = 1,56$$

Sensibilità variata in rapporto delle spire cioè:

$$20 \% : 1,56 = 13 \%$$

Interessa mettere in evidenza i rapporti che intercorrono fra l'induzione ed il flusso, da un lato, e il peso dell'anello dall'altro, in quanto essi devono essere tali che la repulsione esercitata su di questo, aiutata dal flusso di dispersione che agisce sulle parti dello shunt magnetico, sia sufficiente a sollevare l'anello, una volta superato il limite di portata in misura corrispondente alla sensibilità.

Per l'ipotesi fatta di $s' l' = n^2 s l$, si ha:

$$\Phi' = \frac{s' l'}{l'} q' = \frac{n^2 s l n^2}{n l} q = n^3 \frac{s l}{l} q = n^3 \Phi$$

il flusso varia in ragione diretta della terza potenza delle dimensioni, cioè del peso dell'anello; quindi la repulsione esercitata su di questo, si mantiene proporzionalmente costante e tale da sollevare l'anello per un medesimo aumento percentuale di carico. In altri termini, con la seconda ipotesi, la sensibilità si mantiene costante al variare della portata, mentre, con la prima ipotesi (dell'induzione costante) essa diminuisce con l'aumentare della portata.

Tutto quanto è stato detto fin qui si riferisce all'ipotesi di tensione e frequenza costanti; se queste variano per una data portata, andrà variato secondo il loro rapporto il numero delle spire e la loro sezione.

Autoavviatore per motori in corto circuito (fig. 6 e 7).

In questa applicazione l'apparecchio ha per iscopo di limitare la corrente statorica assorbita da un motore asincrono col rotore in corto circuito, al valore necessario e sufficiente per ottenerne l'avviamento automaticamente colla semplice chiusura dell'interruttore di comando.

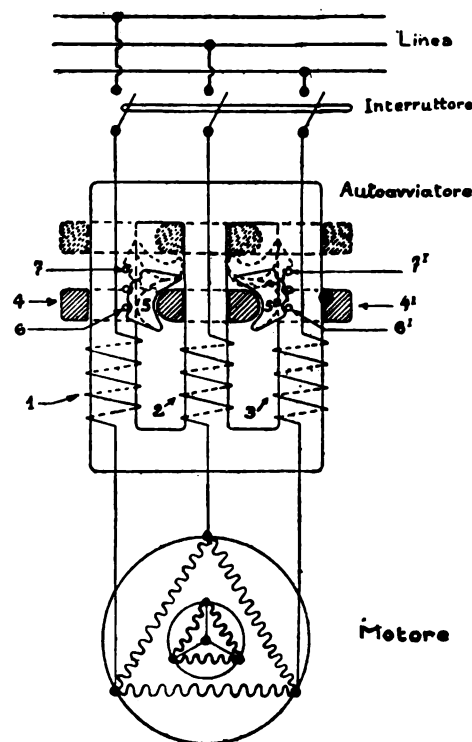


Fig. 6.

E' noto che un motore in corto circuito assorbe all'avviamento da 4 a 6 volte la corrente di pieno carico. Ora se tale eccesso di corrente è sempre dannosa per un motore di piccola potenza specie se soggetto a frequenti avviamenti, come p. e. nel caso di motori applicati a macchine utensili, esso è insopportabile, per grandi potenze, anche per le reti di alimentazione. Oltre un certo limite, variabile da luogo a luogo, ma comunque non superiore, almeno da noi, a potenze di 5 o 6 HP, si impone l'uso di apparecchi di avviamento. Quelli comunemente in uso sono di due specie: reostato di rotore, per motori con rotore avvolto con anelli e spazzole e autotrasformatore di stator, per motori con rotore a gabbia.

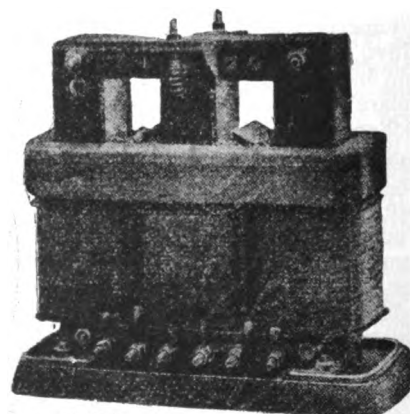


Fig. 7.

Il limitatore per piccoli motori adempie alle funzioni di apparecchio di protezione e può essere trifase, con le caratteristiche esposte per il monofase: salvo che si voglia che eserciti la protezione diretta contro i pericoli della mancanza di una fase. In tale caso l'apparecchio può essere costituito dall'insieme di tre monofasi: mancando una fase, entrano in funzione gli apparecchi inseriti sulle altre due, i quali, risultando in serie sul residuo circuito monofase, esercitano una azione frenante 2 : 3 volte maggiore di quella corrispondente a una fase del trifase completo. La corrente può quindi venire ridotta al disotto del valore corrispondente al pieno carico, tanto da

poter essere tollerata dal motore anche a fermo, e ciò senza aumento delle perdite ohmiche e induttive.

E' bene rilevare che anche col trifase si ha, sebbene indirettamente, la protezione contro i pericoli della mancanza di una fase: difatti riducendosi col limitatore la corrente di avviamento a un valore di poco superiore a quella di pieno carico, si possono adottare delle valvole fusibili tarate per poco più di tal valore per modo che fondano allo stabilirsi della corrente monofase.

Per i motori trifasi di media e grande potenza il limitatore assume caratteristiche diverse da quelle esaminate per il monofase di piccola portata, e che interessa mettere in evidenza.

Le variazioni della sensibilità perdono ogni importanza perchè l'impulso di corrente sotto cui l'apparecchio è destinato a funzionare è sempre esuberante; salvo che si voglia fargli compiere anche l'ufficio di apparecchio di protezione contro forti sovraccarichi. Ma anche in tal caso basta un grado di sensibilità assoluta minore per avere la medesima sensibilità relativa.

Più chiaramente, un limitatore che ha una data sensibilità per carico statico ohmico o induttivo ha una sensibilità maggiore per un carico induttivo dinamico quale è quello costituito da un motore. Infatti nel primo caso per provocare il funzionamento del limitatore occorre di spingere il sovraccarico fino allo scatto. Nel secondo caso invece basta che esso sia tale da provocare una sensibile riduzione di tensione ai morsetti dello statore: allora si ha un rallentamento del motore, con conseguente riduzione della forza contro elettromotrice di questo e aumento di corrente, cui segue una ulteriore riduzione di tensione e un ulteriore rallentamento e così via finchè si giunge automaticamente, senza ulteriore aumento di carico, al limite di scatto.

Così pure non ha importanza il regime di temperatura nel nucleo per corto circuito esterno prolungato, poichè tale stato implicherebbe la messa fuori servizio del motore, ciò che non potrebbe restare inosservato; il corto circuito per cause dolose non ha, in questo caso, significato.

Acquista invece importanza il regime di temperatura a pieno carico normale nell'anello, date le sue dimensioni che possono diventare rilevanti; la densità di corrente in esso non può rimanere costante col variare della portata ma deve necessariamente esser fatta diminuire col crescere di essa. Oltre un certo limite l'anello deve essere sostituito da veri e propri avvolgimenti in corto circuito per evitare le correnti parassite. Ha pure importanza l'andamento della corrente per il tratto compreso fra il limite di pieno carico e quello corrispondente al carico induttivo costituito dal motore a fermo. Salvo speciali esigenze, la curva della corrente deve generalmente presentarsi sempre meno ascendente col crescere della potenza, poichè quanto maggiore è questa, tanto minore è l'eccesso di corrente tollerabile all'avviamento.

Per ciò che riguarda il funzionamento, conviene mettere in evidenza due fatti:

1° L'induttanza presentata dall'apparecchio (che è trascurabile rispetto al carico normale) è invece notevole, anche in posizione di riposo, rispetto ai fenomeni transitori che accompagnano la chiusura del circuito, per cui, sin dal primo istante, essa, aggiunta a quella presentata dal motore, è sufficiente a limitare la corrente entro il limite prestabilito, mentre si compie lo spostamento delle parti mobili: solo in un secondo tempo, ed a spostamento avvenuto, ha inizio l'avviamento.

2° Il funzionamento avviene dolcemente e senza urti, nonostante le notevoli masse in azione. Difatti, man mano che l'anello si innalza, diminuiscono le linee di forza con esso concatenate, perchè esse vanno deviando verso lo shunt che si chiude; quindi il movimento viene gradatamente ritardato per il graduale aumento della forza resistente costituita dalla differenza fra la forza repulsiva e il peso dell'anello. Inversamente nella fase di ritorno, all'inizio, tutto il peso effettivo dell'anello, che è escluso dal campo magnetico, grava sullo shunt magnetico, per provocarne l'apertura; una volta aperto questo, rientra in giuoco la repulsione dei flussi che con effetto crescente frena la discesa.

I tre avvolgimenti di un limitatore trifase sono in serie con gli avvolgimenti del motore e quindi in stella tra loro, per cui il numero delle spire di ognuno di essi sarà $\sqrt{3}$ volte minore di quello di un monofase di pari caratteristiche e pari portata in Ampère. Le due traverse intermedie del triplo anello facendo parte di due indotti sono percorsi da una corrente $\frac{1}{\sqrt{3}}$ volte maggiore di quella circolante nei lati esterni dell'anello che fan parte di un indotto solo: perciò, tenendo queste traverse di sezione uguale a quella dell'anello del monofase di

pari portata in Ampère e di uguali caratteristiche, si avrà in esse pari densità di corrente, mentre per avere ciò negli altri lati sarà sufficiente tenerli di sezione $\sqrt{3}$ volte minore di quella delle traverse.

Ciò premesso consideriamo un limitatore il quale presenti nella posizione di chiusa indicata dalle linee punteggiate nella fig. 6 e nella quale l'apparecchio si porta appena chiuso l'interruttore, un'impedenza uguale a quella del motore ad esso connesso da fermo: la tensione di linea si dividerà in due parti uguali tra il motore e il limitatore, e il motore si avvierà a tensione metà assorbendo una corrente circa doppia di quella di pieno carico, cioè con coppia metà di quella di pieno carico. Man mano che il motore accelera, la forza contro elettromotrice da esso sviluppata farà scemare la corrente e aumentare la tensione ai morsetti dello statore, mentre diminuisce quella ai morsetti del limitatore e l'induzione di questo, prima a un grado metà circa di quella iniziale, se il motore raggiunge il pieno carico a regime, che permette il ritorno in pristino del limitatore e poi a un grado trascurabile per il ritorno in giuoco dell'azione smagnetizzante dell'anello.

L'impedenza del limitatore in posizione di chiuso uguale a quella del motore a fermo, può essere ottenuta in infiniti modi corrispondenti ai vari gradi d'induzione. Dal lato economico converrebbe tenere un'induzione molto alta e raggiungere la saturazione, data la breve durata dell'avviamento; ma vi è un limite imposto dalle seguenti due considerazioni.

1) il grado di induzione deve essere tale da non ostacolare il ritorno in pristino del limitatore, o col solo peso dell'anello e con l'aiuto della reazione iniziale di molle.

2) il corrispondente residuo grado di induzione dopo il ritorno in posizione di riposo, deve essere tale da dare una caduta di tensione, per reattanza di dispersione, trascurabile.

La prima considerazione non ha importanza nel caso di avviamento a vuoto (motori sincroni, gruppi convertitori); ne ha invece nel caso di motori che raggiungano il regime sotto carico (elettroventilatori, elettropompe).

La seconda considerazione ha importanza nella generalità dei casi, salvo che si tratti di funzionamento intermittente (macchine di sollevamento) o di motori sincroni rinfasatori, per i quali le perdite induttive si possono compensare con una leggera sovraeccitazione.

Un grado di induzione non superiore a 10.000 linee soddisfa generalmente a tutte queste esigenze, comprese quelle economiche.

Infatti, un autoavviatore per un motore avente caratteristiche come quelle suddette da 5 kVA (circa 6 HP) a 160 volt, 42 periodi con una sezione di nucleo $s = 27$ mmq e un numero di spire $n = 60$, dà l'avviamento con un assorbimento iniziale di corrente di 40 A (cioè doppia di quella di pieno carico), una tensione di 80 volt ai morsetti del motore, e con un grado di induzione che, per la nota formula

$$B = \frac{V \times 10^8}{4,44 \pi s n f}$$

in cui si ponga $V = 80$ $s = 27$ $n = 60$ $f = 42$ risulta appunto di 9.000 linee circa.

Le parti essenziali di tale autoavviatore hanno i seguenti pesi: ferro attivo, nucleo e pezzi mobili dello shunt magnetico kg. 20; avvolgimento, per densità di corrente 1,3 A per mmq, kg. 8; anello indotto, per densità di corrente per 0,7 Amp. per mmq, kg. 12; Totale kg. 40.

Esso presenta le seguenti perdite a pieno carico normale:

nell'anello indotto, watt	50
nell'avvolgimento	» 20
nel nucleo	» 15

Totale watt 85, pari all'1,7%

Caduta ohmica di tens.: watt 85: amp. 20 = $V \frac{20}{85}$

» induttiva $V \frac{1}{1,7}$

Totale $V \frac{5,25}{100}$ pari al 3,3%

La sopraelevazione di temperatura a regime è di 25 gradi sopra l'ambiente nell'anello indotto, impercettibile nelle altre parti.

Richiamandoci a quanto è stato detto precedentemente, a proposito del regime di temperatura nell'anello indotto, si può ritenere che in questi limitatori per potenze inferiori ai 100 kW, la densità di corrente può essere tenuta a 0,7 A per mm²; entro tali limiti, col semplice raffreddamento naturale in aria, e senza alcun artificio, non si superano i 100° C.

Oltre i 100 kW, conviene ridurre la detta densità di corrente, in modo che la potenza dissipata nell'anello cresca proporzionalmente alle superfici disperdenti. Ma oltre un certo limite conviene ricorrere all'artificio di lamine radianti applicate tutt'intorno all'anello. Per potenze ancora maggiori, siccome generalmente, crescono anche le tensioni in gioco, conviene ricorrere all'immersione in olio che dà il doppio vantaggio del maggior isolamento e del raffreddamento: è opportuno anche formare il trifase con tre monofasi con i secondari costituiti da veri e propri avvolgimenti in corto circuito onde evitare le correnti parassite.

Il limitatore riduce la coppia di avviamento in quanto abbassa la tensione statorica in fase. Nella generalità dei casi ciò non ha importanza per i motori a funzionamento continuo che si avviano con coppie anche deboli. In particolare, nel caso di elettroventilatori ed elettropompe basta per lo spunto una coppia minima, mentre, con l'accelerare del motore, la coppia motrice cresce progressivamente per il graduale aumentare della tensione in fase, cioè parallelamente all'aumentare del carico, dando un avviamento ideale sotto tutti i rapporti, (fig. 8) che non

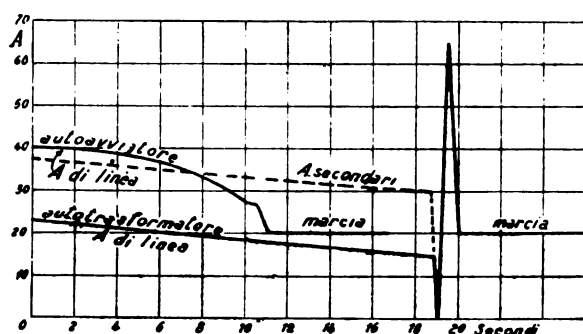


Fig. 8.

può aversi con alcuno degli altri sistemi in uso a controller. A maggior ragione ciò vale per l'avviamento di motori a vuoto gruppi convertitori, motori sincroni, ecc.

Per l'avviamento di motori sotto forte carico, poichè trattasi generalmente di motori a funzionamento intermittente, destinati al servizio di macchine di sollevamento, montacarichi, ascensori, ecc., si può ricorrere a motori a gabbia con forte coppia, a detrimento del rendimento e del fattore di potenza, specie a carico ridotto, cioè del regime di marcia, che non ha, per tali applicazioni, alcuna importanza.

Concludendo, per qualsiasi applicazione si può proporzionare il complesso motore autoavviatore in modo da avere la coppia di avviamento occorrente caso per caso, con punte di assorbimento di corrente uguali o minori a quelle che si hanno con gli altri sistemi in uso, realizzando in più i vantaggi dell'automatismo e della semplicità dei mezzi e della manovra.

E' evidente che non è possibile stabilire per questi apparecchi una formula generale di calcolo, diversissime potendo essere le caratteristiche proprie e di carico all'avviamento, di un motore.

Praticamente conviene preparare secondo i criteri sopra indicati, una scala di tipi di proporzioni costanti, ciascuno dei quali può controllare, con un dato grado di induzione, una determinata potenza e, per lievi variazioni del grado di induzione, varie potenze comprese entro certi limiti: si tratterà quindi, caso per caso, di scegliere il tipo adatto, calcolando l'avvolgimento secondo le caratteristiche di tensione, frequenza, corrente di corto circuito e coppia di avviamento del motore.

Quanto sopra è detto ha lo scopo di mettere in evidenza le qualità intrinseche e il modo pratico di calcolo dell'apparecchio, ma per ciò che riguarda le sue applicazioni non ne illustra che una modesta parte, per quanto importante, a titolo di esemplificazione. In vero, come si è detto in principio, tali applicazioni sono innumerevoli, perchè non vi è caso in cui non interessi, per una ragione o per l'altra, di limitare più o meno il valore della corrente o sopprimere gli effetti anche momentanei, di un corto circuito, che può sempre avere gravi ed estese ripercussioni.

Così anche per ciò che riguarda l'importante campo dei relais, va rilevato come il nuovo dispositivo ne rappresenti il tipo perfetto per semplicità, esattezza e inalterabilità di taratura, silenziosità.

Ma il campo in cui l'apparecchio è destinato ad assurgere alla più alta importanza ed alla più vasta applicazione è quello

della protezione degli impianti di produzione e di distribuzione di energia: centrali, sottostazioni, linee di trasmissione, reti di distribuzione.

E' noto come i trasformatori rappresentino, di fronte a un corto circuito, un'impedenza insignificante, tale da permettere il passaggio di una corrente che è 20 o 30 volte quella di pieno carico: le bobine di impedenza di cui si va diffondendo l'uso, esercitano la loro efficacia contro i fenomeni transitori provocatori di sovratensioni, ma non impediscono quel deleterio eccesso di corrente.

L'intervento degli interruttori automatici, volutamente o no, è sempre tardivo, non solo, ma è causa spesso, esso stesso, di inconvenienti più gravi di quelli che sarebbe destinato ad evitare. L'applicazione del limitatore riduce sin dal primo istante il valore della corrente al limite prestabilito e tollerato e può, in combinazione con un dispositivo meccanico o elettromagnetico, provocare in un secondo tempo l'apertura dell'interruttore sotto questa corrente ridotta anzichè sotto quella di corto circuito alla quale spesso l'interruttore non resiste.

Alla partenza di una linea, il limitatore, entrando in funzione al formarsi di un arco tra due fasi, provoca, senza ripercussione nelle altre parti dell'impianto, quella riduzione della tensione per la sola branca colpita che è necessaria per lo spegnimento dell'arco stesso e che finora non si poteva ottenere altrimenti che diseccitando gli alternatori, con le note e gravi conseguenze per tutto l'impianto.

Applicato alla messa a terra del centro di un sistema di trasformatori in stella, al posto del comune getto d'acqua e campana, l'apparecchio dà una messa a terra più perfetta perchè completamente metallica: nel caso dell'andata a terra di una fase tiene la tensione sotto una corrente che può essere piccola quanto si vuole e senza gli inconvenienti e le incognite di funzionamento dell'attuale scaricatore ad acqua, specie per le altissime tensioni.

□ □ I PROBLEMI DELLA PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI □ □ □

E. PFIFFNER e G. PICKER

1. - Manifestazione ed entità delle sovratensioni.

Di quando in quando è stato sostenuto il principio, seguito più o meno da alcune Case costruttrici, che le macchine ed i trasformatori, e specialmente quest'ultimi, debbono resistere ad ogni sovratensione che possa eventualmente sopravvenire su di essi. Altri ben noti costruttori, al contrario, protestano decisamente contro l'esigenza che le macchine ed i trasformatori siano completamente autoprotettori.

Pur non volendo assumere il compito di dare un giudizio tra queste due tendenze, occorre pur tuttavia notare che può risultare una pretesa ingiustificata o per lo meno eccessiva, di voler negare al costruttore di macchine elettriche l'ausilio dell'apparecchio di protezione, che viceversa non viene negato al costruttore meccanico di apparecchi soggetti a sopportare delle forti pressioni, quali ad esempio le caldaie, le condotte forzate, ecc., che vengono sempre munite di valvole protettive. E si noti a questo proposito che nel campo meccanico non succedono fatti imprevedibili per natura ed entità, come nel campo elettrico, dove ci troviamo spesso davanti all'impreveduto ed all'imprevedibile, nel mentre che nel campo meccanico si conoscono perfettamente i fenomeni dannosi e si può, con quasi assoluta certezza, prevederne anche l'entità massima.

Si può osservare come ovvio per il campo meccanico di non dover ricorrere ad un forte sciupio di materiale, per risparmiare un dispositivo di sicurezza relativamente poco costoso. Questo concetto non è però scartabile a priori anche nel campo dell'elettrotecnica, e se in questo i fenomeni perturbatori sono di diverse specie, per cui anche gli apparecchi di protezione devono risultare estesi ad una pluralità di tipi integrantisi a vicenda, per un valore di una certa importanza, sino ad ora la tecnica economica delle costruzioni non è ancora riuscita a far propendere la bilancia in favore degli impianti elettrici completamente autoprotettori.

E' pertanto un giusto criterio l'esaminare i veri fondamenti di queste tendenze opposte onde determinare in quanto possibile, ciò che è basato veramente su osservazioni eseguite sull'esercizio e invece corrisponde più a speculazione teorica.

Sembra essere un fatto che gli avvolgimenti e l'isolamento interno dei grossi trasformatori moderni resistono in misura molto superiore alle sovratensioni, rispetto ai trasformatori di piccola e media potenza installati sulle reti di distribuzione, ed in modo più evidente ancora in confronto ai trasformatori in aria.

Sembra inoltre consigliabile che la rigidità dielettrica dell'isolamento esterno di trasformatori moderni, p. e. la tensione di scarica ai passanti dei trasformatori, si scelga inferiore alla rigidità elettrostatica dell'isolamento interno dell'avvolgimento verso massa, vale a dire che i passanti servano da valvole di sicurezza per quest'ultimo. Questa massima di costruzione è senza dubbio giusta, perchè gli inconvenienti causati dalle sovratensioni, in queste condizioni risultano molto minori. Tuttavia da questo non si può ancora dedurre che i guasti sugli avvolgimenti siano oggi esclusi. Dalla statistica d'esercizio di una grande rete svizzera da 50 e 80 kilovolt, risulta per esempio che degli otto disturbi dovuti a sovratensioni, osservati entro lo scorso mese di luglio, due si sono verificati su trasformatori ed uno sull'avvolgimento di un alternatore. Oltre questi otto disturbi di maggiore entità, nello stesso tempo si sono prodotte un gran numero di interruzioni di lieve durata causate da scatti accidentali di interruttori, i quali sono stati riconosciuti come dovuti principalmente a sovratensioni.

Da un'altra statistica di un intero anno di esercizio risulta che in una rete di distribuzione a 15 kV nell'Alta Borgogna protetta da condensatori, tutti i trasformatori muniti di condensatori rimasero incolumi, mentre che l'unica bruciatura avvenne in una delle cabine non protette. Nella stessa epoca, i trasformatori di una rete di distribuzione vicina hanno subito addirittura una strage, essendosi fulminati non meno di 12 trasformatori fra i 15 installati nella rete. Di più, forti furono i danni subiti dalla rete di bassa tensione, anch'essa non protetta.

Sovratensioni sproporzionatamente alte si generano spesso nell'interruzione di corti circuiti. Così per es. è stata osservata una scarica fra distanze che corrispondono almeno a $100 \div 150$ kV, nell'occasione dell'interruzione di un corto circuito che si è manifestato fra filo e terra ad un feeder monofase delle Ferrovie Federali Svizzere, di soli 16 kV di esercizio.

Come altro caso dimostrativo dell'eccessiva altezza di sovratensioni, è da citare un arco scoccato lungo il passante di un trasformatore di 80 kV, passante che aveva la tensione di scarica di 260 kV.

Sono assai frequenti gli archi che corrispondono a distanze da 100 a 200 kV anche su reti di $30 \div 50$ kV di tensione di esercizio.

Purtroppo in molti impianti, non si dà la dovuta importanza all'osservazione precisa dei fenomeni disturbatori, dei loro effetti, e della contemporaneità di essi nelle varie parti di una rete; oppure, se questo pure avviene, se ne fa un segreto, dimodochè nella maggior parte dei casi riesce molto difficile farsene un giusto concetto, onde ricomporre il vero svolgersi dei fenomeni.

Gli esempi precitati, i quali si riferiscono ad impianti moderni costruiti a regola d'arte, sono solamente una piccola scelta di un grande materiale raccolto dalla pratica.

Molto lodevole è la pubblicazione fatta e portata alla discussione della nostra riunione dell'anno scorso, dagli Ingegneri della Società Meridionale di Elettricità di Napoli, sulla statistica dell'impianto del Tanagro a 30 kV, in merito alle osservazioni sui disturbi verificatisi dal 30 Marzo 1924 fino al 15 Giugno 1925 su quella rete.

E' vero che questa statistica si riferisce all'esercizio con una bobina Petersen, installata nella Centrale del Tanagro: la bobina stessa ha servito nel 90% dei casi al perfetto spegnimento dell'arco verso terra prodottosi per ragioni di sovratensioni, mentre nel 10% dei casi non ha funzionato a sufficienza e gli archi che si sono prodotti sempre verso terra ed anche a forte distanza, hanno causato avarie non indifferenti sui trasformatori e sugli apparecchi di varie cabine.

Riassumendo, si può affermare che le sovratensioni, sia dovute a ragioni interne, sia a quelle atmosferiche, sono una delle più importanti cause di disturbi degli impianti ed esercizi elettrici. Ciò si constata qualunque sia la conseguenza della loro manifestazione, come: scatto di interruttori in conseguenza di archi lungo isolatori di linee, scariche nelle cabine con archi violenti e conseguentemente con danneggiamenti più o meno gravi all'apparecchiatura, oppure danni ancora maggiori ai trasformatori ed alternatori.

Le esperienze degli impianti moderni e modernissimi provano che non è sufficiente migliorare l'isolamento interno per evitare i disturbi di esercizio, ma che deve essere compito di

buoni apparecchi di protezione di ridurre al minimo possibile i disturbi dovuti alle sovratensioni e di diminuire preventivamente le sollecitazioni esagerate degli isolamenti interni dei trasformatori ed alternatori.

Questo del resto è il principio delle grandi Case elettriche Americane, che sviluppano oltre alla costruzione del macchinario con isolamento interno resistentissimo, anche la costruzione di apparecchi di protezione, onde poter conservare questo nella sua massima rigidità, riversando gli sforzi eccessivi sugli apparecchi di protezione, che da loro vengono previsti in qualunque impianto elettrico.

2. - Compiti e finalità raggiungibili dalle protezioni.

La mèta ultima delle protezioni contro le sovratensioni sarebbe di prevenirne la cause e quindi impedirne la formazione. Mentre è possibile raggiungere questo scopo per certe categorie di sovratensioni, e si arriva effettivamente a raggiungerlo, ci sono d'altra parte delle sovratensioni il cui generarsi non è evitabile a priori e in questo caso gli apparecchi di protezione hanno il compito di combatterle e neutralizzarle.

Gli apparecchi di protezione preventiva sono quelli i quali funzionano costantemente durante l'esercizio, gli altri invece sono quelli il cui funzionamento viene provocato solamente ad ogni manifestazione di una sovratensione pericolosa.

Al primo gruppo appartengono le bobine per la messa a terra delle cariche statiche, i getti liquidi ed i fili di terra per le cariche statiche, i condensatori per le alte frequenze, e le bobine di induzione in serie, in quanto quest'ultime vengano considerate in sè come apparecchi di protezione.

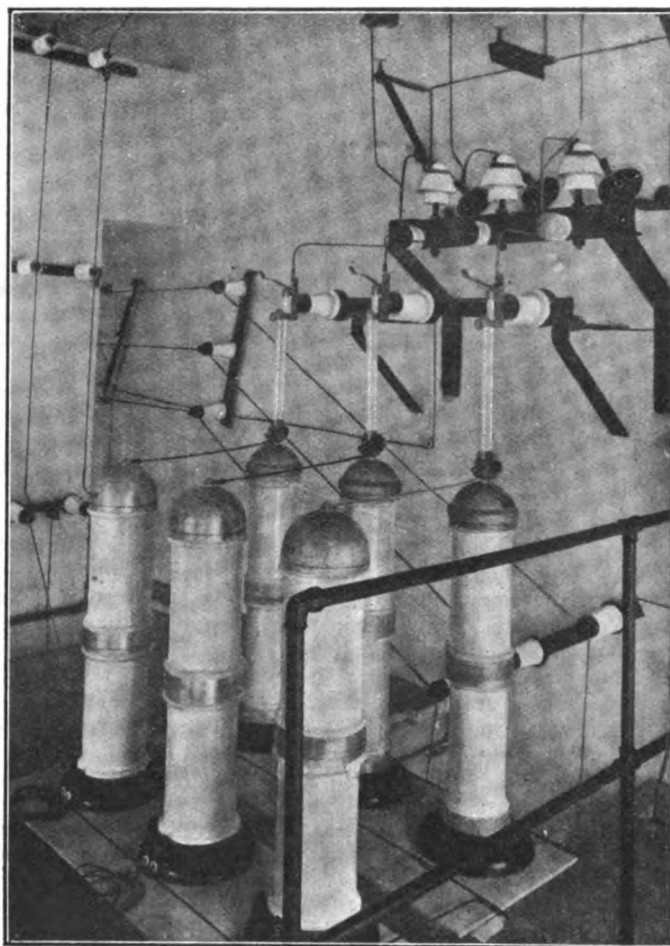


Fig. 1. — Protezione a 20 kV con apparecchi ad effetto continuo.
Condensatori (accanto al muro) e bobine di terra Mes.

Alla seconda categoria appartengono gli scaricatori a spazio distruttivo, cioè quelli che passano correntemente sotto la denominazione di « scaricatori » ed erroneamente di « parafulmini ».

Il funzionamento delle bobine di messa a terra è abbastanza noto, per non perdere molte parole nella sua descrizione. Il loro compito essenziale è di scaricare verso terra le cariche statiche che tendono ad accumularsi sui fili delle reti aeree. Lo stesso dicasi dei getti d'acqua, con la differenza che il loro esercizio riesce spesso difficoltoso e sempre dispendioso per il

disperdimento di energia che avviene attraverso di essi. Meno nota è l'efficacia e l'azione delle bobine di terra riguardo alla soppressione delle « terre intermittenti » mediante la pronta scarica delle cariche residue, le quali, con la loro esistenza, danno origine al fenomeno degli archi intermittenti verso terra. Ancora meno conosciuti sono i risultati ottenuti con bobine di terra su estese reti sotterranee, mediante l'applicazione di un numero appropriato di tali bobine; i quali risultati avuti durante l'esercizio di alcuni anni, hanno dimostrato largamente l'esattezza del principio fondamentale sopra esposto.

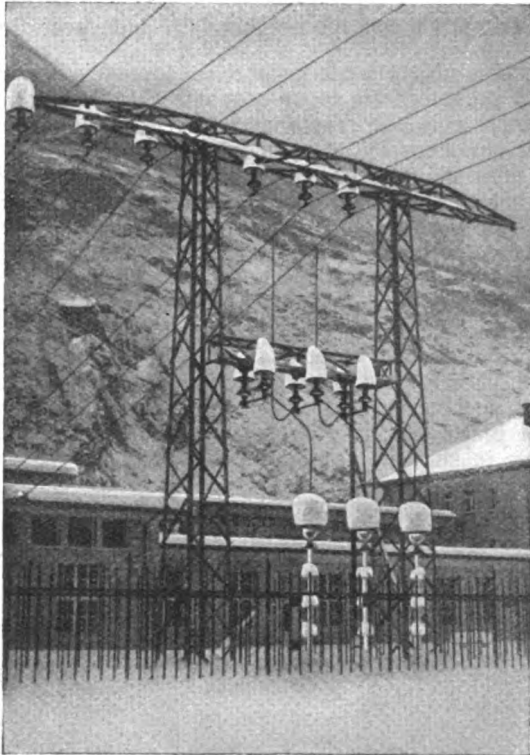


Fig. 2. — Protezione a 45 kV con apparecchi a spazio disruptivo.
Limitatori di oscillazione montati all'aperto.

Si tratta quindi in tutte e due i casi non della compensazione e quindi dello spegnimento della corrente capacitativa attraverso l'arco di terra già adescatosi, ma di misura preventiva, che impedisce il prodursi degli archi intermittenti, scaricando a terra entro un mezzo periodo le cariche residue dei conduttori.

Gli apparecchi a getto d'acqua si presentavano, all'inizio delle trasmissioni elettriche, come i primi apparecchi di messa a terra e di sfioramento delle cariche statiche, applicati con successo. La necessità di limitare il loro consumo di energia esigeva una grande resistenza ohmica in questi apparecchi, che si può valutare a circa 100.000 ohm. ogni 10 kV di tensione di esercizio. Questa grande resistenza limita d'altra parte la conducibilità degli apparecchi. Per evitare i loro inconvenienti, si sono introdotte nella pratica le bobine di messa a terra a nucleo di ferro, in cui le perdite sono assai più esigue di quelle occasionate dai getti liquidi, e la portata di deflusso, in seguito alla debole resistenza ohmica, è assai maggiore. E' pur vero che questo deflusso delle bobine è piuttosto una funzione della reattanza del ferro alla saturazione, che non della sua resistenza ohmica, ma pertanto è quest'ultima che determina il massimo possibile di deflusso della corrente continua.

Ora è possibile valutare la resistenza ohmica delle bobine a 1500-2000 ohm ogni 10 kV; essa è dunque all'incirca cinquanta volte più piccola di quella dei getti d'acqua, e il deflusso massimo aumenta nello stesso rapporto.

La resistenza di scarica apparente delle bobine è pertanto di $\sqrt{\frac{L}{C}}$, dove L è l'induttanza dell'avvolgimento alla saturazione del ferro, cioè la sua self di dispersione, e C la capacità del tronco di linea che si scarica attraverso la bobina in considerazione.

In una certa misura il filo di terra montato al disopra delle linee aeree può sostituire la messa a terra delle linee per mezzo di apparecchi a getto liquido o di bobine di terra. Col calcolo si può dimostrare che la riduzione delle cariche statiche,

indotte dal campo elettrico terrestre, varia dal 30 al 60 per cento circa sui fili della linea, a seconda che si applica uno o due fili di terra. Inoltre il filo di terra presenta una certa protezione contro i colpi diretti di fulmine ed assicura, con la messa in parallelo dei piloni metallici, una messa a terra migliore della palificazione di linea. Se il filo di terra presenta da una parte una sicurezza di esercizio che è forse superiore a quella che si ottiene con una moltitudine di bobine di messa a terra, esso ha, nonostante, l'inconveniente di poter provocare in caso di rottura delle perturbazioni importanti. La maggior obiezione che si può fare al filo di terra comparato alle bobine di messa a terra consiste tuttavia in ciò, che la riduzione del potenziale indotto non è che parziale, nel mentre che le bobine, purchè distribuite razionalmente lungo la rete, mettono quest'ultima francamente a terra nei riguardi delle cariche statiche.

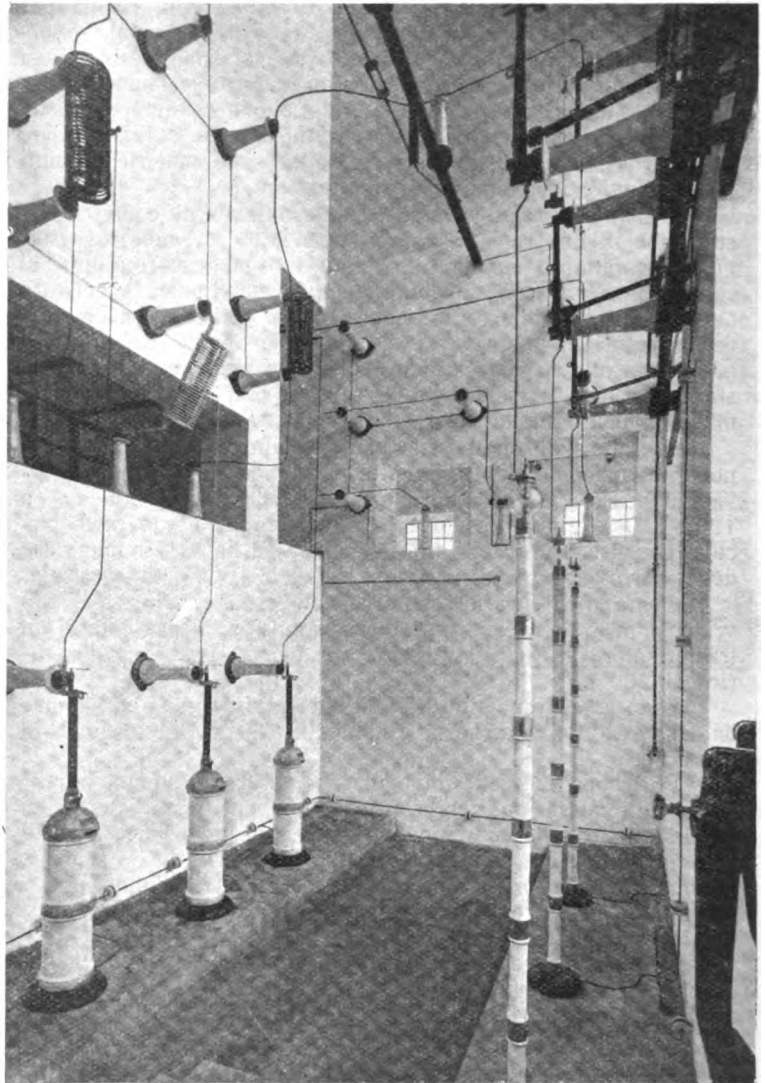


Fig. 3. — Protezione a 60 kV con condensatori e limitatori di oscillazione.
In alto le bobine sussidiarie di self.

Impedenze in serie con la linea, con reattanze più o meno forti, vengono di solito considerate come mezzo di protezione di ampiezza o di fronti d'onda. Veramente, — se di forte reattanza — esse sono una fonte di oscillazioni e un pericolo di risonanze; — se invece di debole reattanza — rappresentano una protezione senza importanza. Come apparecchi sussidiari ai condensatori od agli apparecchi a spazi distruttivi, purchè di una reattanza ridotta, esse possono invece rendere importanti servizi col rinforzare l'effetto dei veri e propri apparecchi di protezione.

L'altro apparecchio a funzionamento continuo, cioè il condensatore, ha un compito analogo sebbene distinto. Anche questo apparecchio, come il precedente, ha l'ufficio di costituire una via di deflusso verso terra a debole resistenza, ma per altro genere di sovratensioni, e precisamente per quelle ad alta frequenza.

Nel mentre che nelle bobine di terra viene utilizzata la debole resistenza ohmica per le correnti continue, e l'alta reat-

tanza, per impedire il deflusso della corrente alternata di servizio, nel condensatore viene utilizzata la capacità, troppo piccola per permettere il passaggio alla frequenza di esercizio, ma sufficiente per costituire una via di facile percorso per le alte frequenze. Esso agisce quindi in ogni caso per azione preventiva, in quanto che rappresenta costantemente per le sovratensioni ad alta frequenza un punto di corto circuito o almeno un nodo di tensione, cioè una depressione di tensione nel posto del suo collegamento alla linea.

Un altro ufficio importante della capacità di protezione consiste, corrispondentemente a quanto generalmente noto, nell'appiattire la fronte ripida delle onde migranti, che, penetrando negli avvolgimenti, provocano grandi differenze di potenziale fra le spire contigue che minacciano l'isolamento di queste. Il fatto della distruzione dell'isolamento delle spire si verifica continuamente nell'esercizio e parimente si verifica l'efficacia protettiva di un condensatore derivato sulla linea prima dell'avvolgimento, per impedire tali guasti.

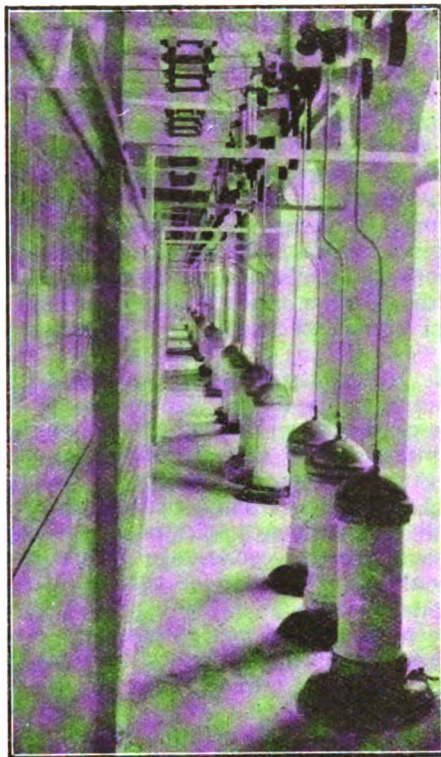


Fig. 4. — Arrivo di 15 linee a 8 kV ciascuna protetta da condensatori in Cellon.

Recentemente è sorta l'opinione secondo la quale l'importanza di una capacità di protezione non consiste unicamente nell'appiattire la fronte d'onda, ma pure nell'aumento della lunghezza d'onda dell'oscillazione producentesi nell'avvolgimento da proteggere. Praticamente le due teorie si equivalgono ed anche nelle considerazioni matematiche-fisiche le due opinioni debbono avvicinarsi agli stessi risultati, trattandosi semplicemente di limitare le differenze di potenziale fra le spire.

L'azione del condensatore intanto non si limita unicamente alla pura protezione dell'isolamento delle spire. Dalla maggior parte delle esperienze fatte sinora da vari studiosi di questi problemi, risulta che la maggioranza delle sovratensioni, e in particolare quelle di origine atmosferica, sono di alta frequenza. Per queste, come già detto, il condensatore fa da nodo di tensione nel punto del suo allacciamento. Molti fenomeni di sovratensione sono conseguenza di risonanze fra l'auto-induzione e la capacità delle varie parti dell'impianto, specialmente nelle complicate condutture di un quadro di alta tensione.

Si voglia solamente considerare che un'onda, sopraggiungendo dalla linea, incontra prima i passanti, prosegue poi lungo i conduttori più o meno estesi verso i sezionatori, self di entrata, interruttori in olio, trasformatori di misura, sbarre, e da queste attraverso altri gruppi di tali apparecchi, finalmente ai trasformatori.

I vari elementi percorsi hanno delle capacità non indifferenti, come quelle dei passanti (anche degli interruttori, trasformatori, ecc.), e delle sbarre, ed anche delle induttività come quelle delle self di protezione, trasformatori di misura e condutture di connessione.

Siccome le onde in arrivo sono di frequenze le più svariate, (interruzioni e variazioni brusche, isolamento imperfetto delle linee, terre su esse, ecc.), si ha molta probabilità di formazione di circuiti oscillatori e di risonanza, e non è da meravigliarsi che si verifichino degli archi nei più differenti punti di un quadro, fra distanze inverosimilmente grandi ed anche in vicinanza di scaricatori a spazi disruptivi. Esistono già studi sulla penetrazione di onde migranti in vari tipi di avvolgimenti, in funzione della capacità ed induttanza di questi, ma non esistono ancora sufficienti esperimenti onde poter prevedere e determinare preventivamente le condizioni e le possibilità di oscillazione delle varie parti di un quadro di distribuzione.



Fig. 5. — Protezione completa a 10 kV composta (da destra a sinistra) di bobine di terra, condensatori e valvole Giles a sei colonne.

La derivazione di una capacità, determinata con giusto criterio su un punto del quadro convenientemente scelto, diminuisce notevolmente la frequenza dell'oscillazione propria dell'impianto e delle sue parti. Questa riduzione avviene, nella maggior parte dei casi che si verificano nell'esercizio, generalmente in tale misura che si evitano sovratensioni pericolose di risonanza.

In modo generale, si è sovente constatato che delle forti induttanze messe in serie con le linee, e come tale, soprattutto l'induttanza degli avvolgimenti principali degli autotrasformatori survoltori, provocano frequentemente degli accidenti sia ai trasformatori stessi, sia nelle installazioni connesse con loro.

In questo caso si tratta principalmente di sovratensioni di risonanza, generate dalle oscillazioni proprie della linea in serie con l'avvolgimento. Se l'oscillazione propria del circuito formato dall'avvolgimento e dalla capacità d'una parte dell'installazione, (dalle linee, dalle sbarre omnibus, e dagli isolatori comuni con queste) è per es., press'a poco uguale all'oscillazione propria della linea che funziona come eccitatrice, allora si forma una condizione di risonanza che può mettere in pericolo tanto il trasformatore che l'installazione.

La condizione per evitare questo pericolo è $C \geq \frac{L}{Z^2}$ ⁽¹⁾

dove L è il coefficiente di selfinduzione dell'avvolgimento, $Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$ la resistenza d'onda della linea d'eccitazione e C la capacità del circuito risonante. Si noterà che con l'aumento della capacità C , vale a dire, con l'aggiunta di un condensatore di protezione, si può ottenere la non risonanza.

Lo stesso risultato è ottenibile con la diminuzione apparente della self compensata totalmente o parzialmente da una capacità in parallelo.

Ci riferiamo qui al risultato ottenuto con l'applicazione di un condensatore in parallelo all'avvolgimento in serie di un autotrasformatore di 60/48 kV in Svizzera, quale è descritto a pag. 601, fig. 7.

A riprova possiamo citare un fatto avvenuto in una cabina

⁽¹⁾ In caso di risonanza, la impedenza risultante da L e C è uguale a zero.

La corrente dei conduttori allora è uguale a $\frac{E}{Z}$.

Questa corrente genera al condensatore una tensione di risonanza $E = \frac{E}{Z \omega C}$ ove $\omega = \frac{1}{\sqrt{CL}}$ e quindi $E = \frac{E}{Z} \sqrt{\frac{L}{C}}$.

Poichè la tensione esiste anche senza risonanza nei conduttori, non ci sarà pericolo di risonanza fintantochè:

$$\frac{Er}{E} \geq 1 \text{ e cioè se } \sqrt{\frac{L}{C}} \geq 1: \text{ oppure } C \geq \frac{L}{Z^2}.$$

a 45.000 V di un grande Stabilimento dell'Italia Settentrionale, trovandosi in mezzo a una lunga linea di connessione fra due centrali importanti e molto battuta da temporali. Questa era protetta in un primo tempo da una serie di grandi bobine self, alcune delle quali shuntate, ma il problema di modificare la disposizione protettiva si presentò impellente per un grave inconveniente manifestatosi, dovuto senza dubbio ad una risonanza locale, che provocò una vera fiammata di lunga durata sulle self, con archi verso terra e fra i fili, ricuocendole completamente.

Vennero installati nella cabina una terna di limitatori d'oscillazione per la immediata scarica delle sovratensioni oscillanti, ed una terna di bobine di terra per impedire l'accumularsi di cariche statiche, che com'è noto, al sopravvenire di una causa perturbatrice del loro equilibrio, possono, con la loro rapida dislocazione lungo i conduttori, riflettersi e trasformarsi in gravi perturbazioni di carattere oscillante. I disturbi, in essa, in due anni dalla nuova sistemazione protettiva, non si sono più verificati.

Un errore che nel primo tempo dell'impiego dei condensatori di protezione è stato alquanto diffuso, è quello di ritenere che l'applicazione dei condensatori di protezione generi delle risonanze.

Occorre qui precisare che con l'installazione di un condensatore di protezione su di una rete, non è vero s'introduca nella stessa, come è credenza erronea, una capacità pericolosa per la generazione di risonanze. E' invece la capacità propria inevitabile della rete la fonte continua dei fenomeni di risonanza purtroppo così frequenti. Con l'introduzione di un condensatore di protezione, si vengono a mutare le condizioni originarie di capacità locali, con una conseguente variazione nella frequenza propria della parte interessata dell'impianto, ciò che stona le condizioni dei possibili circuiti di risonanza.

Il problema capitale è sempre quello di avere a disposizione un condensatore di protezione che sia veramente resistente e di alta sicurezza di esercizio.

Può darsi che l'isolamento di qualche condensatore ad alta tensione di costruzione antiquata e più fragile sia rimasto perforato e la corrente verso terra attraverso l'isolamento rotto abbia potuto generare fenomeni disturbatori, ma con le costruzioni moderne a condensatori elementari, non più soltanto in parallelo ma anche in serie, tali fenomeni non possono più verificarsi. Infatti l'esperienza fatta negli ultimi anni con apparecchi rispondenti a questo nuovo concetto costruttivo (condensatori in cellon a cartucce in cascata) ha completamente confermato il risultato della teoria⁽²⁾; vale a dire che il condensatore si è affermato come un apparecchio il quale serve a sopprimere le sovratensioni dovute a risonanze, senza che oramai la sua presenza possa destare preoccupazioni per la continuità dell'esercizio.

Solamente contro un unico genere di sovratensioni, — eccezione fatta delle cariche statiche — il condensatore non ha efficacia protettiva, anzi esso è da queste spesso molto minacciato. Queste sono le sovratensioni a bassa e media frequenza e forte ampiezza le quali si generano principalmente in conseguenza di terre accidentali e come sovratensioni dovute a cause interne (manovre, corti circuiti, certi disturbi atmosferici, ecc.). Contro il prodursi di tali sovratensioni non ci sono delle misure preventive di effetto sicuro. Gli interruttori in olio con resistenze di inserimento possono essere considerati come apparecchi che in certi limitati casi corrispondono talvolta a questo scopo. Si deve quindi ricorrere a dei mezzi per impedire i conseguenti effetti dannosi, cioè a degli apparecchi scaricatori con funzionamento sicuro, onde assorbire l'energia di tali sovratensioni rendendola innocua. Con questo si giunge al terzo genere di apparecchi di protezione menzionati all'inizio di questo capitolo, cioè all'apparecchio a spazio disruptivo.

Il principio di tale apparecchio che meglio corrisponda al suo scopo, deve essere quello di una valvola la cui tensione di adescamento sia minore della tensione di rottura del punto più debole della parte dell'impianto da proteggere. L'onda di corrente di scarica, attraversando l'apparecchio nel momento del suo funzionamento, provoca una depressione di tensione nella resistenza d'onda della linea da proteggere e quindi un assorbimento della sovratensione. La resistenza in serie dell'apparecchio deve essere naturalmente di un appropriato valore, onde raggiungere questo scopo e smorzare le eventuali oscillazioni.

Già i più antichi parafulmini vennero studiati secondo questa idea fondamentale di una valvola di sicurezza. La esecuzione costruttiva della maggior parte di questi apparecchi è stata però tale che lo spegnimento dell'arco si è dimostrato insufficiente, sia perchè a cagione del limitato effetto di spegnimento l'arco assumeva una grande estensione e conduceva a scariche verso terra, ecc., sia perchè la sua interruzione costituiva una nuova fonte di sovratensioni oscillanti e conseguenti altri pericoli.

I risultati insufficienti ottenuti coi parafulmini a corna, cogli apparecchi a rulli tipo Wurtz ed altri ancora, resero necessaria la costruzione di nuovi apparecchi studiati in tutti i loro dettagli, affinché essi possano dare soddisfazione sotto tutti i punti di vista e sotto tutte le condizioni del problema della protezione. Il risultato di questi studi fu il limitatore di oscillazione⁽³⁾ ad una o più colonne, le cui qualità essenziali hanno subito il collaudo della pratica durante parecchi anni.

In America furono creati due tipi di apparecchi che, sotto certi punti di vista, appaiono d'una concezione simile a questo apparecchio; sotto altri punti di vista viceversa, questi ultimi sembrano presentare certi inconvenienti, quali un pronunciato ritardo dell'adescamento per causa dell'interposizione di strati di materia isolante perforati dalla scarica, oppure un'usura di certe parti costruttive che porta di conseguenza una diminuzione progressiva della sicurezza del suo funzionamento.

Le valvole Giles sono apparecchi identici ai limitatori e si distinguono dai limitatori non per il loro funzionamento, ma solamente per la loro disposizione di più colonne in parallelo riunite in un solo gruppo, allo scopo di aumentare la portata verso terra e di inserire nel circuito della scarica una resistenza minima di smorzamento che aumenta sensibilmente l'efficacia di questi apparecchi. Riportiamo a paragr. 3) per questi tipi di apparecchi alcuni esempi di risultati pratici.

3. - Risultati ottenuti.

Abbiamo già descritto i risultati ottenuti con la installazione di bobine di messa a terra, tanto in rete aeree, quanto in quelle sotterranee; generalmente si arriva con tali risultati a rendere l'esercizio più tranquillo. I miglioramenti di esercizio di parecchie grandi reti attestano l'efficacia di questa applicazione, la quale presenta, insieme coi vantaggi tecnici, anche spese limitate, in confronto a quelle del sistema di compensazione della corrente di terra.

Il valore protettivo dei condensatori può essere reso evidente in generale soltanto attraverso la statistica, perchè il loro funzionamento non lascia tracce visibili. Ci riferiamo a questo punto:

1) Al caso accennato al primo capitolo, riferentesi ad

(3) Il limitatore di oscillazione (valvola Giles) è un apparecchio di protezione del tipo a distanze esplosive multiple, che si distingue per il montaggio speciale in cascata degli elementi unitari che lo compongono. Il limitatore è collegato alla rete per mezzo di un spinterometro *s* montato entro un'ampolla di vetro *v* per preservarlo dalla polvere. Gli elementi unitari, dei quali consta l'apparecchio, contengono delle cartucce composte da una pila di dischi metallici *d* formanti delle distanze esplosive sono shuntate dalla minima capacità di un piccolo condensatore formato da un'armatura metallica *a* situata sulla parte posteriore del cilindro *e* di materiale isolante che contiene i dischi e che è collegato al disco inferiore della pila.

Il rapporto delle capacità dei dischi fra di loro *c₁* e dei dischi all'armatura *c₂* determina la tensione di adescamento dell'apparecchio; nel mentre che questo stesso rapporto e il numero delle distanze esplosive in serie, determinano la tensione alla quale ha luogo lo spegnimento dell'arco che segue alla scarica.

Col montaggio in cascata di parecchi elementi unitari si crea il limitatore per una tensione di esercizio che è il multiplo della tensione di un solo elemento.

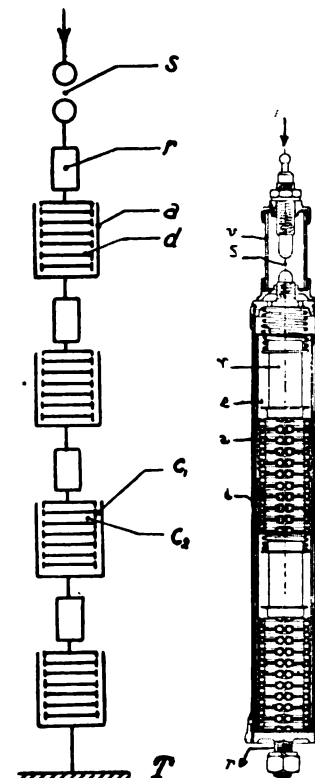


Fig. 6. — Schema di un limitatore a 4 elementi in cascata, e sezione di uno a 2 elementi.

(2) E. PFIFFNER: Un nuovo condensatore elettrico e le sue applicazioni. Comunicazione alla XXII Riunione della A. E. I.; *L'Elettrotecnica*, 15 ottobre 1922.

una rete di 15 kV sulla quale solamente i trasformatori non protetti da condensatori si deteriorano, mentre i protetti rimanevano incolumi al sopravvenire di grandi temporali. E' noto che i trasformatori di tensione e le bobine di messa a terra delle cariche statiche ad alta tensione, sono degli apparecchi alquanto delicati rispetto alla resistenza del loro isolamento tra spire contigue e sono soggetti spesso a danni, anche nei casi in cui i grossi trasformatori di energia resistono alle sovratensioni. Dato che questi apparecchi spesso sono installati senza valvole fusibili, un loro guasto porta di conseguenza fenomeni di corti circuiti con i corrispondenti disturbi nella regolarità del servizio e spesso anche danni maggiori.

2) E' interessante, a questo punto, di accennare alla statistica di una rete aerea di 6 e 16 kV nel Belgio nella quale sono installate non meno di 60 bobine di messa a terra delle cariche statiche; in varie cabine esistono dei condensatori di protezione. Risulta dalla statistica che nessuna delle bobine che è derivata dopo un condensatore si è mai guastata, mentre si sono verificati difetti abbastanza frequenti su quelle senza condensatore. Non è stato però possibile distinguere in questi casi se si trattava di perforazioni di isolamento tra spire oppure verso massa.

3) Una rete aerea di 3/12 kV di una grande ferriera in Ungheria, ad ogni temporale andava soggetta a disturbi, a causa degli scatti di automatici e di archi fra i fili e verso terra. Dopo la installazione di condensatori di protezione in varie cabine, anche i temporali più violenti passano senza causare disturbi alla regolarità dell'esercizio.

4) In un cabina di trasformazione all'estremità di una linea di 30 kV che attraversa le alture di Posillipo, molto esposta a frequenti scariche, nessun guasto fu più constatato su di un grosso trasformatore, dopo l'installazione di condensatori di protezione.

5) Un altro caso evidente ed alquanto diverso dai sopracitati è quello di un autotrasformatore installato in mezzo ad una grande linea di trasmissione ad alta tensione. L'autotrasformazione serve per elevare la tensione in arrivo da 48 kV a 60 kV per la linea in partenza secondo lo schema della fig. 7. E' degna di nota la circostanza che esso è costruito da una Casa svizzera specializzata per materiali isolanti per altissime tensioni. In occasione di un temporale dell'estate scorsa si è fulminato. Al principio dell'anno corrente, l'avvolgimento in serie venne protetto a mezzo di un condensatore ed ora, senza che si sia verificato alcun rinforzamento dell'isolamento, esso regge tutte le sollecitazioni di temporali che, specie in quest'anno, sono stati frequenti e molto violenti (fig. 7).

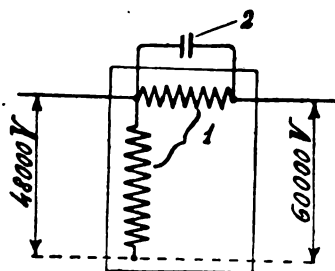


Fig. 7. — Schema monofase di un autotrasformatore (1) protetto da un condensatore (2).

Molti sono ancora i casi nei quali il miglioramento dell'esercizio è dovuto evidentemente all'installazione dei condensatori, ma la difficoltà della documentazione diretta ci rende difficile di riferirli.

Una integrazione della protezione contro sovratensioni, oltre all'applicazione degli apparecchi preventivi, come condensatori e bobine di terra, consiste, come sopra spiegato, nell'installare degli scaricatori a spazio distruttivo, di cui la costruzione più moderna è quella dei limitatori di oscillazione e delle valvole Giles, apparecchi tutt'e due composti di elementi analoghi e spiegati nella nota (3).

6) Un esempio molto interessante della efficacia protettiva delle valvole elettriche Giles è il caso della rete di cavi di un grande stabilimento metallurgico della Liguria, situata vicino al mare ed alimentata in due punti di una grande rete aerea. La lunghezza complessiva dei cavi è di 10.000 metri circa, la sezione degli stessi varia da 3×120 a 3×35 mm². La tensione di esercizio è di 12.000 V. La rete sotterranea è collegata alle linee aeree in due punti: l'uno situato a ridosso di una collina è costituito da una cabina Z di smistamento dove arriva anche una linea di riserva proveniente da altri stabili-

menti; l'altro situato sulla sponda del torrente è costituito pure da una cabina S di smistamento (fig. 8).

I due punti distano fra loro circa 400 metri e sono collegati con due cavi sotterranei da 3×120 mm² per l'alimentazione in parallelo.

La cabina S fu costruita nel 1919; come protezioni furono installati scaricatori a rulli e resistenze a liquido. Non si ebbero incidenti degni di nota sino all'entrata in parallelo della cabina Z, ciò che avvenne nel 1922; anche in questa cabina furono installati scaricatori a rulli e resistenze a liquido.

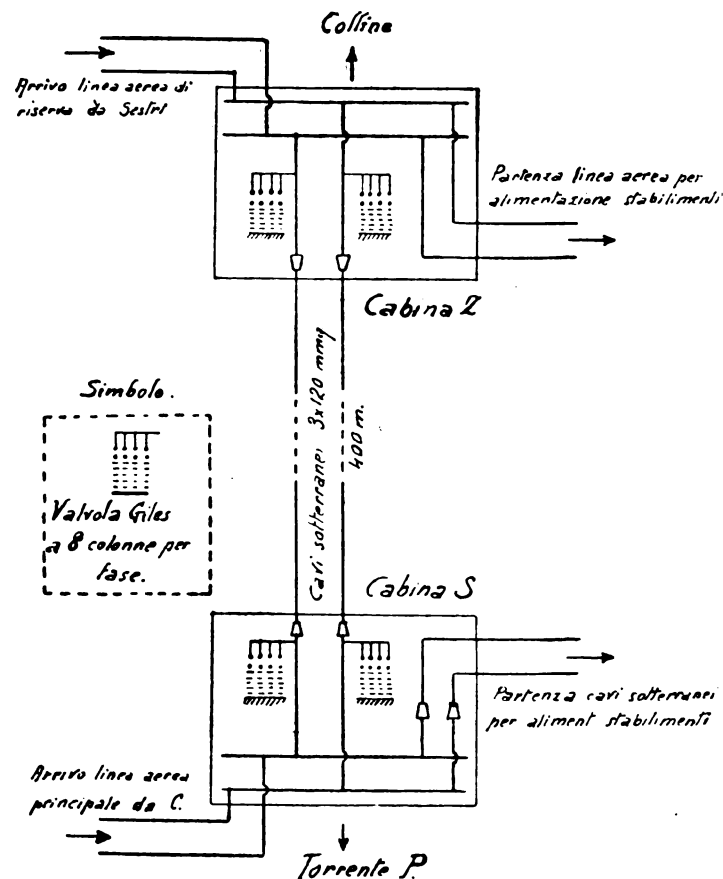


Fig. 8. — Topografia dell'impianto di cui all'esempio 6.

Da allora ad ogni temporale corrispondeva un disturbo nel servizio. Si ebbero quattro guasti gravi con rottura di interruttori in olio e scariche contro massa dei cavi sotterranei di collegamento delle due cabine.

Risulta chiaro che il punto più sollecitato era la cabina Z, quello che riceveva anche la linea aerea proveniente dall'altro stabilimento con percorso abbastanza vicino al mare.

Nel 1924 furono installate in quest'ultima cabina due terne di valvole Giles alla partenza dei due cavi sotterranei. Da allora non si ebbe più alcun incidente in tale punto.

Nell'altra cabina il servizio tornò quello che era prima dell'entrata in parallelo della Z; non si ebbero più inconvenienti degni di nota. E' stato però ritenuto opportuno di perfezionare l'esercizio, installando anche qui due terne di valvole Giles.

Deve notarsi che si tratta di gruppi trifasi di valvole Giles a otto colonne in parallelo per fase, installati al passaggio delle linee aeree in cavi sotterranei, ed è da aggiungere altresì che prima dell'applicazione di esse si ebbero oltre ai quattro guasti gravi menzionati nella relazione, numerosi altri guasti di piccola entità.

Vogliamo ora citare altri casi rilevati dalla pratica, onde rendere evidente l'importanza e la necessità di avere dei buoni e appropriati apparecchi scaricatori, dove le condizioni gravi dell'esercizio lo rendono necessario.

7) Su di una rete svizzera di 45 kV sono applicati da quattro anni dei limitatori di oscillazione. Nel mentre prima le scariche fra punti distanti da 300 a 400 mm erano all'ordine del giorno, esse hanno cessato completamente da quando furono installati questi apparecchi. Nell'occasione di un controllo di questi apparecchi si verificarono chiaramente le tracce del loro ripetuto funzionamento.

8) Un altro impianto svizzero di 32 kV, avente condizioni simili di esercizio è stato portato a miglioramenti notevoli.

mediante il funzionamento irreprensibile dei limitatori di oscillazione.

9) Su di una grande linea di 60 kV sulla riva Adriatica italiana, una terna di limitatori di oscillazione funzionante da due anni al posto di scaricatori a corna, la cui resistenza liquida è varie volte esplosa dando luogo ad ingenti disturbi, funziona da allora con piena soddisfazione della Società esercente.

10) E' molto interessante il seguente caso di una linea a 30 kV nell'Italia Centrale, lunga circa 19 km, che attraversa gli Appennini, percorrendo vallate e montagne di forte dislivello. Nella cabina capolinea di essa erano frequenti i guasti sui trasformatori di misura di vario tipo, in essa successivamente installati. La protezione della cabina, il cui trasformatore di energia di 600 kVA è costruito per una tensione di prova di 90 kV, fu affidata a sole piccole bobine di impedenza con effetto protettivo irrisorio, quindi le bruciature dei trasformatori di misura che sono stati costruiti per una tensione di prova di 61 kV soltanto avvennero tanto d'inverno quanto d'estate, fino a che non s'installò nel 1924 accanto ai trasformatori di tensione una terna di limitatori di oscillazione (come da fig. 9) che rese l'esercizio completamente regolare. E' da notare però che, assieme ai limitatori, furono installati per prudenza, dei trasformatori di tensione di un tipo ad isolamento più abbondante, ma questa circostanza è di un valore di secondo ordine, considerando il fatto che in altre cabine il tipo originale resiste lo stesso.

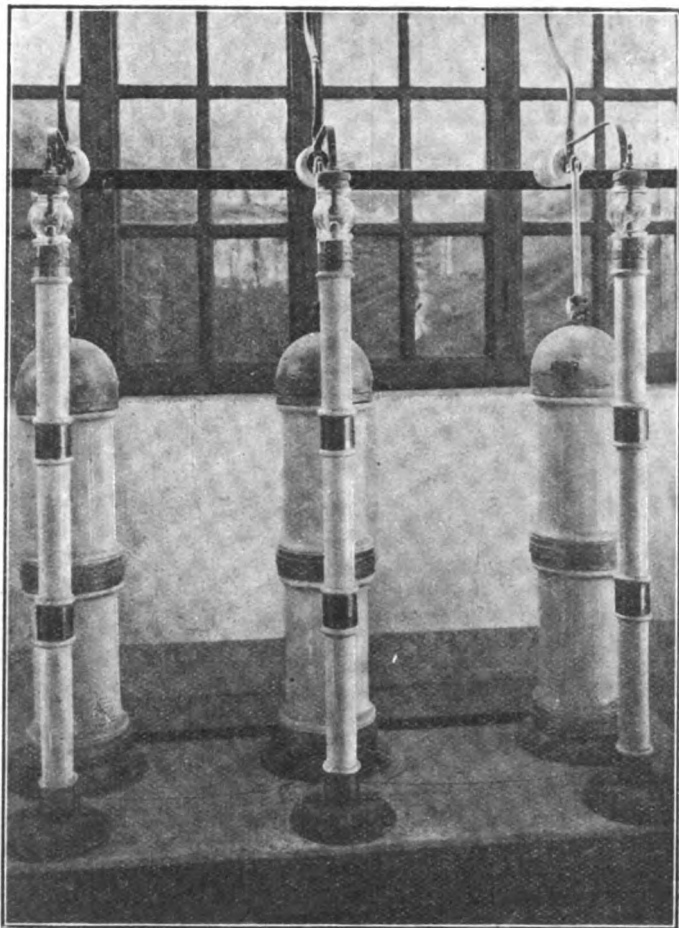


Fig. 9. — Trasformatori di tensione 30 kV del tipo bobina di terra in parallelo con limitatori di oscillazione.

11) Effetti analoghi di questi apparecchi sono stati verificati nell'esercizio sulla rete di 30 e 60 kV di una grande Società del Mezzogiorno.

12) Di un impianto con una rete molto estesa di 24 kV nella Moravia, possiamo citare la seguente relazione:

« La condotta che allaccia la cabina capo-linea con la rete di distribuzione è lunga 5 km e attraversa una collina con un dislivello di 200 m. Questa posizione è molto battuta dal vento e dai temporali, di modo che sono capitati molto spesso inconvenienti ai trasformatori.

« Sebbene il funzionamento dei limitatori installati un anno fa nella cabina non sia stato da noi direttamente controllato, dobbiamo constatare il loro ottimo funzionamento dal fatto che dal giorno della loro applicazione è completamente cessato ogni guasto su questa parte della linea. Nell'occasione di un disturbo,

causato da una terra intermittente, abbiamo potuto mantenere il servizio senza guasti al trasformatore.

« In due altri casi, a causa di cattivi contatti, si sono generate delle sovratensioni che hanno dato luogo al guasto di due trasformatori in altri punti non protetti della linea, mentre che la stazione capo-linea, protetta dai limitatori, è rimasta incolume, nonostante che essa fosse situata nella immediata vicinanza del punto critico ».

13) Su una grande rete di 50/6 kV del Canton Ticino, una cabina trasformatrice capo-linea di 3000 kVA fu munita di una terna di limitatori di oscillazione. Questa stazione è stata particolarmente soggetta alle scariche atmosferiche ed a rilevanti sopraelevazioni di tensione dovute a frequenti variazioni di regime sulla linea. Si avevano quindi a lamentare nel passato delle scariche fra isolatori di entrata a 50 kV, le armature e la linea a 6 kV, fulminazione di isolatori delle condutture interne a 50 kV, corto-circuiti tra fasi e con linee a 6 kV e forti fiammate, corto-circuiti alle entrate dei trasformatori, passaggi di corrente dal neutro degli avvolgimenti primari alle parti della cabina, ecc.

Ora, dopo l'installazione dei limitatori, avvenuta ai primi di marzo 1925 non si ebbero più a lamentare danni né inconveniente alcuno.

I forti temporali che si ebbero nella regione determinarono invece scariche e danni sensibili nelle altre Centrali allacciate alla linea 50 kV.

In seguito ai buoni risultati conseguiti, anche le vicine centrali hanno trovato la convenienza di collocare i limitatori di oscillazione in altri punti della linea 50 kV, nel mentre che si stanno estendendo tali apparecchi alle posizioni più esposte della stessa rete di 6 kV.

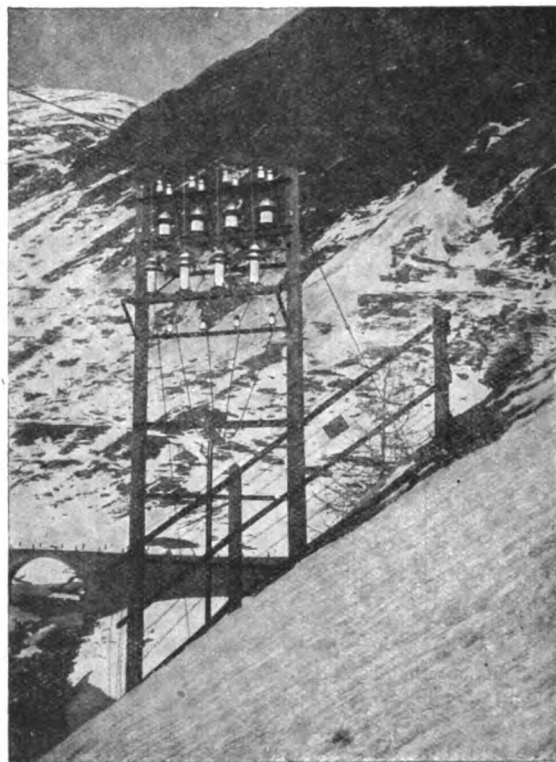


Fig. 10. — Installazione 6 kV su palo di bobine di terra e di condensatori sul S. Gottardo.

A complemento di questo elenco di relazioni di prove pratiche sono da aggiungere quelli ricordati al capitolo primo e spostati per maggior chiarezza di ragionamento.

In molti casi, dopo un certo periodo di esercizio, si volle controllare il funzionamento degli apparecchi installati. Dappertutto si incontravano tracce dei piccoli archetti parziali indice di numerosi funzionamenti, anche in casi nei quali questi non erano stati evidenti al personale di esercizio. In tutti questi casi controllati, salvo rare eccezioni, risulta evidente la sicurezza e rapidità di spegnimento, data l'esistenza di tracce estese dalle quali si può arguire il passaggio di correnti di scarica di forte intensità, e quindi un ampio effetto protettivo.

In tutti questi casi la portata verso terra degli apparecchi si è dimostrata sufficiente. La corrente massima istantanea di impulso che percorre una colonna dei limitatori di oscillazione o delle valvole Giles è da valutare dell'ordine di gran-

dezza di $50 \div 100$ amp.; quando le colonne in parallelo sono di più, è proporzionalmente maggiore.

Qualche volta avviene che, anche dopo una prima applicazione di qualche tipo di apparecchi di protezione, si abbia ancora da osservare qualche inconveniente di funzionamento. Questo non deve però rendere scettici sull'efficacia degli apparecchi di protezione. Il tecnico di questo ramo speciale dell'elettrotecnica fa un lavoro il quale è paragonabile a quello del medico, esso deve fare le sue indagini, la diagnosi, deve ragionare e scegliere il rimedio. Spesso anche le informazioni sulle quali deve basarsi sono imperfette e poco chiare, o il rimedio adottato non corrisponde a sufficienza al male, oppure la disposizione dell'apparecchio scelto non è stata fatta felicemente. Come prima cosa bisogna verificare se il disturbo riscontrato rientra in quelli di competenza degli apparecchi usati, questo per il caso di un'applicazione parziale. Non si deve poi dimenticare che le condizioni di esercizio e gli schemi dei vari impianti mettono il tecnico davanti a parecchie alternative nella scelta dei punti più adatti per la derivazione dei vari apparecchi di protezione.



Fig. 11. — Trasformatore capolinea (punto critico di riflessione) protetto con limitatori di oscillazioni 10 kV.

Talvolta si è dimostrato sufficiente un cambiamento nella disposizione o nel punto di derivazione di tali apparecchi, oppure un ampliamento dell'uno o dell'altro, per giungere con gli stessi allo scopo desiderato. Visto la facile installazione, il minimo ingombro, ed anche la possibilità di collocamento all'aperto degli apparecchi sopradescritti, questo si può sempre fare senza nessuna difficoltà.

Il risultato dubbio o cattivo di una prima installazione non deve scoraggiare, ed esso non è ancora un argomento sufficiente contro il giusto principio di applicare buone ed appropriate protezioni, dove l'esercizio le richiede.

14) Un esempio molto evidente della difficoltà che può incontrare l'ingegnere che si occupa della protezione, è dato dalle prove fatte su di una grande rete svizzera a 50 kV. Questa rete è specialmente esposta alle sovratensioni di origine atmosferica, e probabilmente anche interne, e l'esercizio soffriva in particolare di archi a terra e di interruttori assai frequenti di esercizio. L'installazione di due terne di limitatori in due stazioni distinte, valse a sopprimere in queste tutti gli accidenti, nel mentre che l'installazione di un'altra terna nella Centrale principale attenuò assai l'andamento dei fenomeni di sovratensione e ne diminuì il numero in modo tale, che la direzione dell'officina constatò bensì un miglioramento, ma la protezione non era ancora sufficiente per sopprimere totalmente tutti gli accidenti. Delle prove sono attualmente in corso allo scopo di ottenere la protezione assoluta, o spostando gli apparecchi, o modificandone le connessioni, od infine aumentando

la portata di deflusso per mezzo di una moltiplicazione delle colonne dei limitatori in parallelo per fase.

E' naturalmente logico di chiedere che gli apparecchi di protezione abbiano un fattore di sicurezza maggiore od almeno uguale alle altre parti di un impianto.

Gli apparecchi di protezione costruiti secondo criteri moderni corrispondono pienamente a questa richiesta. D'altra parte, però, non è da meravigliarsi se in conseguenza di scariche di estrema violenza, uno o l'altro degli apparecchi di protezione avesse a cedere alle forti sollecitazioni deteriorandosi, o in qualche suo elemento, oppure tutto, pur proteggendo prima il macchinario susseguente. Anche in questo caso esso ha servito come valvola di sicurezza, salvando l'impianto dai danni di entità molto maggiore, e non causando che spese relativamente molto ridotte per la sua propria sostituzione.

15) Vogliamo riferire, in correlazione a quanto detto, delle esperienze fatte recentemente in tale senso sulla rete di 30/70 kV di una importante Società Italiana, con le parole dello stesso Direttore d'esercizio che cerchiamo di riportare con la massima fedeltà:

I primi limitatori installati su linee a tensione di 30.000 V nella cabina A, non hanno mai dato luogo ad alcun inconveniente ed il loro funzionamento è stato fin dai primi giorni regolarissimo, ed è tuttora regolare, ed in questa cabina dobbiamo riconoscere che non abbiamo mai avuto inconvenienti di sorta.

I limitatori installati sul 70.000 V nella cabina di M all'estremità della linea che dalla Centrale di P. fa capo a tale sottostazione, hanno pure avuto un funzionamento regolare e soddisfacente. Viceversa gli apparecchi scaricatori installati nella cabina di B e nella cabina di V sulla linea a 40.000 V che unisce queste due sottostazioni, sono stati in parte distrutti durante un furioso temporale. La stessa sorte è capitata ad uno degli scaricatori installati sulla linea a 70.000 V che fa capo a S (*).

La ragione di questa sostanziale differenza di comportamento degli apparecchi, sta essenzialmente nel fatto delle condizioni topografiche ed altimetriche della linea su cui sono installati.

Come soluzione e rimedio fu allora deciso, in occasione di un sopralluogo e di comune accordo, oltre al cambio degli elementi guasti, di aggiungere un elemento in più dei precedenti per ogni colonna degli scaricatori. Fu osservato pure che gli apparecchi erano stati distrutti sulle fasi corrispondenti ai due conduttori più elevati della palificazione. Su questo fatto il Direttore dell'esercizio della rete ha espresso l'opinione che l'aggiungere un elemento può aver favorevole risultato, ma solo parziale. Per ovviare al grave inconveniente di una nuova distruzione delle colonne, in conseguenza delle speciali condizioni altimetriche e topografiche della linea, egli ha espresso inoltre il parere, che non basta aumentare il numero degli elementi, ma bisogna fare in modo che la quantità di elettricità che si scarica attraverso all'apparecchio sia compresa in determinati valori. Dicesi quantità di elettricità, e non intensità di corrente, per ricavare la diagnosi del fenomeno e porporzionare i rimedi.

Per la linea da B a V il filo di terra fu nel frattempo installato dietro suggerimento dello stesso Direttore, almeno per il tratto con i massimi dislivelli, ed esso ha dato subito notevoli vantaggi. Egli è dell'opinione che il filo di terra contribuirà a mantenere la linea in condizioni di esercizio assai migliori di prima.

Lo stesso è da aspettarsi nella cabina S dopo l'installazione del filo di terra sopra la linea di 70 kV.

Nello stesso tempo gli apparecchi scaricatori potranno assai meglio resistere alle sovratensioni ed alle conseguenti oscillazioni perturbatrici di grandissima ampiezza che vengono a formarsi, e quindi a scaricarsi nelle sottostazioni considerate.

Il Direttore di esercizio a questo punto si esprime come segue:

Il filo di terra per queste linee di particolari condizioni altimetriche limita la formazione di considerevoli cariche statiche, che si liberano solo quando un'onda di impulso adessa gli scaricatori. In tali condizioni gli scaricatori appena adescati sono costretti a scaricare quantità di elettricità considerevoli.

In altri termini non c'è motivo di credere che gli appa-

(*) Per quest'ultimo caso occorre notare che per ragioni locali di spazio si volle per un primo tempo funzionare con un elemento in meno del previsto.

recchi in questione non abbiano e non debbono avere un funzionamento ottimo su quelle linee per le quali sono esattamente proporzionati.

Quindi non si tratta solamente di limitare l'intensità di scarica e quindi proporzionare gli apparecchi ad un valore di intensità di corrente aumentandone gli elementi, ma bensì e più esattamente, gli apparecchi devono essere proporzionati alla quantità di energia accumulata sotto forma di carica elettrostatica che nel momento del funzionamento dell'apparecchio viene a rovesciarsi, per così dire, attraverso lo spazio distruttivo, attraversando i vari elementi in serie.

Questa quantità di elettricità, per così dire, dipende dalla quantità di elettricità accumulata nelle condutture, sotto forma di energia statica, ad una tensione che è funzione della tensione statica degli strati equipotenziali terrestri attraversati dalla linea. La maggiore o minore intensità di questi strati, sappiamo, dipende dall'andamento del terreno e dalle sue condizioni vegetative. Or dunque solo così si può spiegare come in taluni casi abbiamo avuto apparecchi che non sono stati in grado di resistere alle scariche, perchè, se proporzionati per dare passaggio ad un determinato numero di ampère per una determinata frazione di secondi, possono non essere in grado di smaltire una maggiore quantità di energia che passi alla terra per un numero di secondi molto maggiore del previsto.

Qui sta il nocciolo della questione, ed io mi ritengo nel vero affermando che tali scaricatori, se ben installati, e cioè nelle condizioni di proporzionalità dovuta, hanno funzionamento regolare e veramente utile, mentre possono ingiustamente essere mal considerati se installati in condizioni di sproporzionalità rispetto alla quantità di energia che devono far passare a terra.

A questo punto, terminando la relazione, non vogliamo mancare di osservare da parte nostra, come le opinioni di così autorevole fonte, ammettenti che le cariche statiche possono aumentare il sovraccarico dei limitatori, sia provocandone un funzionamento troppo frequente, sia aumentandone l'intensità e la durata della scarica, sembrano trovare conferma nelle osservazioni fatte recentemente:

16) Su dei limitatori funzionanti su di una rete svizzera di 50 kV, che furono scomposti per scopo di controllo dopo alcuni violenti temporali. Venne constatato che soltanto gli apparecchi derivati sui due fili superiori della linea, non muniti d'altronde di filo di terra, mostravano delle forti tracce di bruciature, nel mentre che l'apparecchio collegato col filo inferiore, non accusava alcuna scarica.

Gli esempi sopracitati valgono a dimostrare che negli apparecchi: bobine di messa a terra delle cariche statiche, limitatori di oscillazione (valvole Giles) e condensatori, l'elettrotecnica possiede oggi armi le quali rispondono a tutte le richieste di esercizio, riguardo ad una giusta protezione degli impianti elettrici contro le sovratensioni.

Numerosi casi provano la corrispondenza di questi apparecchi, agli scopi ai quali sono destinati. I pochi casi, nei quali il risultato non fu raggiunto subito di primo colpo, e probabilmente non lo sarà neanche nell'avvenire, provano invece il fatto che il problema della protezione contro le sovratensioni in sé, rappresenta un compito sempre, ed in ogni circostanza, multilaterale e difficile, il quale richiede, non solamente la piena dedizione ed una vera competenza nei tecnici che se ne occupano, ma anche una stretta ed intima collaborazione del tecnico specialista coi tecnici d'esercizio.

Tutti gli esempi precitati di risultati pratici ottenuti con l'impiego di apparecchi di protezione, sono fatti rilevati dagli autori nelle reti sulle quali essi applicarono i loro sistemi di protezione. Però nella letteratura tecnica e nelle pubblicazioni periodiche si trovano, anche se raramente, delle informazioni che confermano interamente questi punti.

17) Da un estratto pubblicato nella E. T. Z., 1926, pagina 174, e che si basa sulle pubblicazioni dell'Electrical World, vol. 85, n. 1 e nell'J. Am. El. Engs., vol. 43, pag. 660-665 di E. R. Stauffacher, le informazioni si rapportano ad una rete in California che lavora alle tensioni di 2, 3, 4, 10, 15, 30, 60, 150 e 220 kV. Il numero dei disturbi, provenienti da cause atmosferiche, è relativamente ridotto, quantunque esso sia aumentato dopo l'anno 1920. Il numero degli accidenti nel 1923, è dato dalla tabella seguente:

Tensioni:	10	15	30	60	150	220 kV
Numero accidenti:	98	39	8	14	1	0

Le installazioni erano munite all'inizio unicamente di parafulmini elettrolitici derivati sulle sbarre, disposizione che in seguito si dimostrò del tutto insufficiente. Si riconobbe allora

come necessario di applicare dei parafulmini su ogni uscita di linee; ed oggi si impiegano, o gli oxydfilmarresters o i glowarresters.

Sui 220 kV non è installata alcuna protezione, ed i parafulmini elettrolitici sui 150 kV furono ugualmente abbandonati a causa dei rischi d'incendio che essi presentavano.

Viceversa tutte le linee di 2, 3 fino a 60 kV sono munite d'apparecchi di protezione.

L'applicazione della protezione ai trasformatori di distribuzione della rete è riconosciuta efficace e viene raccomandata. Tutte le nuove installazioni su queste reti per tensioni fino a 60 kV vengono, come regola generale, munite di apparecchi di protezione.

Mancano delle informazioni speciali e precise sulla tenuta dei due tipi di apparecchi di protezione attualmente impiegati.

4. - Conclusioni.

A conferma generale della corrispondenza pratica degli apparecchi di cui sopra al loro scopo, serva il fatto che su molte reti, dopo le prime installazioni di prova, venne spesso più estesa e generalizzata l'applicazione di questi apparecchi, e qualche volta con spese non indifferenti.

Negli impianti costruiti ex-novo, con un'adeguata disposizione protettiva, non è naturalmente possibile, come per gli impianti vecchi, fare il paragone fra l'esercizio antecedente e susseguente all'installazione degli apparecchi in questione; bisogna però osservare la regolarità di esercizio di questi impianti, facendone rientrare le argomentazioni relative nel vasto quadro composto dagli esempi singoli, per ritrarne gli insegnamenti e le conclusioni relative.

Dette conclusioni ci sembrano evidenti e confermate, non solamente dalla pratica europea, ma anche americana.

La tecnica degli impianti elettrici che sempre più progredisce e sempre più si arricchisce, sia nel campo delle ricerche teoriche, che in quello delle esperienze pratiche, tende naturalmente a raggiungere un esercizio ideale, senza disturbi, e della massima continuità. Per questo nel mentre le Case costruttrici tendono a perfezionare ed irrobustire sempre più le parti lavoranti degli impianti, esse devono pure poter contare sull'ausilio della scienza sorella, quella relativa alla protezione del loro macchinario con mezzi idonei. E se questa scienza deve lavorare in un campo più difficile, quello dell'imprevisto e dell'accidentale, appunto per questo essa richiede una competenza ed una serietà di lavoro, una sanità di criteri, che rifuggono dagli allettamenti di un empirismo spesso troppo leggermente praticato, e dalla tentazione di raggiungere dei risultati completi con mezzi precari e primitivi, che screditano il lavoro dei competenti.

Oggi il campo della protezione degli impianti elettrici è già abbastanza bene esplorato e conosciuto, ed il ramo dell'industria costruttiva degli apparecchi di protezione, sebbene assai più giovane degli altri rami di questo scibile, ha saputo talmente e rapidamente progredire, da poter dare agli esercenti di impianti elettrici degli apparecchi che, oltre a non destare preoccupazioni dal lato della resistenza propria, corrispondono ottimamente alle più severe esigenze tecniche.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli Isolatori di porcellana	1,50
più per postali	0,80
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:	
Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente	20,—
più per postali	2,—
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	20,—
più per postali	3,—
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI - Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)	2,50
più per postali	0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	1,—
più per postali	0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	3,—
più per postali	1,—
NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche	4,—
più per postali	1,—
Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI-	
NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)	3,—
più per postali	1,—

SU DI UN NUOVO TIPO DI RADDRIZZATORE

D. SENIGALLIESI

Il Pélabon ⁽¹⁾, studiando il comportamento dei raddrizzatori a galena è stato indotto alla conclusione che il fenomeno del raddrizzamento sia dovuto ad un sottilissimo strato di atomi di piombo presente su particolari faccie dei cristalli di galena. Quando la costituzione cristallina immaginata dal Bragg si mantenga fino alle superfici terminali del cristallo risulterebbe sull'altro infatti che l'ultimo strato atomico su talune faccie cristalline dev'essere costituito da solo zolfo.

Partendo dalle esperienze di P. Collet ⁽²⁾ e di Cayrel ⁽³⁾; il Pélabon ha cercato di riprodurre il fenomeno del raddrizzamento semplificandolo nelle sue particolarità ed è così giunto all'interessantissima conclusione che cospargendo una lamina di piombo con polvere di zolfo ed avvicinando una sferetta metallica alla lamina fino a produrre un lieve contatto si ottiene un raddrizzamento. Il Pélabon con questo detector e due lampade amplificatrici è riuscito ad ottenere delle buone audizioni radiotelefoniche.

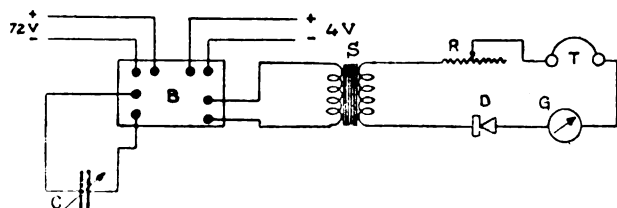


Fig. 1

Sembrandomi che, fra tutte le forme dei raddrizzatori a contatto aventi una possibilità di applicazione immediata come rivelatori di onde hertziane, quello descritto sopra si presenti particolarmente adatto per uno studio sistematico, ho voluto fare alcune esperienze in proposito; per quanto ristrette per ora ad un campo piuttosto limitato esse hanno condotto a qualche risultato che credo opportuno esporre.

Nell'intento di schematizzare ulteriormente il fenomeno e studiando sotto la sua forma più semplice, ho realizzato il dispositivo di fig. 1.

B è un generatore a valvola Bacchini capace di dare corrente oscillante con frequenze da 400 a circa 20.000. A queste frequenze quindi ho dovuto limitare le mie prove.

C è una capacità variabile per mutare la frequenza della corrente fornita dal generatore.

S è un trasformatore tipo radio 1:1 con ferro; esso ha lo scopo di evitare che nel circuito del raddrizzatore passino onde con una base continua.

R è una resistenza regolabile.

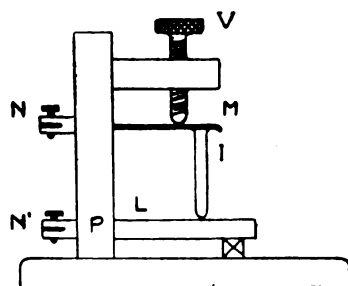


Fig. 2.

T è un telefono in serie nel circuito secondario che serve al doppio scopo di avvertire l'esistenza del contatto in D e di dare un'indicazione, sia pure qualitativa, dell'intensità e della frequenza della corrente alternata che attraversa il circuito.

G è un galvanometro per corrente continua (sensibilità

$7,3 \cdot 10^{-8}$ ampere) misuratore dell'intensità della corrente raddrizzata.

D è il raddrizzatore. Questo è costituito (fig. 2) da una base isolante P su cui è montata una lamina L ed una molla M munita di un cilindretto I di 5 mm di diametro con la punta arrotondata a semisfera; una vite V permette di portare a contatto punta e lamina e regolarne la pressione; N, N' sono i morsetti del detector.

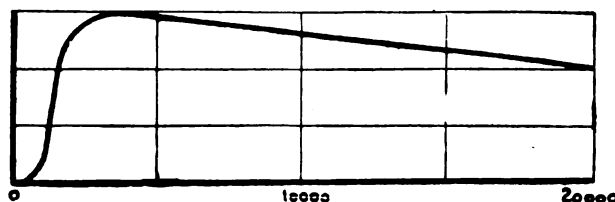


Fig. 3.

Le prove sono state fatte con lamina e cilindretto di diversi metalli (rame, ottone, zinco, nichel). Producendo il contatto dei metalli tra I e L, si ha talvolta una traccia fugace di raddrizzamento difficilmente osservabile e richiedente una regolazione delicatissima della pressione ⁽⁴⁾. Ma si spolveri la lamina L con fiori di zolfo; regolando opportunamente la pressione della punta I contro L si riesce allora facilmente ad ottenere una deviazione permanente del galvanometro e quindi un raddrizzamento.

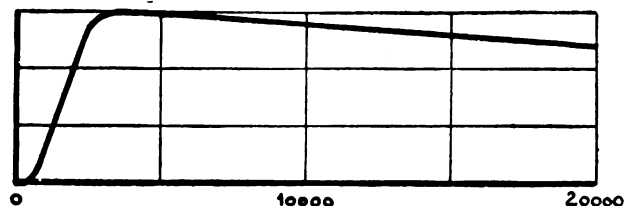


Fig. 4.

Il fenomeno si osserva con maggiore facilità e stabilità nel caso dei contatti ottone-zolfo-ottone, zinco-zolfo-zinco. Nel caso della coppia rame-zolfo-rame, si nota un forte raddrizzamento al momento del contatto della lamina con la punta, precedentemente pulite con tela smeriglio molto fine; ma l'intensità della corrente raddrizzata diminuisce rapidamente fino ad annullarsi; i punti di contatto appaiono allora manifestamente solfurati; pulendo anche uno solo dei contatti si ottiene di nuovo un raddrizzamento che anch'esso s'annulla rapidamente col solfursarsi del contatto.

Col sistema nichel-zolfo-nichel non sono riuscito ad ottenere nessun cenno di raddrizzamento. Si è dunque indotti a concludere che il fenomeno del raddrizzamento è strettamente legato alla formazione di una sottile pellicola di solfuro su una delle superfici metalliche a contatto.

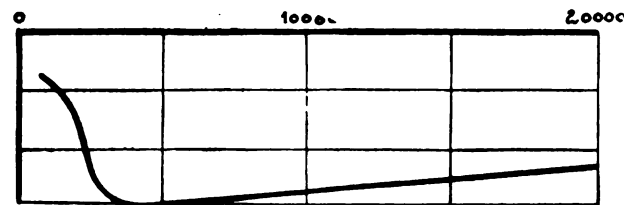


Fig. 5.

A titolo informativo dirò che, mentre la corrente alternata nel circuito R T G D misurata con termo-galvanometro Duddel era dell'ordine di 10^{-1} ampere, la corrente raddrizzata indicata da G nelle condizioni di massimo raddrizzamento era di circa 10^{-5} ampere.

Ma il fenomeno più interessante osservato è il seguente: già nel ristretto campo di frequenze nel quale ho potuto sperimentare si nota che il raddrizzamento dipende dalla frequenza in modo fondamentale ed è caratteristico per ciascuna coppia di metalli.

⁽¹⁾ PÉLABON. — CR - 1925 T 181 pag. 776.

» — CR - 1926 T 182 » 124.

» — CR - 1926 T 183 » 449.

⁽²⁾ P. COLLET. — Ann. d. Phys. 1921 9^a serie, pag. 265.

⁽³⁾ CAYREL. — CR - 1925 T 180 pag. 1728.

» — CR - 1925 T 181 » 1127.

⁽⁴⁾ Di questa forma di raddrizzamento ancor più semplice di quella presa da me in esame ma, per quanto mi consta, non adatta ad una utilizzazione pratica immediata, trattano più o meno direttamente numerosi lavori (v. in particolare quelli più recenti di Rohmann, Z. S. für Phys. 31, pag. 311, 1925 e Szekely, Z. S. für Phys. 25, pag. 51, 1924).

Questa conclusione viene immediata dall'esame dei grafici di fig. 3-6.

Per quanto il raddrizzamento non presenti i caratteri di una assoluta stabilità ho potuto costruire dei diagrammi portando sulle ascisse i diversi valori della frequenza, calcolati in base a quelli della capacità C e sulle ordinate le corrispondenti deviazioni del galvanometro G .

Le ordinate positive corrispondono a correnti raddrizzate nel senso punta lamina.

Le coppie di metalli per le quali sono stato in grado di ottenere il diagramma sono state le seguenti:

1) punta ottone, lamina ottone (fig. 3), la corrente è costantemente raddrizzata nel senso punta-lamina, si ha un sensibile optimum nel raddrizzamento per una frequenza prossima a 3000 periodi al secondo.

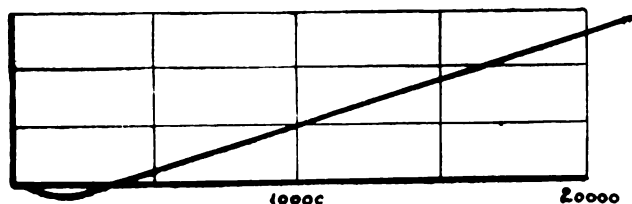


Fig. 6.

2) punta zinco-lamina zinco (fig. 4) il comportamento è simile a quello ottone-ottone. Corrente raddrizzata nel senso punta lamina.

3) punta rame lamina ottone (fig. 5). Pur avendosi un massimo non si ha cenno di riduzione allo zero per le basse frequenze. La corrente raddrizzata va nel senso lamina punta.

4) punta rame, lamina zinco (fig. 6). Questa coppia è caratterizzata da una grande sensibilità e da un'inversione del raddrizzamento che dal senso lamina punta alle basse frequenze passa al senso contrario alle alte.

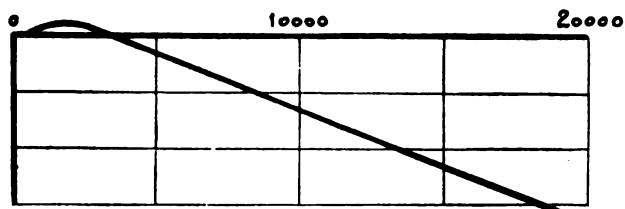


Fig. 7.

5) La fig. 7 si è ottenuta montando in detector un cristallo di galena con punta di rame. Si ha anche qui un'inversione; la corrente dal senso punta-lamina alle basse frequenze passa al senso lamina-punta alle alte.

CONCLUSIONI.

1) La natura dei metalli a contatto influisce grandemente sulla sensibilità, sulla stabilità e sul comportamento generale del detector.

2) Notevole influenza sul funzionamento del detector ha la frequenza. Nel campo, pur non molto esteso, delle frequenze impiegate, si è potuta stabilire in molti casi l'esistenza di una frequenza ottima per il raddrizzamento.

3) La formazione di un sottile strato di solfuro su uno dei metalli a contatto sembra necessaria perchè il raddrizzamento avvenga.

*

Il presente lavoro è stato eseguito nel Laboratorio di Fisica del R. Politecnico di Torino, dietro suggerimento del Prof. Perucca.

COMMISSIONE ELETTROTECNICA INTERNAZIONALE

.. .. Rapporti dei Delegati italiani

Comitato di studio per i Motori primi

Per bene comprendere la situazione creatasi a New York, è opportuno richiamare i precedenti della questione. L'idea di unificare internazionalmente le definizioni e le norme relative ai Motori primi venne affacciata dal Comitato italiano fino dal 1913 alla Riunione tenutasi a Londra in quell'anno e le proposte dello stesso Comitato italiano formarono l'oggetto della pubblicazione n. 29 dal titolo: « Motori primi per impianti elettrici - Nomenclatura delle turbine idrauliche » che fu il punto di partenza dei futuri sviluppi.

L'argomento, causa la guerra, poté essere ripreso solo nel 1924, ancora a Londra, in occasione della World Power Conference e fu in seguito oggetto di discussione nella Riunione dell'Aja nell'aprile del 1925.

In questa Riunione però si manifestarono forti divergenze di vedute fra i diversi Delegati e, non risultando possibile un accordo, venne deciso di rinviare l'argomento allo studio dei Comitati Nazionali, fissando meglio i limiti e gli scopi del lavoro secondo il programma seguente:

I. — Che il titolo della pubblicazione 29 fosse mutato in: « Impianti e Macchinario Idraulico ».

II. — Che la pubblicazione fosse divisa in due parti: la prima comprendente le definizioni di carattere generale relative ai fiumi, canali, serbatoi; la seconda più particolarmente riferita alle turbine.

Che questa seconda parte avesse carattere pratico, per uso industriale e fosse divisa in quattro sezioni e cioè:

- a) Definizioni relative alle turbine;
- b) Dati per le richieste di preventivi e stipulazioni di contratti;
- c) Metodi di prova per i collaudi;
- d) Un'appendice colle unità di misura nei due sistemi metrico ed inglese, con simboli, abbreviazioni e rapporti di equivalenza.

Proposte analoghe dovevano essere studiate per i Motori termici.

*

L'esame dei documenti presentati per la discussione a New York dimostra che i Comitati Nazionali non furono molto diligenti nello sviluppare il programma fissato all'Aja e che solo le proposte inglesi potevano dirsi complete. Le proposte italiane consistevano in una revisione del documento 29 nel quale, oltre il diverso raggruppamento delle definizioni, era introdotto il concetto fondamentale di ammettere quale unità di misura della potenza il kW e sopprimere l'HP, conformemente ai precedenti deliberati dell'A. E. I. Le definizioni di carattere generale comprendevano poche voci e mancavano proposte relative ai comma b) c) d) del programma sopra riportato.

Il Comitato Cecoslovacco, di recente ammesso nel Comitato Elettrotecnico Internazionale e non ancora convalidato, presentava un voluminoso documento nel quale però non si trovava cenno delle definizioni di carattere generale, mentre risultava completo per i comma a) b) c) d) della seconda parte.

Gli altri Comitati si limitavano a critiche ed osservazioni di carattere particolare sopra singoli punti delle precedenti proposte.

La riunione di New York ebbe inizio nel pomeriggio del 14 aprile 1926 sotto la presidenza del Dott. Durand della Università di Stanford, California, colla presenza di numerosi Delegati americani, scelti fra i più autorevoli specialisti nel ramo delle turbine idrauliche quali H. B. Taylor, L. F. Moody, Prof. C. M. Allen, G. A. Orrok, R. L. Thomas, ecc. Questi ultimi fecero distribuire a tutti i Delegati una copia del loro « Test code for Hydraulic Power Plants and their equipment » facendo rilevare che queste norme, frutto di lunghi studi e di estesa esperienza, erano da molti anni in uso negli Stati Uniti e nel Canada ed ammessi da tutti gli Enti pubblici e privati. Pur non intendendo che tali norme fossero accettate senz'altro per includerle nel documento internazionale, gli americani esprimevano il desiderio che esse fossero prese in considerazione e seguite per quanto possibile.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

Il Presidente iniziò la discussione colla lettura del documento inglese e del nostro nella parte specialmente riferita alle turbine idrauliche. Vivaci discussioni si ebbero subito a proposito delle tolleranze nelle misure di collaudo, dell'adozione del kW quale unica unità di potenza, del modo di misurare la caduta utile negli impianti a camera libera ed in quelli con turbine Pelton.

Gli americani si dichiararono decisamente contrari al concetto della tolleranza perchè in contrasto colle norme sempre seguite nelle stipulazioni contrattuali americane.

La nostra proposta per l'adozione del kW quale sola unità di potenza, benchè appoggiata dai Delegati francese e cileno trovò irriducibile opposizione in tutti gli altri Delegati. Col suo rigetto restò eliminata dalla discussione la parte più originale ed interessante del nostro documento. Quando ebbi la convinzione che ogni ulteriore insistenza per far prevalere il punto di vista italiano sarebbe stato inutile, pur essendone spiacentissimo, ritenni opportuno desistere da ogni atteggiamento che non fosse in armonia collo spirito di efficace collaborazione che animava la Riunione e col desiderio che tutti i Delegati dimostravano di giungere a conclusioni praticamente definitive.

Nella seduta successiva del 15 aprile il Presidente proseguì l'esame delle altre parti del documento inglese. La discussione sulle definizioni di carattere generale non ebbe punti salienti, mentre fu interessante quella relativa alla regolazione turbine, nella quale la proposta italiana di riferire tutte le variazioni percentuali alla velocità normale per la quale la Turbina è costruita venne accettata dalla maggioranza. Alla fine della seduta il Presidente nominava un Sottocomitato per l'ulteriore esame delle questioni controverse; tale Sottocomitato risultò formato dai seguenti Delegati:

G. J. Darrieus	(Francia);
C. Hoenig	(Svizzera);
V. List	(Cecoslovacchia);
N. Ratti	(Italia);
F. Wallis	(Inghilterra);
H. Birchard Taylor	(S. U. A.) - Presidente.

Le conclusioni del Sottocomitato vennero nuovamente discusse nella riunione di tutti i Delegati tenutasi la sera del 20 aprile e presentate all'Assemblea plenaria del successivo giorno 21.

I punti che più si staccano dalle proposte italiane e dalle norme in uso in Italia sono i seguenti:

I. - *Tolleranza*. — Non è ritenuta obbligatoria e può essere ammessa nei contratti se i contraenti sono d'accordo.

II. - *Caduta utile*: a) *nelle turbine a camera libera*. — All'altezza direttamente misurata fra i peli si aggiungerà la caduta corrispondente alla velocità nel canale di arrivo e si toglierà quella corrispondente alla velocità nel canale di scarico; b) *nelle turbine Pelton*. Alla caduta manometrica si aggiungeranno la caduta corrispondente alla velocità nel punto di applicazione del manometro e la distanza fra il centro del manometro ed il piano orizzontale tangente al punto più basso del circolo divisore delle pale della ruota, qualunque sia la disposizione effettiva del o dei getti.

III. - *La potenza richiesta dal regolatore* od in generale dagli organi non strettamente inerenti alla turbina, deve essere considerata come potenza utile agli effetti del rendimento.

IV. - *Scarto di velocità*. — Sarà calcolato, considerando la massima deviazione della velocità normale e prendendo come denominatore, per il calcolo del valore percentuale, la stessa velocità normale.

V. - *Metodo per la misura dell'acqua*. Sono ammessi: lo stramazzo, il molinello, il tubo di Pitot, il venturimetro, lo schermomobile, il metodo di Gibson, il metodo della soluzione salina (salt titration), il metodo dell'onda salina (salt velocity).

Quanto ai dati per preventivi e contratti, comma b) del programma dell'Aja, si giudicò che non fosse conveniente farne oggetto di prescrizioni di carattere internazionale e si propose di ometterli.

Per i simboli, comma d) si ritenne accettabile la proposta inglese con qualche correzione.

Le proposte così formulate saranno redatte in un testo definitivo e sottoposte ai Comitati Nazionali per essere infine approvate e rese esecutive nella riunione del prossimo anno.

N. RATTI.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. — — — —

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

J. AUCHINCLOSS — **Vari metodi di sincronizzazione.** — Parte II. - (Gen. El. Rev., febbraio 1926, pag. 129).

E' la continuazione di un precedente articolo dedicato all'analisi dei vari dispositivi di sincronizzazione; in questo l'A. si occupa dell'apparecchio più moderno usato per la sincronizzazione delle più grosse unità, il sincronoscopio rotante, e fa un esame accurato delle azioni elettriche e meccaniche che possono derivare dalla messa in parallelo delle più grosse unità.

Il sincronoscopio è un apparecchio molto semplice costituito da un motorino, il cui indotto porta due avvolgimenti spostati di circa 90°, ed alimentati dall'alternatore da avviare, l'uno attraverso una resistenza e l'altro attraverso una reattanza. Il campo, che è prodotto dallo statore del motorino, alimentato dall'alternatore già in marcia, è alternativo, mentre quello risultante dagli avvolgimenti dell'indotto è rotante. L'indotto è la parte mobile dell'apparecchio e tende a portarsi nella direzione in cui il campo alternativo ha il valore massimo con una velocità pari alla differenza di frequenza tra i due alternatori, mentre il senso di rotazione dà un'indicazione della velocità relativa della macchina da avviare rispetto a quella delle sbarre o dell'altra macchina. L'indotto porta un indice disposto in modo che al sincronismo esso si trova esattamente nella direzione verticale.

Il dispositivo può anche essere foggato sul tipo di un wattmetro con momento torcente zero al centro della scala. Equipaggiato con due bobine di tensione, l'una costituisce l'equipaggiamento mobile ed è collegata alla macchina da avviare attraverso un condensatore, mentre l'altra fissa è collegata all'alternatore in marcia o alle sbarre attraverso una resistenza che contiene anche una certa induttanza. Il condensatore colla resistenza e la sua induttanza sono costruiti in modo che quando le due tensioni sono eguali l'indice sta nel centro scala, mentre il momento torcente tra i due equipaggiamenti è funzione dello sfasamento tra le tensioni e varia da zero al massimo spostamento in una direzione per uno sfasamento 90°, mentre ritorna a zero per uno sfasamento 180° e produce lo spostamento massimo nel senso opposto per uno sfasamento di 270°. Perciò, quando l'indice è allo zero, lo sfasamento può essere nullo come può essere di 180°; occorre perciò anche una lampada posta dietro l'indice che è accesa quando lo sfasamento è nullo ed è spenta quando lo sfasamento è di 180°. Se le velocità delle due macchine non sono eguali, l'indice oscilla da una posizione all'altra e, poichè durante mezzo periodo dell'oscillazione la lampada è accesa e durante l'altro mezzo periodo la lampada è spenta, il movimento dell'indice è visibile in un solo senso. A seconda della direzione in cui il movimento riesce visibile si può poi stabilire se l'alternatore da avviare ha una velocità superiore od inferiore a quella degli altri alternatori già in parallelo.

L'A. passa poi a dare diversi schemi di collegamento per la sincronizzazione e si sofferma a considerare il caso in cui la sincronizzazione si eseguisca facendo uso di trasformatori di tensione collegati a stella; tratta pure della sincronizzazione eseguita attraverso trasformatori e analizza i vari casi a seconda del modo come sono eseguiti i collegamenti stessi. L'ultima parte del suo studio è dedicato alle convertitrici sincrone che, per evitare fluttuazioni di tensione derivanti dall'avviamento del lato corrente alternata, specialmente su circuiti luce, sono spesso avviate dal lato corrente continua, nel qual caso si esige la sincronizzazione del lato corrente alternata della macchina colla rete. E poichè le convertitrici sono normalmente esafasi, il caso presenta alcuni problemi piuttosto interessanti riguardanti la sincronizzazione tra un sistema esafase ed uno trifase. L'A. chiude poi il suo articolo trattando della sincronizzazione di gruppi di conversione di frequenza e descrive un sincronoscopio calibrato in modo speciale per essere usato a questo scopo. C. G. E. (*)

(*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Co. Gen. di Elettricità.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

H. T. FRIIS — **Su un nuovo sistema ricevente direzionale.** (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. 13, N. 6, dicembre 1925, pag. 685).

Nelle ricezioni radio, la riduzione del rapporto fra l'intensità degli intrusi e quella del segnale utile è di una importanza evidente. Una delle soluzioni più promettenti del problema è quella di ricorrere a sistemi di ricezione aventi proprietà direzionali, ed è noto (*)

(*) U. SORDINA: *I moderni impianti di ricezione radiotelegrafica.* — L'Elettrotecnica, vol. X, 25 settembre 1923, n. 27 e Pubblicazione n. 25 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

quali importanti contributi siano stati apportati da vari autori a questo riguardo.

L'A. descrive ora un nuovo metodo di ricezione direzionale in supereterodina: metodo che sembra assicuri una certa immunità dai disturbi e che, nelle sue linee generali, risponderebbe al seguente criterio di funzionamento.

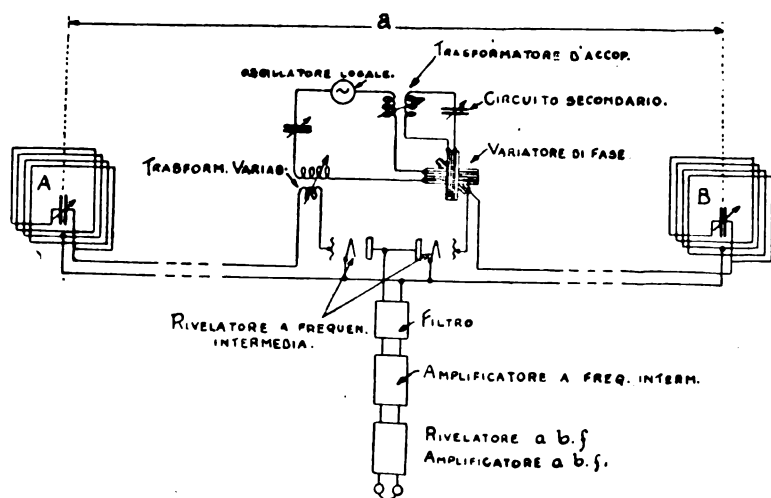


Fig. 1.

Due telai A e B (fig. 1) hanno i centri di figura dei loro piani medi posti ad una reciproca distanza di a metri. Ciascuno di essi, è opportunamente connesso fra griglia e filamento di un proprio triodo e vi determina quindi variazioni di potenziale di griglia dipendenti dall'azione di onde in arrivo. Sullo stesso circuito, griglia-filamento di detti triodi, è anche riportata, induttivamente, l'azione di un oscillatore locale con la caratteristica che, per quella agente sul n. 2., essa può regolarsi in fase in virtù della disposizione sperimentale riprodotta in figura e facilmente interpretabile. Poiché i corrispondenti circuiti di placca agiscono in parallelo ai capi di un filtro e poiché i triodi stessi funzionano da rivelatori a frequenza intermedia, ne segue che alla sortita del filtro è sensibile un effetto risultante la cui ampiezza può anche annullarsi.

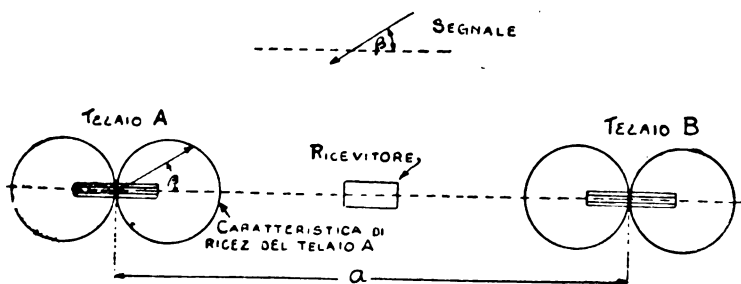


Fig. 2.

Riferiamoci infatti alla fig. 2 e supponiamo di voler captare segnali corrispondenti a onde di frequenza f propagantisi orizzontalmente secondo una direzione individuata dall'angolo β rispetto al piano contenente i due telai orientati parallelamente fra loro.

Si può dimostrare che l'ampiezza della corrente all'entrata del filtro, ampiezza che tiene conto dell'effetto dell'onda λ in arrivo e di quella dell'oscillatore locale, è della forma:

$$I_{\beta} = 2I \cos \beta \cos \left\{ \frac{1}{2} \left(\varphi - \frac{2\pi a \cos \beta}{\lambda} \right) \right\} \quad [1]$$

essendo φ la differenza di fase con cui l'azione dell'oscillatore locale è riportata sul triodo n. 2 rispetto all'analogia azione riportata sul triodo n. 1.

E' evidente che I_{β} assume il valore zero non solo quando $\beta = \frac{\pi}{2}$, ma anche quando:

$$\varphi = \frac{2\pi a \cos \beta}{\lambda} + \pi$$

Ora, una delle migliori utilizzazioni del sistema è quella per la quale, segnali propagantisi secondo la direzione favorita ma di verso opposto ($\beta = \pi$) a quello prescelto, danno un contributo nullo alla ricezione. In tal caso $\varphi = \pi - \frac{2\pi a}{\lambda}$ e la [1] diventa:

$$I_{\beta} = 2I \cos \beta \sin \left\{ \frac{\pi a}{\lambda} (1 + \cos \beta) \right\} \quad [2]$$

espressione analitica del diagramma di direttività nel piano.

Per $\beta = 0$, si ha:

$$I_0 = 2I \sin \frac{2\pi a}{\lambda}$$

da cui si deduce che la distanza a fra i centri di figura dei due telai non può superare un quarto della lunghezza d'onda in arrivo. Per $a = \frac{\lambda}{12}$ si ha un effetto equivalente a quello di un solo telaio.

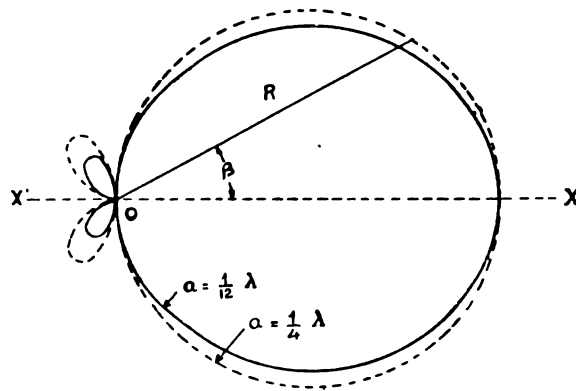


Fig. 3.

Nella fig. 3 sono riprodotti i diagrammi di direttività del sistema nell'ipotesi di $a = \frac{1}{12} \lambda$ ed $a = \frac{1}{4} \lambda$.

L'A. ha voluto verificare sperimentalmente le precedenti considerazioni, e s'intuisce che, pur ricorrendo ad onde di lunghezza relativamente corta, i dispositivi dovevano essere tutt'altro che semplici e trasportabili. Il complesso sperimentale utilizzato è adatto per onde da 400 a 600 metri e costituito da una specie di ponte girevole di circa 35 m. di lunghezza, alle estremità del quale sono posti i due telai. Per l'emissione di W E A F ($\lambda = 492$ m.) l'A. ha trovato che l'esperienza verifica assai bene la formula [2].

Naturalmente, quando si voglia ricevere onde lunghe, un'installazione girevole che permetta di dirigere a volontà l'asse del diagramma, offre difficoltà praticamente insormontabili. Così l'A. che ha voluto sperimentare il sistema anche per onde di 5000-6000 metri di lunghezza, ha dovuto necessariamente ricorrere a una installazione fissa prescegliendo la direzione secondo la quale provenivano i segnali che interessava di captare. Per sfruttare poi i vantaggi della ricezione compensata, il raggio vettore massimo del diagramma di ricezione, ossia la congiungente dei due telai, non erano esattamente diretti secondo la direzione di propagazione del segnale, ma facevano con questa un angolo tale che, pur restando l'intensità di ricezione sufficientemente forte, si potevano eliminare gli intrusi provenienti da un dato settore (fig. 4).

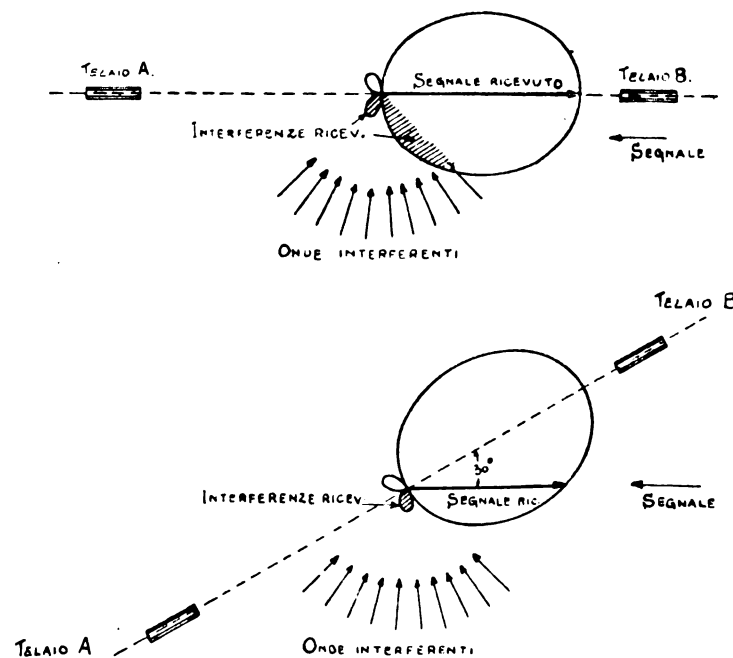


Fig. 4.

L'A. ritiene che il sistema da lui ideato sia realmente efficace per la riduzione di dannose interferenze, e termina dando i risultati grafici di alcune misure di campo elettromagnetico eseguite a Cliff-wood, New Jersey, sopra emissioni inglesi.

V. Go.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Il locomotore elettrico a 3 assi della ferrovia della Valle della Sihl (Svizzera). (Schw. Bztg., N. 3, 16 gennaio 1926, pag. 37).

Come è noto le ferrovie della Sihl (Svizzera) hanno elettrificato le proprie linee fin dal 1924 adottando la corrente monofase a 15.000 V, 16 2/3 periodi.

Fino ad ora sono in esercizio 5 automotrici ma i bisogni dell'esercizio hanno indotto alla costruzione anche di un locomotore destinato prevalentemente al servizio dei treni merci e per le manovre. Ha la potenzialità di traino di un treno del peso di 340 tonn. con velocità di 30 km/ora (per treni merci) e di tonn. 150 per velocità di 45 km/ora (per treni passeggeri) con uno sforzo al gancio di trazione di 12.000 kg. E' del tipo a 3 assi e il peso per asse è solo di tonnellate 12 circa.

La lunghezza è di m. 9,10 con interassi disuguali e precisamente di m. 1,50 fra il I ed il II e di m. 3,00 fra il II ed il III asse. Consta di un corpo centrale più elevato ad (fig. 1) uso cabina per il guidatore, e di due corpi laterali più bassi, uno dei quali contiene un gruppo compressore sistema Oerlikon, il motore-generatore per la c.c. di sicurezza, le batterie degli accumulatori e le bobine; l'altro è vuoto e serve per il trasporto dei bagagli.

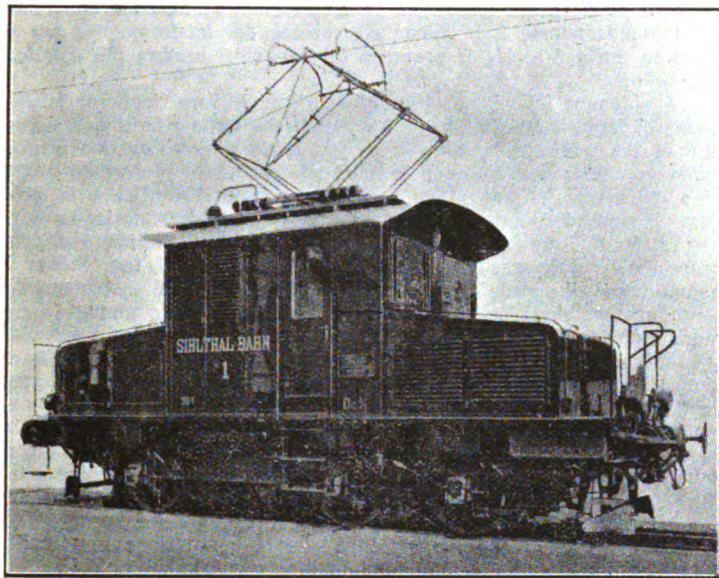


Fig. 1.

La struttura inferiore è costituita da un telaio in ferro profilato e rinforzato opportunamente. Le ruote sono del diametro di mm. 1040 ed il telaio appoggia sugli assi a mezzo di molle e di un speciale dispositivo per assicurare una marcia molto stabile e senza scosse.

Il trasformatore è collocato nella parte inferiore fra i due assi più distanti: la corrente vien trasformata a 500 V per i motori e per gli apparecchi di riscaldamento del freno, ed a 220 per i servizi di sicurezza.

I motori sono del tipo autoventilato e sono uguali a quelli montati sulle automotrici. Hanno una potenza oraria di 160 kw a 27 km/ora o 105 kw a 35 km/ora e trasmettono il movimento agli assi mediante ingranaggi aventi il rapporto 1:4,95.

Per garantire la sicurezza della marcia con la presenza di un solo guidatore è stato adottato un dispositivo di sicurezza costituito da un pedale sul quale appoggia normalmente il piede del guidatore: mancando tale pressione i motori si disinseriscono automaticamente ed entra in funzione il freno ad aria sempreché entro 5 secondi non venga nuovamente premuto sul pedale o su di uno speciale bottone a mano: quest'ultimo dispositivo viene adottato per permettere al guidatore, in caso di bisogno, di spostarsi per la sorveglianza del macchinario o per altro motivo.

g. ve.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

CRONACA**ESPOSIZIONI, CONGRESSI, ECC.**

Una Mostra internazionale permanente di meccanica agraria. — Milano, a cominciare dal prossimo autunno, sarà sede di una Mostra Internazionale Permanente di Meccanica Agraria, destinata a cooperare nel modo più efficace a diffondere fra i nostri agricoltori l'adozione di quei mezzi meccanici dai quali molto ancora si attende la tecnica agricola italiana.

La Mostra, i cui edifici sorgeranno su di un vasto e ben situato terreno alla Città degli Studi, ha, come è esposto nel suo regolamento, due caratteristiche, che ben la contraddistinguono da altre iniziative congeneri: essa non è temporanea, *ma permanente ed è permanentemente illustrata ai visitatori* da tecnici dell'Istituto Sperimentale di Meccanica agraria, che è il promotore e l'animatore.

La Mostra, coll'offrire una sintesi completa della produzione mondiale di macchine agrarie, riuscirà feconda d'insegnamenti e incitamenti preziosi agli industriali nostri, che in questo campo si trovano ancora impastoiati fra mille difficoltà e osteggiati da tante e tante incomprensioni.

La pratica efficacia della Mostra riceverà poi valido incremento dalla circostanza che, in connessione con essa, si svolgerà a Milano fra alcuni mesi un Congresso Internazionale di Meccanica Agraria, primo del genere in Italia.

*

Il 23 ottobre prossimo si inaugurerà, a Parigi, al Palazzo dei Campi Elisi, la terza Mostra di T. S. F., organizzata dal Sindacato Professionale delle Industrie elettriche, nella sede della 20^a Esposizione Internazionale dell'Automobile, del Cielo e degli Sport (seconda serie).

Verranno presentati i più nuovi e perfezionati apparecchi. La mostra interesserà in modo particolare i dilettanti i quali potranno rendersi conto dei progressi conseguiti in Francia nel campo della telegrafia e della telefonia senza fili.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXXI RIUNIONE ANNUALE**BRESCIA - 1-7 Settembre 1926****Cronaca della Riunione.****Mercoledì, 1 settembre.**

L'affollata assemblea inaugurale, a cui parteciparono parecchie notabilità del mondo industriale Bresciano, fu aperta dall'On. Ing. Giarratana il quale portò ai convenuti il saluto augurale della Città e della Provincia, rilevando molto felicemente il costante successo della nostra Associazione, indizio certo della bontà della sua costituzione e del valore degli uomini che l'hanno presieduta.

Prese quindi la parola il Presidente Generale Prof. Sartori per leggere il suo nobilissimo discorso che un riassunto sciuperebbe e che verrà pubblicato integralmente negli atti. Dopo aver ricordato come Brescia sia sempre stata all'avanguardia delle iniziative industriali in genere e delle imprese elettriche in specie ed aver tratteggiato l'imponente sviluppo odierno degli impianti idroelettrici nella provincia, il Sartori fu tratto a soffermarsi sui problemi del rimboschimento, auspicando energici provvedimenti governativi, contro nuovi e dolorosi disboscamenti in atto. E passando dalle applicazioni industriali agli studi scientifici, inneggiò felicemente, nell'ultima parte del suo discorso, al fiorire degli studi e dei laboratori di fisica, per le sempre maggiori fortune del nostro Paese.

*

Alle 15 dello stesso giorno il Presidente Generale inaugura la prima seduta dei lavori della Riunione e dà la parola al Prof. Barbagelata, il quale riassume chiaramente quanto fu messo già in discussione a Napoli in merito agli apparecchi e ai dispositivi di protezione degli impianti contro le sovracorrenti. Egli accenna altresì ai problemi ancora insoliti in questo campo ed espone i suoi contributi in materia

riassumendo la sua ultima comunicazione, presentata appunto per questo Congresso.

Il *Presidente* chiede al Prof. *Barbagelata* ed ai Colleghi presenti di dare notizie circa le eventuali applicazioni di dispositivi differenziali nelle linee e reti italiane. Rispondono *Barbagelata*, *Selmo*, *Norsa*, *Falchetto*, *Righi*, *De Regibus*, *Palestrino*, il quale ultimo accenna specificatamente ai dispositivi differenziali dell'impianto di Venaus per la protezione dei generatori e dei trasformatori contro i guasti interni. *Rebora* riconosce i meriti dei relais per selezione di linee di settori, ma dubita della loro attitudine a proteggere le macchine, perchè essi non sono mai così rapidi come i fenomeni transitori che producono i danni, contro cui si vuole proteggerli. *Barbagelata* risponde associandosi alle osservazioni *Rebora* riguardo al caso di danni prodotti da sollecitazioni dinamiche per sovracorrenti. Ha invece notevole fiducia sui relais differenziali per macchine e trasformatori per diminuire i danni conseguenti ai guasti interni. Ricorda infine il concetto dei sistemi di protezione a selezione preordinata, da lui studiati, e riferisce sui buoni risultati ottenuti col primo grande esperimento nella stazione di trasformazione e smistamento delle Acciaierie e Ferriere Lombarde presso Sesto.

Segue l'Ing. *Bosone* che riferisce su alcuni dispositivi di protezione dei cavi contro i corti circuiti e i contatti a terra. Accenna in particolare ai cavi a conduttori sdoppiati, a quelli con trasformatori di Ferranti, a quelli schermati, ecc. Il *Presidente* ringrazia il conferenziere e dà la parola all'Ing. *Palestrino*, che rileva l'importanza del problema, ma anche la difficoltà di applicare le soluzioni proposte sull'uso del neutro a terra, fa serie riserve sulla loro attuazione per i disturbi telefonici che ne derivano e richiama l'attenzione sulle norme troppo severe e quasi proibitive per gli esercenti, che l'amministrazione dei telefoni ha in animo di imporre. *Barbagelata* ritiene che, nel caso di reti di cavi molto complicate, non sia da preferirsi il sistema differenziale, bensì quello dei relais a caduta di tensione e di quelli a selezione preordinata. *Buffa* ricorda un suo dispositivo brevettato fino dal 1911 e premiato dal Ministero, il quale si identifica col relais Ferranti. *Selmo* ricorda il sistema Pfannkuch. Il *Presidente* fa rilevare, che molte difficoltà alla applicazione dei nuovi dispositivi derivano dal fatto che le reti vecchie mal si prestano ad essa, ma che con ampliamenti e nuovi impianti si potrà migliorare la situazione. *Palestrino* si associa.

Il Sig. *Falchetto*, in sostituzione dell'Ing. *Scolari* riferisce sui tipi di interruttori a richiusura automatica per alimentatori a corrente alternata. Si tratta di tipi specialmente sviluppati in America, di cui viene descritta la struttura ed illustrato il funzionamento. *Rebora* chiede chiarimenti circa l'alimentazione di energia dell'apparecchio automatico e *Falchetto* risponde. Il *Presidente* accenna al continuo crescente diffondersi dell'automatismo. *Ferrara* accenna alle applicazioni di automatici simili su reti per scopi agricoli. Teme che il rilanciare tensione possa far nascere disastri e ciò darebbe responsabilità legali. *Falchetto* risponde che anche senza l'automatico spesso la richiusura avviene subito, in base a istruzioni di massima, anche a mano. *Selmo* e *Barbagelata* confermano.

L'Ing. *Laccetti* riassume la sua nota sulle caratteristiche e i vantaggi della protezione ultrarapida nelle reti a c. c. con speciale riguardo alle linee di trazione ad alta tensione. Ricorda il fenomeno della fiammata al collettore ed i mezzi per prevenirlo ed illustra la crescente richiesta di dispositivi di protezione. Descrive l'apparecchio della G. E. Co. e gli schemi di inserzione di esso, citando come esempio gli impianti della ferrovia Benevento-Foggia. Il *Presidente* ringrazia e commenta brevemente la comunicazione.

L'Ing. *Rebora* richiama quanto ebbe ad esporre a Napoli in merito alla protezione contro le sopratensioni; espone i criteri informativi della indagine statistica da lui effettuata e riassume nuove constatazioni eseguite.

Il *Presidente* ringrazia e rimanda alla seguente seduta la discussione.

*

Alle 18 i Congressisti furono ricevuti in Municipio nel grandioso salone del Vanvitelli ove si trovano il Comm. Calzoni ed il Prof. Di San Lazzaro per il Comune, l'on. Ing. Giarratone per la Commissione Provinciale, il Gen. Segre, l'on. Donardi, ecc.

Il Commissario prefettizio portò ai convenuti il saluto di Brescia e gli rispose il *Presidente* Generale, Prof. *Sartori*.

*

Giovedì, 2 settembre.

La mattina del 2 settembre si apre regolarmente la seduta alle 9 ed il *Presidente* dà la parola all'Ing. *Picker* che espone la relazione da lui preparata con l'Ing. *Pfäffner* sui problemi della protezione contro le sopratensioni. Ricorda come l'empirismo abbia ancora larga parte in questa materia e richiama numerosi esempi al riguardo. Mette in rilievo la nota funzione esercitata dai condensatori come apparecchi protettivi, anche in confronto con gli altri sistemi. Il *Presidente* riassume le opinioni, in parte divergenti dell'Ing. *Rebora* e dell'Ing. *Picker* ed apre la discussione. *Righi* si dichiara « antiprotezionista tendenziale », fa rilevare che il confronto con gli impianti telefonici non è completamente persuasivo, ricorda i pregi del sistema Campos, non ritiene necessario che l'attitudine di scarica delle protezioni sia proporzionata alle correnti che circolano negli impianti. Conclude

affermando che fra molti scaricatori dannosi, ne esistono anche alcuni che certo non sono dannosi e che in qualche caso (certo non in tutti i casi) di sovratensione sono utili. Propone esperienze con spettri elettrici ottenuti con polveri elettroscopiche, che potrebbero fornire qualche dato interessante. *Selmo* riferisce sui risultati di esercizio della linea Pescara, sulla quale furono installati solo all'estremo verso Napoli scaricatori con spinterometro a sfere. Sull'impianto Tusciano soppressi gli scaricatori, si ebbero tante scariche che convenne sistemare gli sforzatori di Friburgo, che diedero e danno finora buon risultato. Ma riferisce che ci sono anche casi perfettamente analoghi, in apparenza, in cui il risultato è stato opposto. Dunque bisogna decidere caso per caso. Ad ogni modo meglio non avere scaricatori, che averli male scelti, male installati e mal sorvegliati. Consiglia scaricatori a sfere e resistenze di grande capacità termica. Il *Presidente* fa osservare come, a parità di altre condizioni, può notevolmente influire sul comportamento degli scaricatori la disposizione della cabina. *Silva* cita gravi danni prodotti dal fulmine su linee fuori esercizio ed esprime l'opinione che gli scaricatori funzionino spesso efficacemente. *Palestrino* riferisce su quanto ha osservato in America in questa materia; accenna alla soppressione di ogni protezione e alla fondamentale robustezza dei trasformatori, alla messa a terra del centro stella, problema che ritiene debba essere affrontato anche da noi. *Bosone* osserva che il dedurre la tensione dalla distanza esplosiva per elettrodi di forma qualunque è alquanto arrischiato. *Cerretelli* conferma le opinioni americane circa la convenienza del neutro a terra. *Buffa* riferisce su esperienze e statistiche da lui eseguite e conferma che l'elemento fondamentale è la buona costruzione dei trasformatori; per il resto su reti a 9-13 kV la presenza di scaricatori sembra più dannosa che utile.

A chiusura della lunga discussione l'Ing. *Rebora* riconosce la difficoltà di fare statistiche, in cui per ogni caso siano riferiti veramente tutti gli elementi che possono influire in modo decisivo sul fenomeno; chiarisce che il confronto con le linee telefoniche va preso cum grano salis! richiama le difficoltà del rilievo di spettri elettrici e si propone di riprenderli; riconosce che l'azione diretta dei fulmini ha dato casi distruttivi gravissimi, ma a parte tale azione diretta, l'energia propria delle sovratensioni è di regola molto piccola. L'Ing. *Picker* è naturalmente d'accordo che se in un impianto non vi è assolutamente alcun inconveniente senza protezione, non è necessario metterla; ma molti sono i casi, a suo giudizio, in cui tutti possono essere d'accordo.

L'Ing. *Boschi* tratta della ventilazione delle macchine in circuito chiuso e riferisce i risultati ottenuti su molti impianti già eseguiti, preconizzando una sempre più larga applicazione del sistema divenuto ormai, a suo giudizio, assai semplice ed economico. Egli conclude la sua comunicazione con la proposta di rivedere le norme di collaudo delle macchine per renderle logicamente applicabili alle macchine ventilate in circuito chiuso. Il *Presidente* ringrazia e propone di trasmettere tale proposta al Comitato Elettrotecnico. *Volterrani* e *Selmo* fanno alcune osservazioni e *Selmo* accenna che la ventilazione in circuito chiuso urta spesso contro serie difficoltà economiche.

Segue l'Ing. *Cerretelli* che riferisce sui trasformatori con variazione di rapporto sotto carico, che ritiene vantaggiosi sia riguardo alla continuità di esercizio sia riguardo alla buona regolazione delle tensioni. Confronta i trasformatori regolabili con le altre soluzioni del problema e accenna ai dispositivi oggi usati in America. *Lilli* chiede chiarimenti circa l'uso eventuale di due circuiti magnetici in luogo di due elettrici. *Vallauri* dà al riguardo alcuni chiarimenti su un suo antico dispositivo per i locomotori monofasi. *Righi* si ferma sulla questione economica; l'aumento di prezzo, specie per trasformatori medi e piccoli è assai forte; preferisce semplici trasformatori, tutto al più con commutatori a diretta manovra dall'esterno. *Cerretelli* dà chiarimenti.

*

Il *Presidente* nell'aprire la seduta pomeridiana del 2 settembre consegna all'on. Motta la somma di L. 53.000 raccolte dall'A.E.I. per gli infortunati del Gleno, somma che viene affidata alla Società Edison per l'erogazione secondo le direttive votate dal Consiglio. L'on. Motta ringrazia della fiducia dimostrategli e si associa alla proposta del *Presidente* di rivolgere ancora un pensiero di rimpianto alle vittime del disastro.

Il Prof. *Lombardi* svolge la sua comunicazione su alcuni nuovi tipi di macchine convertitrici. Ricorda il transverter e la macchina analoga dell'Ing. *Urbinati* e riferisce che riguardo al primo non vi sono passi avanti. Accenna poi ad alcune recenti proposte di macchine convertitrici alquanto diverse dalle solite e precisamente a un articolo Meller comparso nell'« Elektrotechnik u. Maschinenbau » e ad uno Creedy comparso in « The Electrician ». Riassume i principi di tali macchine e accenna a una macchina di prova dell'ultimo tipo da lui allestita e alle esperienze su di essa eseguite nei riguardi delle perdite prodotte da forme complicate di magnetizzazione. Il *Presidente* ringrazia il conferenziere e rimanda ad altra seduta la discussione.

Segue l'Ing. *Ferrario* che apre la serie delle relazioni sul viaggio in America, trattando delle centrali termoelettriche. Accenna alla grande ricchezza degli strumenti di misura e di controllo, alla accuratissima manutenzione e pulizia di quelle centrali, ed esemplifica le particolarità più importanti di esse riguardo alle pressioni e alle temperature raggiunte, ai sistemi di combustione, ai tipi dei generatori di vapore e dei gruppi turboalternatori, agli incidenti più frequenti, ai servizi ausiliari, ai provvedimenti in favore del personale, alle interessenze, ecc.

L'on. *Motta* richiama l'attenzione dei colleghi sulla situazione attuale dell'industria elettrica di fronte alla produzione termica dell'energia, sopra tutto dal punto di vista economico. Ritiene che una modernissima centrale termica possa oggi vendere l'energia a prezzi paragonabili e forse inferiori a quelli che dovrà richiedere un giorno o l'altro la centrale idroelettrica. Ritiene che la stabilizzazione e progressiva rivalutazione della lira sia di grande interesse per la fortuna dei nostri impianti idroelettrici e propone che l'A. E. I. voti un plauso al Governo per i recenti provvedimenti emanati al riguardo.

Il Presidente accoglie la proposta e annuncia che la porterà all'assemblea del giorno 5.

L'Ing. *Bianchi* riassume la sua comunicazione sulla grande trazione elettroferroviaria in America, citando particolarmente molti dati sulla Chicago-Milwaukee, che della grande trazione a c. c. a 3000 v. costituisce forse l'esempio più tipico e che ha avuto ottimi risultati tecnici. Tratta anche della Butte-Anaconda e della ferrovia della Virginia elettrificata, quest'ultima, col sistema detto « splitphase » e con locomotive potentissime. Lo sviluppo relativamente poco rapido delle elettrificazioni in America è dovuto all'enorme investimento di capitale che esse richiederebbero, al basso costo del carbone, alla concorrenza delle linee di navigazione, alla incertezza fra il sistema a corrente continua e quello monofase nel caso di traffico raro e pesante. L'Ing. *Bianchi* mette in rilievo anche le differenze nelle condizioni fra Europa e America riguardo a questo problema e conclude affermando che per ora in America conviene elettrificare solo linee assolutamente eccezionali.

*

Alle 20 i Congressisti si raccolsero al banchetto ad essi offerto dagli industriali bresciani di cui una larga rappresentanza era presente.

Alle frutta parlarono il Presidente Generale Prof. *Sartori* per ringraziare gli ospiti cortesi, l'On. Prof. *Motta* come industriale ma soprattutto come collega dei congressisti, suscitando un vivo applauso all'indirizzo dell'Ing. *Barni* che da tanti anni onora l'elettrotecnica bresciana, ed infine l'On. Ing. *Giarratana* inneggiando all'avvenire dell'elettrotecnica e della Patria.

*

Venerdì, 3 settembre.

La mattina del 3 settembre la seduta si inizia con la relazione del Prof. *Morelli* sulle costruzioni elettromeccaniche in America. Prevede alcune idee generali sulle ragioni della floridezza degli Stati Uniti. Descrive poi più minutamente le organizzazioni Ford, Westinghouse e General Electric, sia dal punto di vista tecnico sia da quello economico e sociale, accennando anche agli efficaci metodi di partecipazione agli utili e di educazione ed istruzione del personale. Il Presidente ringrazia vivamente l'oratore e ricorda, a proposito del sistema monofase, come esso abbia avuto origine in Italia.

L'Ing. *Ratti* riferisce in materia di turbine idrauliche in America. Accenna alla disponibilità di forze idrauliche negli Stati Uniti e nel Canada, e alla storia dello sviluppo industriale in questo ramo. Descrive i tipi più importanti di turbine, che la tecnica americana oggi sviluppa e spiega le ragioni delle varie tendenze, che si vanno affermando. Mette anche in rilievo il generoso spirito di collaborazione con cui tutti in America si aiutano per realizzare il più rapido progresso scientifico-tecnico e industriale. Accenna ai metodi di misura delle portate secondo i concetti più moderni e spiega infine certe differenze di indirizzo fra la tecnica americana e quella europea.

Il Prof. *Lombardi* descrive il Bureau of Standards, la sua organizzazione, i suoi reparti, i suoi compiti, la collaborazione delle industrie private, ecc. Fa un ricco elenco delle ricerche scientifiche e tecniche compiute dal Bureau e accenna al problema di un'analoga istituzione che taluno vorrebbe far sorgere in Italia e alle ragioni pro e contro riguardo a tale proposta, la cui attuazione non sembra urgente.

L'Ing. *Clerici* riassume le sue impressioni d'America riguardo al problema dell'illuminazione. Riferisce su tutti i quesiti scientifici, che vengono affrontati e sviscerati in America per perfezionare e far progredire i metodi di illuminazione e renderli sempre meglio rispondenti a tutte le esigenze tecniche e fisiologiche. Fa un confronto fra le condizioni dell'industria in Europa ed in America. Cita, fra le novità, le lampade smerigliate internamente e ne illustra le proprietà e le caratteristiche, facendo rilevare i notevoli vantaggi di esse.

*

Nel pomeriggio i congressisti poterono visitare gli stabilimenti della Franchi, della Elettrochimica del Caffaro e della Società Elettrica Bresciana, ricevuti dovunque non solo con largo senso di ospitalità, ma con particolare cortesia, in quanto agli ospiti è stata offerta l'occasione di seguire tutte le lavorazioni, talune delle quali specialissime come quelle dei tubi centrifugati della Franchi, e della fabbricazione della soda alla Caffaro.

Alle ore 18 ha avuto luogo un ricevimento nella storica sala monumentale della Camera di Commercio, completamente riattata e che per la prima volta era aperta al pubblico.

Il Comm. *Gorio*, Commissario della Camera di Commercio, ha preso lo spunto di questa fortunata occasione per ricordare quelle che sono le glorie mercantili ed industriali di Brescia che ad ogni tempo

diede fulgido esempio di lavoro e di intelligenza, auspicando alle migliori fortune della nostra gente che non ha per niente dimenticato le virtù e l'esempio dei padri.

A lui rispose il Prof. *Sartori*, per ringraziare non solo, ma per assicurare ancora una volta che tutti i congressisti ricorderanno con viva simpatia queste giornate bresciane, durante le quali non è mancato il più affettuoso e cordiale cameratismo, il che è garanzia di quei sentimenti che sono ormai profondi in tutti gli italiani e che condurranno inamovibilmente alle future glorie della Patria nel campo del lavoro che è anche il campo del progresso.

E' seguito un sontuoso rinfresco che ha chiuso il ricevimento.

*

La seduta serale del 3 settembre viene aperta dal Presidente dando lettura di una relazione dell'Ing. Guido Semenza sulle centrali termoelettriche americane, sulle linee di trasporto, sugli interruttori per grandi potenze, sulle applicazioni domestiche dell'elettricità, sull'organizzazione industriale, sulle tariffe di vendita dell'energia, sui telefoni e così via.

Segue l'Ing. *Palestrino*, che comincia innanzi tutto col rilevare lo spirito di vera e cordiale colleganza, di cui i tecnici americani hanno dato prova verso gli italiani e propone un voto di ringraziamento ai colleghi d'oltre oceano. Ricorda Edison, Lieb, Faccioli, e passa poi a parlare dei grandi impianti americani di produzione dell'energia, descrivendo i sistemi di conversione e di distribuzione e i requisiti a cui questi debbono soddisfare riguardo a un'assoluta continuità di certi servizi urbani. Ricorda gli impianti di trasporto a 220.000 V entrati ormai da tempo in effettivo servizio e torna sull'argomento del centro stella messo a terra, accennando alla necessità che la terra sia fatta con la maggior cura possibile. Parla delle cabine all'aperto, degli apparecchi e dei trasformatori in esse installati, degli inconvenienti di natura meccanica che si son dovuti eliminare nel caso delle linee con grandi campate e della regolazione delle lunghe linee.

Segue infine il Prof. *Rebora* che espone e riassume le sue osservazioni sull'isolamento e sulla temperatura degli avvolgimenti. Ricorda le difficoltà, che si oppongono a esatte misure di temperatura e gli errori che su queste influiscono. Analizza le più probabili avarie di avvolgimento negli alternatori e mette in rilievo l'importanza dell'isolamento fra conduttori e delle relative verifiche. Conclude con alcune proposte circa il collaudo delle macchine nei riguardi delle prove di isolamento interno sulle quali prende la parola l'Ing. *Vannotti* per associarsi in massima, salvo qualche riserva circa la durata delle prove stesse. L'Ing. *Pickler* fa anch'egli qualche osservazione in merito alla difficoltà economica di realizzare un elevato isolamento interno nelle macchine piccole e alle protezioni esterne.

Sono così esaurite tutte le comunicazioni tecniche della Riunione ed il Presidente chiude la seduta invitando i colleghi all'Assemblea sociale da tenersi il 5 settembre.

*

Sabato, 4 settembre.

La giornata di sabato 4 Sett. fu completamente e bene impiegata nella gita Idro-Ponale-Garda. Due treni speciali della S.T.E.B. partendo alle 6,50 portavano la carovana di oltre 200 gitanti ad Idro, percorrendo la pittoresca Valle Sabbia, verdissima nonostante il nome, nella limpida giornata settembrina. Ricevuti dagli Ingegneri Bernardi, Talenti e Totoli della S. Bresciana, dopo una rapida visita alle opere di regolazione, in galleria, della presa attuale, i gitanti si recavano ai cantieri della nuova grande galleria che con uno sviluppo di quasi 10 chilometri, consentirà di utilizzare i 70 milioni di m³ immagazzinabili nel lago, con un salto di 104 m. nell'erigenda Centrale di Vobarno, prevista per 30.000 kW. Un gruppo di volenterosi si spinse avanti un tratto nella galleria in costruzione, mentre i più si accontentavano delle informazioni e spiegazioni degli ospiti cortesi. Tutti invece furono unanimi, dopo la levata mattutina, nell'anticipare la colazione, offerta dalla S. E. B. con ben forniti cestini distribuiti ai convenuti.

Dopo la colazione si prese posto in una lunga serie di autobus che alle 13 si avviavano lungo la pittoresca riva del lago fino a Storo. Là la carovana iniziò la salita lungo la selvaggia e grandiosa Val Ampela, per sboccare poi, a singolare contrasto, nella ridente conca di Bezzecca. La disomogeneità di potenza dei veicoli aveva un pò sgranata la carovana, provocando qualche ritardo. La sosta a Bezzecca fu quindi assai breve e ci si limitò ad osservare da lungi il monumento commemorativo della battaglia garibaldina. Dopo aver costeggiato l'ampio laghetto di Ledro si sostò al Cantiere per i grandiosi lavori del nuovo impianto del Ponale, destinato a sostituire l'antico, distrutto durante la guerra e solo parzialmente riattato in seguito. Il nuovo grande impianto dovuto al Consorzio dei Comuni di Rovereto e di Riva, utilizza direttamente il lago di Ledro, che perimetterà un invaso di 75 milioni di m³, mediante una galleria di 6 km, sboccante in un pozzo piezometrico sulle rive del Garda, proprio sopra Riva. Saranno così disponibili 590 m di salto, utilizzato nella centrale (per cui si sta preparando lo spiazzo, proprio alle porte di Riva) prevista per 5 gruppi da 21.000 kVA. I visitatori furono ricevuti dal Presidente del Consorzio Comm. De Francesco, dai Consiglieri Calzoni e Berni e dal direttore dei lavori Ing. Model che col l'aiuto di grandi e bei disegni illustrarono l'opera grandiosa. Data

l'ora tarda si rinunciò ad entrare in galleria, ma si fece onore ad un rinfresco che giungeva opportuno dopo il caldo e la polvere del tragitto. Ripresi gli autobus si inizia la rapida discesa lungo il Ponale, sboccando sul lago in quella fantastica strada scavata a mezza costa che non si può rivedere senza ammirazione. Peccato che il cielo si fosse oscurato e che nere nubi coprissero l'Altissimo e tutte le montagne dell'altra sponda.

A Riva attendeva il piroscalo speciale pavesato che trasportò la comitiva direttamente a Cardone. Nonostante un furioso acquazzone, il viaggio lacuale fu assai gustato: è anche sotto quelle luci temporalesche il Garda rivelava aspetti nuovi e suggestivi.

A Gardone, al Savoia, seguì il pranzo sociale, scevro da ogni cerimonia data la «mise» dei convenuti. Alle frutta parlò per primo, felicemente come sempre il Prof. Sartori provocando fra l'altro una viva acclamazione ai colleghi Bresciani Barni ed Orefici. Gli risposero l'Ing. Cozzaglio, Podestà di Gardone, l'Ing. Selmo per i Soci, l'On. Ing. Giarratana e l'Ing. Montagni. Alle 22 si risaliva nei treni speciali della S.T.E.B. che poco dopo le 23 sbarcavano la comitiva soddisfatta, a Brescia.

*

Domenica, 5 settembre.

Esaurito il Programma tecnico della Riunione, la mattina del 5 fu dedicata all'Assemblea generale dei Soci che riuscì assai numerosa. Dopo un lucido riassunto dei lavori del Congresso il Presidente generale Prof. Sartori, fece la relazione annuale sulla vita del Sodalizio, cominciando dal movimento soci, chiuso con un notevole attivo, nonostante numerose dimissioni causate dal piccolo aumento della quota sociale, e le immane e dolorose perdite. L'Assemblea ascoltò reverente, in piedi, la commemorazione dei consoci defunti nell'annata.

Il presidente ricordò poi i più salienti aspetti dell'attività del Sodalizio: la partecipazione alla Riunione della C.E.I. a New York, quella alla Conferenza mondiale dell'energia che si svolge in questi giorni a Basilea; il viaggio in Francia di un forte gruppo di consoci; le onoranze a Marconi dello scorso giugno, ecc., ecc. Da conto poi dell'avanzata preparazione del volume Voltiano e della partecipazione dell'A.E.I. alla celebrazione centenaria dell'anno prossimo. Per il volume riassuntivo dell'opera del Volta, verrà aperta una sottoscrizione a quote di L. 25 con diritto ad una copia del volume. Per fronteggiare le spese straordinarie inerenti alle celebrazioni voltiane del 1927 il Consiglio ha proposto di chiedere per l'anno prossimo un contributo straordinario di L. 15 a ciascun socio. L'assemblea approva ad unanimità la relazione del Presidente e le relative proposte, come ad unanimità approva i bilanci dopo le delucidazioni del presidente le quali provocano un vivo applauso alla Redazione della *Elettrotecnica*.

Il Presidente informa ancora di avere inviato, secondo le proposte dell'On. Motta, un telegramma di plauso al Presidente del Consiglio per i provvedimenti a favore della lira, e si accomia quindi dai colleghi, ringraziandoli della fiducia in lui riposta. Un applauso caloroso saluta le parole del presidente e si rinnova a più riprese affettuoso, quando il Prof. Ferraris si porta il saluto dei Soci al Presidente Sartori, rievocandone molto felicemente l'opera e riavvicinandola a quella di uno dei primi presidenti dell'A.E.I.: il Prof. Grassi, presente alla seduta è fatto pure oggetto di una vivissima manifestazione di simpatia.

Il Prof. Sartori profondamente commosso, ringrazia ancora il Prof. Ferraris ed i colleghi tutti e chiude con un vibrante auspicio per l'avvenire dell'Associazione bene affidata ai giovani che ne rinnoveranno continuamente le file.

*

Nel pomeriggio centocinquanta congressisti partirono, con un treno, per la maggior parte composto di vetture salon, alla volta di Iseo. Le vetture erano state gentilmente messe a disposizione dalle FF. SS. mentre il servizio era esercito dalla S.N.F.T. Quest'ultima, con gentile pensiero, offrì magnifici fiori alle signore e signorine partecipanti alla gita.

Una trentina di congressisti scese ad Iseo e percorse col vapore «Sebino» le due rive del lago rientrando a Brescia la sera alle ore 19. Il grosso della comitiva proseguì invece col treno speciale sino ad Edolo, da dove, a mezzo di grossi autoveicoli raggiunse Pontedilegno. Ivi dopo la cena, al Grand Hôtel, non mancarono le inevitabili danze.

*

Lunedì, 6 settembre.

L'indomani mattina il tempo, piuttosto cattivo il giorno precedente, si era rasserenato, cosicché quasi tutti coloro che avevano pernottato a Pontedilegno affrontarono la salita al lago d'Avio. In un paio d'ore vennero superati gli ottocento metri di dislivello esistenti tra Temù e le opere di presa, anche da parte delle signore e signorine attrezzate con calzature tutt'altro che appropriate al sentiero alpestre. I dirigenti i lavori accolsero con grande gentilezza gli arrivati e furono larghi di indicazioni e schiarimenti sullo sviluppo delle

grandiose opere, non solo ma offrirono un ricchissimo spuntino che fu consumato con appetito... veramente alpinistico.

Mentre si compiva questa escursione i congressisti che non vi avevano partecipato, riunitisi con un gruppetto che aveva pernottato a Edolo, visitarono la centrale di Temù sotto la guida degli ingegneri Carcano e Bettinetti, e parteciparono ad una colazione offerta dalla S. E. Adamello. Allo spumante l'Ing. Comboni ringraziò della ospitalità a nome dell'A.E.I. A lui rispose l'Ing. Carcano. Questa comitiva si recò poi a Forno Allione a visitare i grandiosi impianti di forni elettrici esistenti in quella località, da dove raggiunse la centrale e la cabina di trasformazione di Cedegolo.

Intanto gli escursionisti che erano discesi dal lago d'Avio, visitata la centrale di Temù, parteciparono essi pure ad una colazione offerta dalla C. E. A. Il Presidente generale Prof. Sartori ringraziando con un elevato discorso per l'ospitalità, prendendo lo spunto dalla grandiosa centrale visitata insistè sulla necessità per l'Italia di sviluppare sempre più lo sfruttamento delle forze idrauliche. Infatti, malgrado che valentissimi tecnici, basandosi sui continui progressi della scienza, prevedano che in un prossimo avvenire l'energia di origine termica possa costare meno di quella proveniente dai futuri impianti idraulici, pure per la sicurezza nazionale l'Italia deve assicurarsi l'energia necessaria alle sue industrie prescindendo da qualsiasi contributo straniero. L'on. Stucchi rispondendo a questo discorso ribadì il concetto esposto dal Presidente Sartori.

Levate le mense, questo gruppo di congressisti raggiunse Cedegolo, da dove, visitata la centrale e riunitisi agli altri ivi già giunti in precedenza, sempre col treno speciale, ritornarono a Brescia.

*

Quei soci che la domenica sera erano rientrati a Brescia, il lunedì si recarono a Bergamo a visitare gli stabilimenti della Ditta Magrini e C., e parteciparono a mezzogiorno ad una colazione offerta dagli industriali bergamaschi, presenti le autorità locali. L'Ing. Cortivo della Magrini salutò i congressisti; a lui rispose, a nome di questi, l'Ing. Barni.

Dopo il banchetto, con automezzi gentilmente offerti, venne effettuata la visita dei grandiosi stabilimenti di Dalmine, dove, sotto la guida del Procuratore Generale Dr. Preano e degli ingegneri dello stabilimento, venne seguito il processo di fabbricazione dei tubi Mannenau.

*

Martedì e mercoledì, 7-8 settembre.

La mattina del 7 due vetture speciali portarono da Brescia a Mori un gruppo di circa centoventi congressisti. Essi furono accolti in quella stazione dall'Ing. Montagni e accompagnati alla visita degli stabilimenti della SCAC. Quivi essi assisterono alla fabbricazione dei pali in cemento centrifugato e a dimostrazioni pratiche della loro elasticità e del modo di trasporto, sempre sotto la guida dell'infaticabile Ing. Montagni e degli altri dirigenti la Ditta. Una abbondante colazione offerta dalla SCAC riunì i congressisti che al levar delle mense, dopo il ringraziamento del Prof. Sartori cui rispose l'Ing. Montagni, ripresero il treno dirigendosi alla volta di Merano. Quivi giunsero verso le 16,30 e a mezzo di tram speciali, gentilmente offerti, raggiunsero l'albergo, da dove si sparpagliarono a gruppi per la città ad ammirare le bellezze di quell'incolore soggiorno. La sera vi fu al Casino di Cura Municipale un ricevimento in onore dei congressisti.

Il giorno 8, a mezzo di automobili, venne raggiunta la centrale di Senales dell'Agenzia Elettrica Consorziale. Caratteristici di questo impianto sono i grossi alternatori da 8000 kVA che alimentano Merano mediante una linea in cavo, producendo direttamente l'energia a 18.000 volt. A valle di questa centrale vennero visitate le opere di presa vecchie e nuove dell'impianto di Tel e subito dopo la centrale di Tel, caratterizzata nella sua parte nuova da un'estrema semplicità di schema elettrico. Dopo un vermouth offerto dall'Azienda Elettrica Consorziale i congressisti raggiunsero a piedi la stazione trasformatrice di Foresta della Società Generale Elettrica Trentina. Questa stazione trasforma l'energia proveniente dalle centrali di Senales e di Tel da 17.000 a 100.000 volt alimentando la linea lunga 265 km che va sino a S. Polo d'Enza. Da Foresta a mezzo di tram elettrico venne di nuovo raggiunta Merano, dove ebbe luogo un banchetto al Casino Municipale, banchetto offerto ai congressisti dalle Società Elettrica Alto Adige, Società Elettrica Trentina e dall'Azienda Elettrica Consorziale (già Etschwerke). A questo banchetto oltre ai commissari regi Comm. Markart e Comm. Stefanini parteciparono gli ingegneri Semenza, Rebora, Osella, Zikeri, consulenti o direttori delle varie aziende di cui erano state visitate le centrali. Allo spumante parlarono assai applauditi il Comm. Markart ed il Prof. Sartori, entrambe inneggiando alla elettrotecnica italiana.

Alle 14 e 30, lasciata Merano, i congressisti raggiunsero la centrale di Marleno della Società Montecatini, dove furono assai ammirati i potenti gruppi turbina dinamici che producono l'energia per la decomposizione dell'acqua. Terminata questa visita, venne raggiunta la ferrovia in una stazioncina vicina, e di qui la comitiva si diresse a Verona, dove si sciolse definitivamente anche quest'ultimo gruppo di partecipanti alla XXXI riunione.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

L'industria elettromeccanica in America.

Iniziamo in questo numero la pubblicazione di quelle « impressioni d'America », che tanto interesse destarono nella recente riunione di Brescia, con la relazione del Prof. E. MORELLI, particolarmente competente per rendere conto di quanto gli fu dato di vedere visitando, sia pure affrettatamente, alcune delle più grandiose officine di costruzioni elettromeccaniche del Nord America. Alle notizie particolari, che potranno interessare il costruttore e lo specialista, si sovrappone nello scritto del Morelli una visione generale dell'industria e dell'organizzazione di quel fortunato Paese, che sarà letta da tutti con vero piacere e che potrà dare motivo ad utili meditazioni e ad istruttivi confronti.

Ancora sugli accumulatori piombo-zinco.

L'Ing. PALESTRINO, in una sua comunicazione alla Sezione di Torino, della quale diamo il testo, ritorna a spezzare una lancia in favore degli accumulatori Pouchain (intorno ai quali abbiamo già avuto occasione di pubblicare articoli in vario senso ⁽¹⁾) riportando i risultati favorevoli ottenuti con alcuni elementi provati sotto la sua direzione. Senza voler sminuire il valore di queste e di altre eventuali prove di laboratorio, sempre necessariamente limitate a pochi elementi, rimaniamo dell'avviso già altre volte espresso ed al quale sembra associarsi anche il Palestrino: che cioè solo prove pratiche di carattere industriale, eseguite su numerosi elementi, prodotti industrialmente in serie, possono consentire un giudizio definitivo sul valore di un tipo nuovo di accumulatore elettrico.

Prove di collaudo dei cavi.

Per varie circostanze solo oggi siamo in grado di dare il testo della Comunicazione presentata lo scorso anno a Parigi dal Prof. SOLERI, nella quale, dopo aver confrontato le Norme pubblicate al riguardo in alcuni paesi, egli espone i criteri ai quali a suo modo di vedere, dovrebbero ispirarsi future norme internazionali per le prove dei cavi. Nonostante il ritardo, il problema è sempre d'attualità, perchè non solo la Commissione Elettrotecnica Internazionale non ha ancora creduto di abbozzare l'argomento, ma sono tuttora in gestazione anche le norme nazionali al riguardo. E la pubblicazione del Soleri giungerà opportuna per rimettere sul tappeto la questione.

Illuminazione stradale.

L'Ing. PERI, uno dei pochi che nel nostro paese si occupano razionalmente e con amore dei problemi dell'illuminazione, ci dà oggi modo di pubblicare i risultati di numerose e sistematiche esperienze da lui condotte a Torino sull'illuminazione stradale. Non possiamo che essergli grati, perchè i lavori di carattere sperimentale sono sempre i più pregevoli, costituendo essi la sola base sicura di ogni discussione e di ogni progresso.

LA REDAZIONE.

(¹) Questo giornale: 1921 pag. 743; 1922 pag. 91,93; 1925 pagg. 484, 544, 575 e 646.

LE OFFICINE DI COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE NEGLI STATI UNITI D'AMERICA NEL 1926 □ Impressioni di viaggio

ETTORE MORELLI



Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell' A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

Dopo le riunioni, riuscite quest'anno specialmente interessanti e proficue della *International Electrotechnical Commission* a New York (U. S. A.), nell'aprile del 1926, i colleghi americani hanno offerto ai Delegati delle altre Nazioni un viaggio attraverso le principali città, con opportunità di visite a molte centrali elettriche e ad alcuni dei più importanti stabilimenti per costruzioni elettromeccaniche ed affini, ed è stato questo per noi un grande vantaggio indiretto che abbiamo ricavato dal nostro recente viaggio in America.

Ed io devo anzitutto un sentito ringraziamento al Presidente Generale della C. E. I., Ing. Guido Semenza, ed al Presidente del nostro Comitato Elettrotecnico Italiano, Prof. L. Lombardi, per avermi anche quest'anno voluto chiamare come Delegato italiano alle riunioni internazionali, nonchè al Presidente Generale della A. E. I., Prof. G. Sartori, per avermi invitato a riferire le mie impressioni sulle visite alle officine americane.

Non si tratta di fare una Relazione completa sui progressi nel campo elettromeccanico agli Stati Uniti, le recenti scoperte ed invenzioni più importanti essendo ben note continuamente dalla stampa tecnica periodica ai valenti cultori della elettrotecnica che compongono il mio uditorio; *ma semplicemente di raccogliere alcune impressioni generali dal diario di viaggio*, potendo non riuscire discaro il sentire dalla viva voce di chi aveva molti anni prima vissuto in America come operaio ed ingegnere la vita industriale di quel grande Paese e che dopo qualche decennio ha avuto il piacere di rivederlo molto trasformato e progredito, quello che riguarda l'indirizzo generale e che molte volte non si dà alle stampe, oppure che si riferisce a innovazioni recentissime non ancora pubblicate.

I. - *La prima generale impressione è quella di trovarsi in un continente molto più ricco del nostro ed in continuo rapido progresso.*

La maggior ricchezza traspare, più che dalla influenza che la Borsa di Wall Street in New York ha sull'andamento finanziario mondiale, più che dalle colossali fortune dei molti miliardari, dal generale benessere di un Paese dove quasi tutti hanno l'aspetto di chi è contento di vivere, dove ogni piccola famiglia operaia possiede la sua casetta e sovente la sua automobile, essendovi oltre 18 milioni di automobili su circa 120 milioni d'abitanti. *Quali le cause?* Anzitutto le *ricchezze naturali del suolo*; terre vergini e feraci solcate da immensi fiumi navigabili, servite da grandi porti naturali su due oceani e su vasti laghi interni e quindi prodotti agricoli abbondanti e facilmente trasportabili sia negli Stati che all'estero; *miniere* di carbone, petrolio, rame, argento, oro, in ottime condizioni di sfruttamento; sulle sponde dei fiumi che discendono a Pittsburg voi vedete una serie di miniere di carbone, quasi affioranti, il cui carbone facilmente estratto si scarica sui treni o sui barconi e discende

direttamente agli altiforni ed alle caldaie delle Centrali; a ciò aggiungete le colossali *forze idrauliche concentrate*, come quelle del Niagara con 6 milioni di cavalli disponibili.

E poi un immenso Continente che parla una sola lingua ed ha un comune interesse; da New York a S. Francisco, dal Canada al Golfo del Messico per migliaia di chilometri, non si parla che l'inglese. E se voi confrontate questa circostanza favorevolissima alle intese ed agli scambi ed alla cooperazione, colle difficoltà che abbiamo in Europa dove partendo da un punto qualunque, dopo poche ore di treno, dovete cambiare lingua e modo di pensare e di vivere, dove si ergono sempre nuove barriere, dove continue rivalità e concorrenze soventi assurde portano ad una enorme dispersione di forze e minore utilizzazione delle già scarse risorse naturali, voi vedrete subito quali vantaggi abbia quel paese per arricchirsi e progredire.

E voi vedrete facilmente come dalla possibilità di questa sua vita indipendente ed autonoma, che consegue dal possesso di tutto quanto gli occorre nel campo agricolo, minerario ed industriale, e dalla anzidetta uniformità di lingua e di vita, nascano naturalmente le migliori condizioni per lo sfruttamento delle grandi risorse naturali sulle basi di una *larga cooperazione di tutte le forze* e quindi colla formazione, possibile ed utile, di colossali Enti industriali che da noi vengono soventi considerati sotto la poco simpatica figura del *trust sfruttatore* e che invece là corrispondono a *grandi sistemi coordinati di produzione*, dove, con larghezza di vedute e di mezzi, si va continuamente alla ricerca ed alla immediata applicazione di ogni più potente mezzo di lavoro, per quanto costoso nell'impianto, pur di ridurre il lavoro manuale, elevarlo e meglio retribuirlo, pur di produrre su grande serie tipi standardizzati, migliori e più a buon mercato pel consumatore, pur di favorire l'educazione e l'istruzione del lavoratore, interessandolo anche finanziariamente come azionista, cercando di spingere agli estremi limiti la specializzazione che è la base per una produzione in pari tempo economica e perfetta.

Ed ecco allora come si presentano a noi come naturale conseguenza di tale fortunato stato di cose le grandi Compagnie americane che vanno sotto il nome glorioso della *Baldwin Locomotive Works* di Philadelphia che ha fornito finora la maggior parte delle locomotive a vapore in America e che ora in collaborazione colla *Westinghouse Electric Co.* produce nuovi ed importanti tipi di locomotive elettriche a cui accenneremo in seguito; sotto il nome di *Leeds & Northrup* pure di Philadelphia, specializzata in apparecchi rivelatori a resistenza o termocoppie, in uso ora generale nelle grandi macchine elettriche secondo le specificazioni della C. E. I., sia come indicatori che come registratori; sotto il nome della *Western Electric Co.* di Chicago che produce apparecchi telegrafici e telefonici e specialmente centrali automatiche note in tutto il mondo; il nome della *Weston Electric Co.* universalmente nota pei suoi strumenti elettrici; della *Niles, Bement, Pond Co.* e della *Pratt & Whitney* note ovunque per le loro macchine utensili; della *American Bell Telephone Co.*; della *Otis Elevator Co.* per gli ascensori; *Ingersoll Rand Co.* per le perforatrici di ogni tipo ed anche per le elettropneumatiche, e molte altre a voi note. Ma di tre di questi colossi industriali io devo specialmente intrattenervi, perchè ci riguardano più direttamente, cioè della *Ford Co.*, della *Westinghouse Electric Co.*, e della *General Electric Co.*, le cui officine furono da noi visitate.

II. - Chi sia Ford e quali siano i suoi sistemi industriali ve lo dicono i suoi due libri recenti: uomo di eccezionale attività ed intelligenza tecnica ed amministrativa, prototipo del grande industriale americano per cui la sua carriera non è solo un mezzo di arricchimento, ma una missione, per cui i guadagni non sono scopo a sè stessi ma un mezzo per ulteriori investimenti, sviluppi e perfezionamenti industriali, a beneficio generale dei produttori che devono essere sempre meglio retribuiti e aiutati in tutte le loro contingenze, e dei consumatori che devono sempre avere un prodotto migliore ed a più buon mercato. Le Officine Ford site in *Detroit*, che è il centro automobilistico principale degli Stati Uniti, che hanno prodotto oltre l'85 per cento della richiesta interna di automobili per un valore complessivo di 2,67 miliardi di dollari, hanno in totale circa 100.000 operai e sono in realtà l'assieme di tante colossali officine, ciascuna delle quali produce in grande serie una data parte di macchina (motore, differenziale, cambio, telai, ruote, parti elettriche, vetterie, carrozzerie, ecc.); tutte le lavorazioni dei singoli pezzi sono fatte su gruppi di macchine utensili preventivamente studiate e costruite per effettuare automaticamente, con semplice sorveglianza dell'operaio, le varie fasi del lavoro e dare il pezzo finito a calibro. Tutte le macchine utensili sono

a comando elettrico individuale, evitando l'ingombro, che qui sarebbe inaccettabile dati i molti trasporti aerei, delle trasmissioni meccaniche e con notevoli vantaggi per l'indipendenza, ed anche pel rendimento globale risultante. Le varie parti di macchina, prodotte nei singoli reparti, affluiscono attraverso appositi sistemi trasportatori continui a nastro od a catena, alle sale di montaggio; noi stessi abbiamo qui visto sul banco scorrevole di montaggio arrivare dai vari trasportatori aerei, motori, ruote, telai, cambi, radiatori, ecc. e qui successivamente passare sotto la mano di varie squadre di operai che ne effettuano i collegamenti e gli attacchi, col risultato meraviglioso di vedere ogni circa sei minuti primi uscire alla estremità una trattoria Ford completa, verniciata e funzionante, che corre coi propri mezzi nel cortile di prova finale, il che corrisponde a circa 1500 di tali macchine finite al giorno. Il macchinario corrisponde qui ad un capitale investito elevatissimo, come pure elevato è il costo del rinnovamento e del cambio quando si addiène a qualche modifica di tipo; ma la produzione è quasi tutta automatica, celerissima, uniforme ed in definitiva buona ed economica, dato il continuo sfruttamento del macchinario e la minima mano d'opera richiesta. Per chi si interessa di automobilismo, si nota la larga introduzione delle *automobili elettriche*, specialmente come omnibus e camioncini, con accumulatori a piombo od Edison, per servizi di città (in generale pianeggianti e molto ben pavimentate), la loro diffusione essendo favorita da speciali tariffe ridotte delle Società distributrici, con molte sottostazioni di carica notturna, col vantaggio di regolarizzazione dei diagrammi di carico, specialmente interessanti per le Centrali termiche là molto in uso.

Si nota pure, per le ordinarie automobili a benzina di notevole potenza, come pei motori delle locomotive benzo-elettriche, la tendenza in molti casi a *sopprimere il magnete di accensione elettrica*, sostituendolo col più semplice distributore inserito sulla batteria di accumulatori; la batteria essendo ormai di impiego generale per gli altri servizi di avviamento ed illuminazione, viene così pure utilizzata per l'accensione del motore a scoppio, con un ritorno all'antico. La Ford Co. oltre alle officine principali di *Detroit*, ha pure molte officine sussidiarie per gli accessori sia in *Detroit*, come in altre città dell'Unione; ha poi sparse negli altri Continenti molte officine di montaggio e ricambio e globalmente ha prodotto nel 1925 oltre tre milioni di automobili, autocarri, trattorie e simili; in massima parte (circa 80 %) questa enorme produzione è stata venduta negli Stati Uniti stessi, col risultato di agevolare grandemente le generali comunicazioni, ma però conducendo nei grandi centri ad un adensamento tale di automobili da renderli in definitiva, malgrado le perfette segnalazioni, i severi regolamenti e la educazione del pubblico, un mezzo ormai lento di trasporto.

III. - *Pittsburg*, con 650.000 abitanti, alla confluenza di due fiumi navigabili che formano poi l'Ohio River, sulle cui sponde affiorano innumerevoli miniere di carbone, detta la *Città dell'Acciaio*. Ho voluto visitare una di dette miniere e vi sono disceso con una scaletta, senza ascensore, questo non essendo necessario per la poca profondità del pozzo di estrazione; all'esterno un piccolo impianto di ventilazione, internamente nessun impianto di pompe d'acqua, di quell'acqua che è di tanta preoccupazione nelle nostre miniere; là sotto ho trovato la elettrificazione spinta ovunque agli estremi limiti, sia nella trazione con locomotive elettriche ad accumulatori che a trolley, sia nelle perforatrici di rocce, che nelle escavazioni di carbone, nelle caricatrici ed elevatori, nella illuminazione, ecc. Questo carbone, che alle porte delle miniere viene ora venduto da 2,5 a 3 dollari la tonnellata su vagone o barca, affluisce continuamente agli innumerevoli altiforni, ai Bessmer, alle Caldaie delle centrali elettriche colossali della *Carnegie Steel Co.*, della *Jones & Laughlin Co.*, della *National Tube Co.* che abbiamo visitato e di molte altre officine che producono molti milioni di tonnellate di acciaio e ferro all'anno, trasformato già in trafilati, laminati e tubi senza saldatura ed altri prodotti lavorati.

In questo centro industriale, ad East *Pittsburg*, sorgono le principali officine della *Westinghouse Electric Co.*, fondata nel 1886 da George Westinghouse; esse avevano nel 1894 circa 3000 operai, ed ora ne occupano più di 50.000 con una paga mensile media di circa 4,5 milioni di dollari ed una produzione mensile media di oltre 12,5 milioni di dollari; altri 20.000 operai lavorano nelle varie officine della Compagnia, in *Cleveland*, *Brooklyn*, *Philadelphia*, *Newark*, *Springfield*, *Indianapolis*, ecc. In differenti separate, grandiose officine vengono lavorati in grandi serie tutti i più variati prodotti che interessano la elettrotecnica; e così *tre milioni di lampade* al mese in una di esse, apparecchi di uso domestico con 5000 operai in un'altra, venti-

latori ed apparecchi per radio con 3600 operai in una terza, 100 vagoni mensili di materiale per turbine a vapore e macchinario di propulsione in altre e così via.

Nelle più importanti officine di East Pittsburg, che abbiamo visitato purtroppo molto rapidamente, vi sono installati 28.000 kW di turbogeneratori per vari servizi; esse sono adibite alla fabbricazione in serie di macchine elettriche medie e grandi di ogni specie (motori sincroni ed asincroni lenti e velocissimi per vari comandi industriali, trasformatori trifasi ed anche monofasi fino a 30.000 kVA e 120.000 volt, convertitrici, ma più specialmente gruppi convertitori, locomotive minerarie, turboalternatori fino a 60.000 kW, ecc.) per le quali tutte è notevole l'accuratezza della esecuzione e la cura posta nel controllo meccanico ed elettrico di tutte le parti e dei complessi montati; non posso qui accennare a molti particolari costruttivi interessanti. Mi limiterò a richiamare la vostra attenzione sulle grandi locomotive monotrifasi che abbiamo visto in costruzione e di cui molte furono già fornite alla *Norfolk e Western Railways Co.* per treni merci di 3000 tonn. a velocità di 23 e 46 km-ora. Si tratta di locomotive soventi costrutte in tre sezioni, con 637 tonn. di peso, alimentate da linea monofase a 25 periodi e 11.000 volt, predisposte per un futuro servizio a 22.000 volt, con ulteriore economia di linee e sottostazioni. Sovente tali locomotive vengono accoppiate per trainare 6000 tonn. Il principio è ben noto: in sostanza si ha qui a valle di un trasformatore monofase da 11.000 a 7000 V, un convertitore rotante asincrono, senza commutazione, monofase, conglobato con trasformatore Scott bifase-trifase, che alimenta gli statori trifasi dei due motori asincroni di trazione di ogni sezione. Una di tali sezioni venne da me esaminata nei particolari, constatando come tutto il macchinario sia del tipo senza commutazione (eccezione fatta di un piccolo servomotore di avviamento del convertitore) e come il convertitore nel suo complesso stia come peso ed ingombro nell'ordine di grandezza di uno dei motori di trazione. Questo sistema mono-trifase, mi pare debba essere preso in seria considerazione dalle nostre Amministrazioni ferroviarie; in Italia, dove pel valore dei nostri tecnici si è portato ad un alto grado di buon funzionamento il sistema trifase di trazione coi motori a campo rotante, senza commutazione, di Galileo Ferraris, mi pare, che meriti la spesa una prova con tale nuovo sistema; senza per nulla rinunciare ai pregi delle nostre locomotive trifasi, leggere, semplici, autofrenanti, senza commutazione, e senza apportare ad esse alcuna modifica sostanziale, colla semplice aggiunta (eventualmente per ora su carro addizionale) del convertitore mono-bi-trifase sincrono od asincrono, si potrebbero realizzare i vantaggi della alimentazione monofase ad alta tensione, con un solo filo e con poche sottostazioni statiche. Si è parlato da noi di difficoltà nel disequilibrio delle fasi, ma la riconfermata ordinazione alla Westinghouse di altre locomotive di detto sistema, lasciano supporre che si tratti di ostacoli già superati.

IV. - La *General Electric Co.* ben merita tale nome, coprendo colla sua produzione tutti i rami della elettrotecnica ed estendendo la sua vendita in tutti i Paesi del mondo.

La prima visita da noi fatta è stata quella alle officine di *Lynn - Mass.* nelle vicinanze di Boston, dove ebbi il piacere di intrattenermi lungamente col Prof. Elihu Thomson, fondatore della *Thomson-Houston Electric Co.*, dalla quale poi con successive fusioni è derivata l'attuale *General Electric Co.*, la più importante negli Stati Uniti ed ovunque; ebbi pure il piacere di incontrarmi con alcuni vecchi colleghi, coi quali tempo fa, come operai e come esperti abbiamo lavorato in *tony* le dieci ore assieme, quasi due anni, senza soffrire in salute e molto guadagnando in istruzione pratica, sia col lavoro manuale di riparazione e prova di macchine, sia sugli impianti, sia colle conferenze che eravamo obbligati reciprocamente di fare ai nostri collaboratori. Qui il Prof. Thomson stesso ci condusse attraverso le grandiose officine ora adibite alla produzione in serie di piccoli e medi motori, di generatrici a corrente continua, apparecchi *tungar* e di illuminazione in genere.

Recentemente il Thomson coi suoi assistenti ha escogitato ed applicato un nuovo procedimento per la produzione industriale del *quarzo fuso* sotto forma di tubi, lastre, cubi, prismi, ecc., realizzando con questo materiale, meno fragile del vetro, resistente a molto più alte temperature, ed essendo soprattutto il più trasparente dei materiali finora conosciuti, delle importanti applicazioni nella costruzione di lenti, termometri, tubi, lampade, isolatori, ecc.

In tale occasione abbiamo visitato in Boston il *Massachusetts Institute of Technology*, l'*Harvard Engineering Laboratory* e l'*Harvard University*, istituti di Istruzione Superiore che

hanno da tempo costituito un alto titolo di merito per detta città di oltre 1.800.000 abitanti, che oltre ad essere centro di grandi industrie e dotata di attivissimo porto, è per gli Stati Uniti una città storica, che ha molto benemeritato per la libertà e per l'Unione degli Stati ed è stata sempre alla testa colà nel campo della educazione e della istruzione, meritandosi il titolo di *Atene degli Stati Uniti*. Una speciale conferenza meritano le visite fatte a questi Istituti, come pure alla *Columbia University* di New York, al *Franklin Institute* di Philadelphia, e soprattutto al *Bureau of Standards* di Washington ed agli *Electrical Testing Laboratories* di New York.

Alcuni delegati ebbero occasione di visitare a *Pittsfield Mass.* le altre Officine della *General El. Co.* colà attive con oltre 6000 operai, la cosiddetta *Casa del Mega Volt*, dove ha sede il noto laboratorio del nostro Ing. Faccioli e dove si produce artificialmente il fulmine! è qui dove i fenomeni che si verificano in linee ed apparecchi di altissime tensioni (l'effetto corona ed altri) vengono studiati a fondo e praticamente, rendendo così possibili le effettuate trasmissioni d'altissime tensioni di 200.000 volt ed oltre per grandi potenze di parecchie centinaia di migliaia di kW, ad enormi distanze di 300 km ed oltre; qui furono costrutti i trasformatori monofasi (28.800 kVA; 60 periodi; 220.000 volt) adibiti ai grandi trasporti interregionali della California e della Pennsylvania; qui pure venne costruito per l'Università Stanford di California il primo trasformatore per prove a 2 milioni di volt. L'Officina è regolarmente adibita alla costruzione di trasformatori, reattori, regolatori ad induzione e motori monofasi speciali.

Altri delegati visitarono le Officine di *Erie Pa.* con 4000 operai adibite dalla *General El. Co.* alla costruzione di motori tramviari e di trazione in genere, locomotive minerarie e grandi locomotive di trazione dei vari tipi. Interessanti sono qui le locomotive in costruzione, di cui parecchi numeri furono già forniti sulle Ferrovie, con un convertitore rotante *monofase corrente continua* che è alimentato ad 11.000 volt monofasi da un solo filo aereo e dalle rotaie, e fornisce corrente continua a 600 volt ai motori ordinari di trazione. Si ha quindi il vantaggio della alimentazione monofase di alta tensione con risparmio di linee e di sottostazioni, e quella della elasticità di servizio che permettono i motori a corrente continua, i quali però sono a commutazione.

Interessante pure una locomotiva *petrolio-elettrica*, con ordinario motore a petrolio, o del tipo Diesel, che aziona una dinamo ad eccitazione separata che alimenta a 500 volt i motori di trazione; pel servizio intermittente di linee secondarie questo tipo risulta economico. Meritevoli di particolare attenzione sono i sistemi automatici di blocco adottati specialmente nelle ferrovie sotterranee, sulle quali, malgrado il servizio intensissimo e veloce non si è da molti anni verificato alcun disservizio.

Il così detto *Broad Casting*, cioè la radio trasmissione e distribuzione delle notizie e dei suoni, è stata oggetto di molte esperienze e di importanti impianti per parte della *G. E. Co.* in *Schenectady*; c'è qui un Laboratorio per esperienze su onde di 5 metri a 3000 m. di lunghezza con potenze di 5 a 150 kW, dove si studiano ed applicano gli impianti ad onde lunghe e grandi potenze, come quelli ad onde corte e piccole potenze. Qui si hanno generatrici speciali di 1000 ampere a 33 volt per filamenti scaldati ed altre invece di 12.000 volt per la tensione di placca; qui si provano tutti i vari tipi di antenne trasmettitori.

Ma le Officine di gran lunga più importanti della *General Electric Co.* e forse le maggiori del mondo, sono quelle di *Schenectady* con 311 fabbricati riuniti in un assieme colossale. E' qui dove la più parte delle notevoli invenzioni fatte nella Compagnia col suo grande Laboratorio di ricerche, sono sviluppate e tradotte in pratiche applicazioni. Per fare il giro completo di tutti i piani di tutte le Officine si dovrebbero percorrere circa 70 km e noi evidentemente in una giornata non ne abbiamo potuto percorrere che una piccola parte, per quanto, dove possibile si ricorresse anche all'automobile. Il primo reparto che visitammo è stato quello del montaggio dei quadri ed accessori di manovra, controllo e sicurezza provenienti dalle varie officine specializzate. Qui sono montati anche per esperienze molti interruttori aperti o sezionati che vengono azionati per esaminarne l'intero funzionamento; vedemmo fra altro in funzione un quadro completo per sottostazione automatica di trazione, ed altre per comando di una centrale a distanza; vi sono poi delle complete installazioni coi più svariati tipi di relais, sui circuiti dei quali possono riprodursi i vari inconvenienti che si riscontrano in pratica nei sovraccarichi, corti circuiti, interruzioni, sovratensioni, ecc. per esaminarne,

regolarne ed eventualmente correggerne il funzionamento ed eseguirne la taratura. Anche qui è annessa una sala per prove di altissima tensione dei vari materiali, delle singole parti di macchina e delle macchine complete.

Non parlo dei Reparti relativi alla fabbricazione degli isolatori e dei cavi, per quanto molto estesi ed importanti; colà ha destato vivo interesse il cavo di altissima tensione ad olio del nostro Ing. Emanuelli. Mi soffermerò piuttosto sui due Reparti N. 16 e 60 relativi alla lavorazione, montaggio e prova del *grande macchinario elettrico* per noi specialmente interessante. Qui vediamo i grandi pezzi in fusione di ghisa od acciaio per statori e rotorii posti su grandi piattaforme ed in buona parte lavorati con *macchine utensili trasportabili a comando elettrico individuale* od anche aventi più motori su di una stessa macchina; si tratta di veri sistemi elettromeccanici in cui la distribuzione elettrica di energia all'interno della macchina, con vari motori, di traslazione, rotazione e lavorazione, viene a semplificare di molto la costruzione e la manovra, migliorando anche in potenzialità e rendimento globale, e non di ordinarie macchine a cui, con soluzione più o meno razionali, sono stati poi applicati i motori elettrici. Nella Officina N. 60, lunga 245 m. e larga 92 m. con 35 ponti scorrevoli fra 15 e 100 tonn. di portata ed oltre 1000 macchine utensili, vengono lavorati *grandi alternatori verticali, trifasi, lenti* come quelli a 25 periodi di 70.000 kW, col peso totale di 700 tonn. con rotorii di 7 m. di diametro divisi in 10 sezioni di 18 tonn. ciascuno forniti al *Niagara*; sul complesso rotante di oltre 200 tonn. è interessante la applicazione del *supporto verticale*, non del solito tipo Mitchell a segmenti oscillanti su appoggio sferico, ma del tipo speciale della G. E. Co. in cui si ha una corona inferiore fissa di acciaio (munita di profonde scanalature radiali e resa così pieghevole) appoggiata sul basamento attraverso un gran numero di piccole molle a spirale verticale, su cui gira un'altra corona analoga portata dall'albero girante, in modo da avere una conveniente distribuzione della pressione sulla larga superficie di appoggio, lubrificata con olio sotto pressione, il tutto essendo immerso in scatola d'olio con serpentino di acqua refrigerante. Di questi alternatori, ne furono forniti molti per le due nuove grandi Centrali di 500.000 kW ciascuna, sulle due sponde Americana e Canadese delle *cascate del Niagara* che hanno circa un km. di ciglio e 7000 m³ di portata al 1" su 50 m. di salto. Incidentalmente ricordiamo qui il *modello in scala ed in funzione* con apposite elettropompe, dighe di sbarramento, ecc. che è stato da noi visto e che riproduce in piccolo le condizioni delle cascate nelle *attuali condizioni* con solo circa un milione di cavalli utilizzati, con un ciglio qua e là interrotto e spessori variabili di acqua al ciglio che raggiungono i 6 m., e le *diverse e migliorate condizioni delle cascate* nelle quali, con variata distribuzione dell'acqua sul ciglio, senza alterarne il meraviglioso effetto panoramico, è possibile derivare l'acqua occorrente per altre progettate centrali, con utilizzazione di altri due milioni di HP per distribuzione nella industriosa zona circostante. *Analogo concetto potrà forse applicarsi a qualche nostra cascata*. Incidentalmente ricordiamo qui pure una delle molte fabbriche di prodotti elettrochimici che utilizzano dette cascate, la *Niagara Electrolytic Iron Co.*, a cui è collegata la *Società Italiana Metallurgia Elettrolitica* con Officine a Pont-St.-Martin in Valle di Aosta la quale, con energia idroelettrica e materie prime nazionali, fabbrica lamierini di ferro elettrolitico per industrie elettromeccaniche, bombe di alta pressione, tubi, ecc., che promettono larghe applicazioni nelle nostre industrie.

Nelle Officine della General El. Co. di Schenectady N. 60 vengono in modo speciale costrutte le *turbine a vapore ed i turbo-alternatori*; abbiamo visti in costruzione, ormai standardizzati, turbo-alternatori da 50.000 kW a 60 periodi e 1800 giri, vedemmo pure il rotore in un sol pezzo di acciaio fresato per alternatore di 70.000 kW e nuovi tipi di turbine a vapore per 35 atmosfere di pressione; una turbina di oltre 82 atmosfere e circa 2000 kW della G.E.Co., posta a monte di altre a 24 atmosfere abbiamo visto in funzione nella *Edgar Station di Boston* con una potenzialità finale di 600.000 kW, che produce industrialmente il kW-ora con 0,45 kg. di carbone. Interessanti sono pure i turbo-alternatori qui costrutti di 62.500 kVA a 1200 giri, 60 periodi, 12.200 volt, con *circolazione chiusa di ventilazione* (che risparmia i filtri d'aria, ed utilizza pel riscaldamento dell'acqua che va in caldaia, il calore asportato dall'alternatore dall'aria di ventilazione attraverso serpentine), per la *Trenton Channel Centrale di Detroit*, con turbine a vapore di 26 atmosfere e caldaie a carbone polverizzato per una potenzialità finale di oltre 300 000 kW; oltre

all'economia risultante dalla eventuale utilizzazione di carbone di minor costo, si ha quello di un preciso controllo del consumo, della più semplice alimentazione automatica con notevole riduzione di mano d'opera, con tutti i vantaggi indiretti relativi pure al pronto avviamento, a sovraccarichi, alla pulizia, ecc. Degna di nota in queste grandi centrali termiche è la installazione del macchinario principale e di quello accessorio in due piani; mentre i turbo-alternatori sono al piano superiore, tutti i macchinari molto delicati delle elettropompe d'acqua e d'aria, dei condensatori, ecc., sono in un piano inferiore, ma a luce libera e completamente adatto per smontaggio, ispezioni, riparazioni, ecc., ecc.

In attigue officine della G. E. Co. vedemmo poi in costruzione, oltre i grandi motori asincroni e sincroni, lenti ed a variazione di velocità per la *propulsione elettromeccanica delle navi*, (che in America si va molto sviluppando nella Marina da guerra ed anche parzialmente in quella mercantile), oltre il motore piano asincrono a campo scorrevole della *berta elettrica* del nostro Ing. Trombetta, abbiamo visto in fabbricazione dei motorini asincroni a gabbia di scoiattolo del tipo *velocissimo* a 12.000 e 18.000 giri al 1' circa, alimentati dalle reti ordinarie a 60 periodi, attraverso opportuni moltiplicatori di frequenza ed adibiti al comando individuale diretto degli utensili di macchine da legno, di rettificatrici, pulitrici, ecc. Occorre appena che accenniamo alla perfezione dei sistemi adottati ed alla solidità e perfezione costruttiva degli *ascensori elettrici* (generalmente del tipo a fune multipla con trazione diretta su puleggia aderente situata in alto assieme al gruppo motore) che nel centro delle grandi città americane costituiscono uno dei più importanti mezzi di comunicazione; è noto che là è maggiore il numero dei viaggiatori trasportati verticalmente di quelli trasportati orizzontalmente da ferrovie, automobili, ecc. Al *Woolworth Building* di New York vi sono molti ascensori di cui alcuni omnibus che fermano a ciascuno dei 54 piani, altri semi-diretti ed altri direttissimi che vanno senza arresti alla velocità di oltre 100 m al 1' dal 1° al 54° piano e viceversa.

V. - Ritornando ora dall'esame particolareggiato, alle impressioni di carattere generale, dobbiamo rilevare l'interessamento delle grandi Compagnie americane al *benessere materiale e morale dei loro impiegati ed operai*. Campi per esercizi atletici di ogni genere; *clubs di ritrovo* per musica e danze; *servizi di tavola* a prezzi di costo con ottimo materiale controllato; *obbligazioni* assicurate per accumulare i risparmi, ed anche *offerta di azioni* delle Società, a condizioni favorevoli; casse contro gli infortuni e la vecchiaia; *casse pensioni*; *casse sovvenzioni* per l'acquisto a rate della propria casetta; *premi* per quelli che suggeriscono nuovi e più economici mezzi di produzione. *Ma soprattutto poi scuole* di tutti i gradi; scuole dette di *americanizzazione* per gli stranieri, con corsi di lingua inglese e di tutte le materie delle scuole elementari nostre; scuole per operai apprendisti con lezioni pratiche di dati lavori e lezioni di disegno; scuole pel personale già graduato, uscente da scuole secondarie e superiori, nelle quali è offerta ogni opportunità nei vari reparti di officina o di ufficio per bene impraticarsi di quanto occorre agli impiegati da adibirsi poi agli uffici di installazione e vendita, sia all'interno che all'estero: qui gli allievi passano specialmente nelle varie sale di prova e sono obbligati ad udire, ma anche ad offrire delle conferenze su quanto stanno facendo, con grande vantaggio di affiatamento educativo e di reciproca istruzione pratica.

Un Corso Superiore di pratica direttiva è poi riservato ai più distinti per gli alti problemi della tecnica e per le superiori discipline commerciali ed amministrative; *una continua e reciproca assistenza sono mantenute fra le Scuole di officina ed i laboratori* relativi di ricerca delle Compagnie, con i grandi Istituti Superiori già enumerati presso le Università delle città principali, i *Bureau of Standards* di Washington, il *Testing Bureau* di New York, ecc., per modo che viene realizzato quel *diretto e continuo contatto fra la Scuola e l'Officina, fra la scienza e la pratica* che sono certo uno dei maggiori coefficienti del progresso, non solo industriale, ma anche tecnico-scientifico di quel grande Paese.

Là non accade, come purtroppo da noi, che un *giovane ingegnere* debba umiliarsi in officina davanti al suo dipendente operaio in domande che lo esautorano ed in ordini male impartiti; là non accade che un disegnatore disegni bene ma quoti male, con conseguenze gravi per la esecuzione, perchè non conosce per pratica fatta colle proprie mani i materiali ed i processi di lavorazione inerenti ai pezzi che sta progettando; là non accade che un contabile inventarizzi un albero al prezzo di un bullone e chiami areostati i reostati che non ha mai visti,

Là nessuno è ammesso nè come progettista, nè come disegnatore, nè come contabile o venditore, che non abbia fatto, eventualmente ad intervalli, alternando periodi di scuola e di officina, una più o meno lunga pratica manuale in officina e sugli impianti; per modo che chi comanda, conosce sempre le esigenze e le difficoltà della esecuzione. Avete mai trovato da noi un giovane ingegnere uscito appena dalle nostre scuole, che sappia rapidamente individuare un guasto di avvolgimento e farne eseguire bene la riparazione? Gli ingegneri conoscono bene le formule e gli schemi degli avvolgimenti, ma non li capiscono veramente se non quando colle proprie mani ne hanno eseguito e riparato qualcuno. *La mente guida la mano*, è vero, e lo studio deve sempre precedere od accompagnare il lavoro, ma l'esecuzione materiale aiuta molto a comprendere bene ed a fondo ciò che la teoria ci ha insegnato ed a renderci conto delle difficoltà del lavoro; in certo qual modo, si può quindi anche dire l'inverso e cioè che *la mano aiuta e guida la mente*.

L'impressione generale mia, in linea tecnica, si è che nel trentennio trascorso dalla mia prima permanenza colà, all'ultima visita ora fattavi, di pari passo con un *grandioso sviluppo industriale ed agricolo* ed un *raddoppiarsi della popolazione*, appare pure un *notevolissimo progresso nel campo tecnico-scientifico*; gli Istituti Superiori americani, in continuo affiatamento coi grandi laboratori di ricerche delle officine, sostenuti gli uni e gli altri da dotazioni di milioni di dollari annualmente, vanno affermandosi sempre più per una *enorme raccolta di risultati sperimentali* che conducono a nuove ricerche ed invenzioni, talchè le pubblicazioni di detti Istituti e quelli pure delle Compagnie Costruttrici sono ormai internazionalmente fra le più importanti, non solo per la mole del lavoro che riassumono, ma anche per la originalità di talune indagini e la importanza dei risultati.

Un vasto continente, di grandi risorse naturali, tutto unito da una sola lingua e dal principio della collaborazione e della specializzazione, che al progresso materiale, unisce pure quello tecnico-scientifico, si avvia certamente a raggiungere un posto di avanguardia fra le grandi Nazioni civili.

Molte altre cose ho notato sui miei appunti di viaggio, ma come non sono bastati trenta giorni per rivisitare tecnicamente gli Stati Uniti ed il Canada, ma sarebbero occorsi parecchi mesi almeno, così non può bastare una mezz'ora per descrivervi anche sommariamente quello che abbiamo visto nelle loro officine. Quanto vi ho detto spero però che possa servire ad incoraggiare i nostri Dirigenti ed i nostri giovani a recarsi colà, ma non per un semplice viaggio che può bastare solo per la parte turistica, ma per un adeguato periodo di permanenza che permetta loro non solo di vedere quanto si fa, ma di penetrare nello spirito, nel modo di pensare, nei concetti direttivi di quella gente che lavora, studia e rapidamente si evolve, onde ricavarne utili ammaestramenti per quel progresso industriale e quella maggiore potenza, che tutti auguriamo alla nostra bella Italia, la quale, senza per nulla rinunciare a quelle speciali caratteristiche che la distinguono e che derivano dalla sua gloriosa storia millenaria e dal suo alto grado di civiltà, è desiderabile che conseguisca anche quella vittoria economica che le è ormai assicurata dalla guida sapiente di Chi ci governa, nonchè dalla sobrietà, dalla laboriosità, e dal genio dei suoi figli.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli Isolatori di porcellana	1,50
più per postali	0,80
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:	
Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Province redente	20,-
più per postali	2,-
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	20,-
più per postali	3,-
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI - Sue state attuale - sue avventure (broch.)	2,50
più per postali	0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	1,-
più per postali	0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	3,-
più per postali	1,-
NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche	4,-
più per postali	1,-
Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACIOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)	3,-
più per postali	1,-

ESPERIENZE SU ACCUMULATORI LEGGERI TIPO POUCHAIN □ □ □ □ □

CARLO PALESTRINO



Comunicazione alla Sezione di Torino - 18 marzo 1926

Concetto fondamentale delle esperienze.

Generalmente si ritiene che l'ostacolo principale che si oppone all'applicazione su larga scala degli accumulatori elettrici alla trazione, grande e piccola, sia il loro peso.

Evidentemente questo fattore è di grande importanza, tanto più che è noto come nella trazione siano necessari regimi di scarica elevati: e con l'aumentare del regime di scarica, la capacità specifica degli elementi a piombo cade rapidamente.

Però a nostro avviso un fattore altrettanto importante, se non più, è la resistenza meccanica degli accumulatori a *scariche prolungate a regimi elevati*, da non confondersi con scariche violentissime, ma della durata di pochi secondi, fattore che evidentemente influisce anche sull'economia di esercizio con batterie elettriche, e rende necessario nell'impiego continuativo di batterie per trazione limitare le scariche a regimi bassi.

Partendo da questo concetto fondamentale abbiamo voluto renderci conto del comportamento del nuovo elemento Pouchain in paragone a quello a piombo, dal punto di vista della resistenza meccanica agli alti regimi di scarica prolungata, facendo per lunghi mesi numerose esperienze, i risultati delle quali crediamo interessante rendere noti.

Per raggiungere lo scopo propostoci dovevamo procurarci elementi dei vari tipi e sottoporli a regimi crescenti di scariche, sorvegliando gli indizi, non appena apparissero, di deterioramento degli elementi.

Condotta delle esperienze.

Ci siamo procurati due elementi a piombo, provenienti da due fabbriche diverse, e due elementi Pouchain. Tutti gli elementi erano assolutamente nuovi: la loro formazione è stata fatta seguendo scrupolosamente le indicazioni fornite dai fabbricanti.

Gli elementi a piombo del tipo trazione e quindi specialmente costruiti per il genere di scarica che ci interessava, avevano le caratteristiche seguenti:

	Elemento A	Elemento B
Peso totale	kg 16,300	16,300
Peso senza liquido e senza recipiente	12,330	11,930
Positive	N. 6	7
Negative	7	8
Superficie apparente	dm ² 48,6	43,47
Volume	dm ³ 5,928	5,744

Gli elementi Pouchain avevano le caratteristiche seguenti.

	Elemento P _g	Elemento P _p
Peso totale	kg 11,780	5,700
Peso senza liquido e senza recipiente	7,930	3,600
Positive	N. 9	4
Negative	10	5
Superficie apparente	dm ² 38,3	17,4
Volume	dm ³ 5,36	2,84

Questi elementi erano costituiti con positive da scariche lente, e i recipienti avevano spessori molto superiori a quelli degli elementi a piombo, e non corrispondevano con esattezza alle dimensioni delle piastre: ne risultava quindi una quantità di liquido eccessiva. Abbiamo perciò riportato i dati, tanto riguardanti il peso totale quanto quello attivo di tutti gli elementi, perchè per gli elementi Pouchain i dati ricavati per il peso attivo si avvicinano certamente più alla realtà — in condizioni normali — che non quelli dei pesi totali. Ad ogni modo per il nostro studio più che dati assoluti, per determinare i quali occorrono mezzi di laboratorio che a noi mancavano, interessavano i rapporti fra i dati dei singoli elementi. Onde meglio documentare i risultati delle prove, i gruppi degli elementi di ogni tipo sono stati fotografati in dettaglio prima e dopo i vari esperimenti. E va tenuto conto che le esperienze di cui è oggetto la

cendo quasi esattamente quanto ottenuto all'inizio delle esperienze e cioè :

regime di scarica watt 2,18 a kg di peso totale (3,44 peso attivo) e abbiamo ottenuto :

watt-ora 28,29 a kg di peso totale pari a 44,80 watt-ora
a kg di peso attivo.

L'esame dell'elemento ha dimostrato il suo perfetto stato, senza il più lontano indizio di deterioramento.

Nel quadro seguente riassumiamo tutte le esperienze eseguite sull'elemento Pp e i risultati ottenuti.

Numero cariche e scariche	Regime di carica in W per kg di peso		Regime di scarica in W a kg di peso		Wh scaricati a kg di peso		Durata delle scariche
	totale	attivo	totale	attivo	totale	attivo	
12	4,45	6,60	da 3,30 a 17,20	da 5,20 a 27,—	da 27,76 a 20,61	da 43,90 a 32,16	da 8 ^h 25' a 1 ^h 10'
6	7,97	12,61	9,10	14,41	18,20	28,20	2 ^h
13	10,1	16,08	12,53	19,85	12,53	19,85	1 ^h
71	10,1	16,08	13,08	21,26	13,03	21,26	1 ^h
16	4,85	7,68	15,02	24,45	11,28	18,33	45'
12	4,85	7,68	16,45	26,04	12,36	19,53	45'
21	4,85	7,68	23,96	37,62	17,97	28,20	45'
1	4,85	7,68	2,18	3,44	23,29	44,80	13 ^h

Conclusioni.

Da quanto esposto sin qui risulta completamente sviscerato il problema che ci eravamo proposti. Le cifre che abbiamo citato sono così eloquenti che ci dispensano dallo spendere molte parole per illustrare i risultati ottenuti.

Riassumiamo quindi brevemente i punti che riteniamo più interessanti, ricordando che non era nostro proposito fissare dei dati assoluti ma semplicemente dei rapporti: rapporti che stimiamo aver potuto stabilire in modo molto vicino alla realtà.

✱

1. — L'accumulatore Pouchain sottoposto in scarica prolungata ad un regime quadruplo in watt-kg di quello al quale abbiamo constatato deteriorarsi gli accumulatori a piombo, non ha subito il minimo deterioramento malgrado le scariche più volte ripetute per controllo.

Se poi si tiene conto del fatto già accennato che gli accumulatori a piombo esaminati erano del tipo espressamente studiato e costruito con le regole dettate da lunghi anni di esperienza pratica per tale genere di lavoro: e perciò le dimensioni dei recipienti, il loro peso, la quantità di liquido, ecc., erano ridotti allo stretto necessario, in una parola rappresentavano quanto di meglio si può ottenere con quel tipo di elemento: mentre gli accumulatori Pouchain esaminati avevano condizioni generali ben diverse: se si tiene conto del fatto del peso minore degli elementi Pouchain esaminati che risultavano così in condizioni di inferiorità, della natura delle loro positive inadatte allo scopo; se si tiene conto infine che malgrado gli altissimi regimi raggiunti non siamo arrivati a toccare il limite massimo della loro resistenza meccanica, dobbiamo dedurne che il rapporto da uno a quattro può essere notevolmente superato.

2. — La resistenza delle negative Pouchain a qualunque regime è facilmente comprensibile data la loro speciale natura. E' notevole invece il fatto della resistenza dimostrata dalla positiva del tipo usuale di scarica lenta e di costruzione alquanto trascurata per quanto riguarda la porosità: essa ha sopportato oltre centocinquanta scariche a regimi elevatissimi senza aver subito incurvamenti di nessun genere.

Questa straordinaria resistenza della positiva conferma quanto esponemmo nella nostra precedente comunicazione e cioè come la positiva nell'accumulatore Pouchain lavori in condizioni migliori e quindi presenti una maggiore vitalità che negli accumulatori a piombo.

Queste constatazioni in un con le risultanze avute nelle su riferite prove, autorizzano la deduzione che per quanto riguarda la resistenza meccanica a scariche prolungate ad alti regimi l'elemento Pouchain presenta un comportamento tale da superare i bisogni stessi della grande e piccola trazione; e quindi si con-

ferma pienamente quanto dicemmo nella precedente comunicazione circa la persuasione che noi abbiamo che l'elemento Pouchain rappresenti attualmente la vera soluzione del problema della trazione.

Difatti, se fino ad ora il problema della grossa trazione non ha potuto essere risolto dalle batterie di accumulatori a piombo, potrà invece essere risolto dagli accumulatori Pouchain, che presentano tutte le qualità necessarie anzi indispensabili alla soluzione del grave problema.

Solo l'esperienza pratica potrà evidentemente dare la definitiva risposta sanzionatrice della verità, ma riteniamo che quanto già acquistato di questo nuovo tipo di accumulatore non può che consigliare almeno un tentativo, tentativo che nella favorevole ipotesi della riuscita porterebbe conseguenze di capitale importanza sia per la scienza che per l'economia del nostro Paese.

Una osservazione è bene riportare in evidenza ed è quella corrispondente al ricupero di energia nelle discese e nelle fermate. Il fatto che il motore elettrico può funzionare come generatore di energia quando viene applicata una coppia motrice esterna, fa sì che una parte della maggiore energia spesa negli avviamenti e nelle salite eventuali può venire recuperata nelle discese e nelle fermate. Queste proprietà della trazione elettrica, specialmente nei riguardi della trazione con accumulatori, rappresenta un vero vantaggio anche in confronto con la trazione a vapore.

Va da sè che il vantaggio del ricupero sarà tanto maggiore quanto maggiore sarà il rendimento della batteria: e per questa ragione appunto gli accumulatori tipo Pouchain potrebbero avere un notevole vantaggio sulle altre batterie che per le ragioni più volte dimostrate non possono raggiungere nel rendimento in potenza i valori che si raggiungono con questi.

Un'osservazione importante che ci è stato dato di fare con attento esame dell'elemento durante il suo funzionamento, si è che uno dei gravi inconvenienti denunciati non esiste affatto, o per meglio dire non causa quelle disastrose conseguenze che gli si attribuiscono. Il deposito di zinco che si forma in quantità maggiore nella parte bassa delle negative dopo molte e molte scariche, deposito dipendente da un fatto ben preciso e determinato — che non è certo quello che comunemente si crede, dovuto cioè alla differenza di densità del liquido — non può assolutamente generare corti circuiti. Difatti il deposito che aderisce fortemente alla negativa, è diviso dalla positiva da diaframmi di dimensioni tali che il deposito non può superarli.

Abbiamo potuto constatare come il deposito alla centocinquantesima scarica fosse ancora aderente e compatto, e non fangoso il che dimostra come lo stato fangoso, quando si presenta, non dipenda dal ripetersi del funzionamento del liquido, ma dalla presenza in esso di sostanze o corpi anormali. Abbiamo avuto qualche lieve fangosità in fondo al vaso dovuto a polvere di ossido di piombo caduto in seguito alla disgregazione incipiente della positiva: fangosità che si riscontra in tutti gli accumulatori e che in certi limiti ne impedisce il funzionamento.

La pratica esperienza che sta seguendo con l'adozione in larga scala delle batterie Pouchain in varie applicazioni dimostrerà in modo irrefutabile come questo elemento possa affrontare tutti i problemi: e sopra tutto dirà chiaramente, come dicono le attuali esperienze, quanto infondate siano le apprensioni circa le deficienze messe in evidenza per opporre ostacoli alla marcia ascensionale del progresso.

[illegible]

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,—
per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.
Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.

RILIEVI SPERIMENTALI SULLA ILLUMINAZIONE DI STRADE □ □ □ □ □

GUIDO PERI



Comunicazione tenuta il 28 maggio 1926
alla Sezione di Torino

A complemento dello studio iniziato con « Alcuni rilievi sulla illuminazione di interni » ⁽¹⁾, seguono le presenti note concernenti la illuminazione di strade.

Le lanterne, del tipo pendente, a braccio od a fune, sono quelle già esaminate a pag. 505 de *L'Elettrotecnica*, 5 agosto 1923, che si riferiscono precisamente ad armature con lampada nuda, armatura con rifrattore, armatura con globo opalino. Le lanterne sono del solito disegno a corpo metallico allungato e riflettore pure metallico, secondo il tipo rappresentato nella figura 1, pag. 766, de *L'Elettrotecnica* 5 novembre 1925. Le curve fotometriche allora viste s'intendono per fanali a distribuzione simmetrica (solido fotometrico risultante dalla rotazione della relativa curva attorno all'asse verticale).

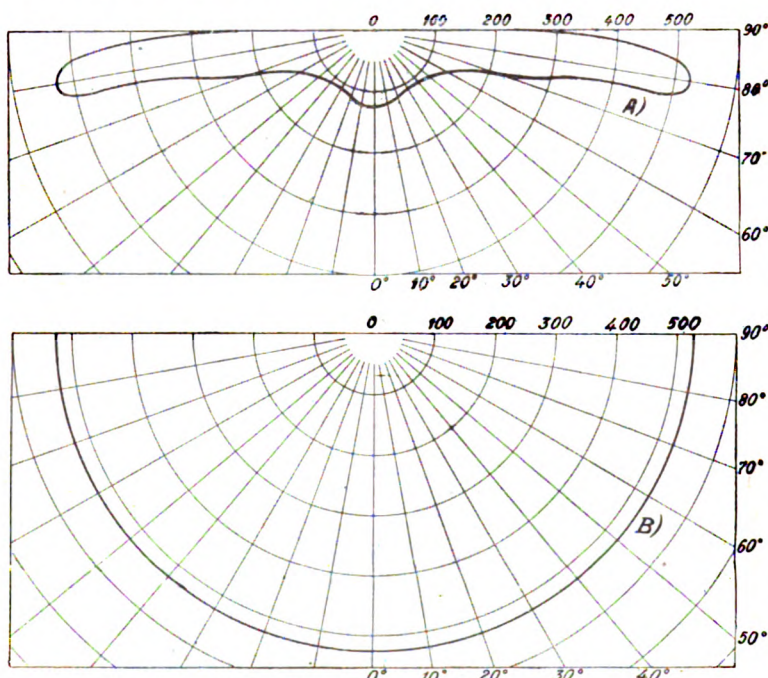


Fig. 1. — Curve di emissione di rifrattore simmetrico.

A) in un piano verticale.

B) nel cono con apertura 80° (10° sotto l'orizzontale).

Si sono pure eseguite misure in strade illuminate con lanterne a boccia di vetro sovrapposta a candelabri, adatte alla illuminazione, oltre che del piano stradale, delle pareti degli edifici. Le curve fotometriche di tali lampioni equipaggiati con vetri smerigliati o leggermente opalini, hanno andamento che riproduce con una certa deformazione quello delle curve fotometriche della lampada nuda.

Infine si sono misurate illuminazioni provenienti da lanterne a distribuzione asimmetrica. E' noto che nelle vie strette, oppure nelle vie in cui si voglia illuminare di preferenza l'asse centrale, o i marciapiedi, può farsi uso di lanterne che dirigano la luce in direzioni assiali, intensificandola in tali direzioni e sottraendola alle altre parti. Servono a tal uopo particolari tipi di riflettori metallici oppure campane in vetro prismatico; queste ultime per la maggior finezza di effetti conseguibili, per l'adattabilità a qualsiasi tipo di armatura e per ragioni di estetica sono nettamente preferibili e quindi quasi esclusivamente impiegate per tali illuminazioni nell'interno delle città.

Misure di laboratorio ⁽²⁾ su armature con rifrattori.

1. - *Rifrattori uniformi e disuniformi.* — Non possedendosi su questi rifrattori asimmetrici che i dati di distribuzione

⁽¹⁾ *L'Elettrotecnica*, n. 23-24, 1924.

⁽²⁾ Misure eseguite dagli Ingg. Marchetti e De Amicis nel laboratorio municipale.

di luce forniti dalle Case fabbricanti, si sono eseguite in laboratorio prove fotometriche su di un rifrattore di diam. mass. della campana 152 mm., altezza 149 mm. nelle quattro varietà rappresentate nelle fig. 1, 2, 3, 4. La lampada sperimentata era di 2790 lumen, 4 ampere, filamento a C in piano orizzontale. Il rifrattore era applicato alla solita lanterna fornita di cappello metallico.

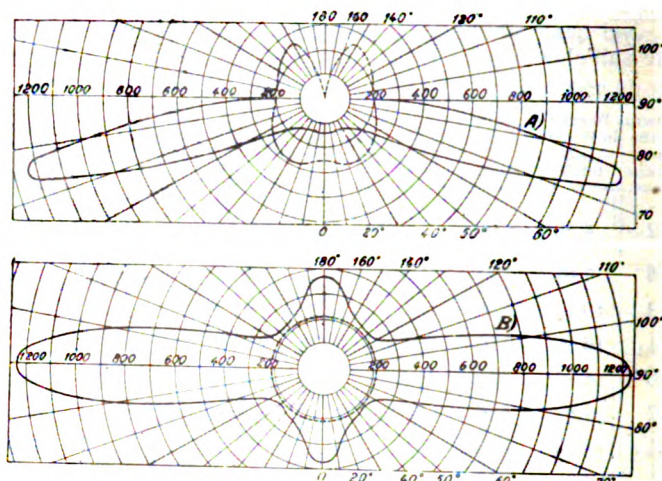


Fig. 2. — Curve di emissione di rifrattore a due direzioni per centro strada.

A) nel piano verticale di maggiore emissione.

B) nel cono di apertura 85°.

Come risulta dai diagrammi riportati, il fattore di moltiplicazione dell'intensità luminosa (rapporto tra le intensità massime della lampada equipaggiata e della lampada nuda) è 2 col rifrattore simmetrico. Col rifrattore asimmetrico per illuminazione assiale della strada sale a 5; col rifrattore per illuminazione dal marciapiede verso il centro e con quello per quadrivio detto fattore di moltiplicazione è alquanto minore dell'ultimo ora detto, cioè 4,6.

2. - *Curve « isocandele ».* — L'effetto della diversa distribuzione di luce ottenibile dai rifrattori asimmetrici è pure rappresentato e messo in evidenza dalle curve *isocandele* delle fig. 5, 6.

Se si immagina il fuoco della lanterna posto al centro di una sfera e si congiungono con linee sulla superficie della sfera i punti di intersezione di questa coi raggi delle diverse intensità luminose, si ottengono altrettante curve « isocandele ». ⁽²⁾ Ad es. la curva dell'intensità 1000 candele sarà quella congiungente i punti della sfera illuminati dai raggi di intensità 1000 candele, e così si dica per le altre curve di intensità 900, 800 candele, ecc.

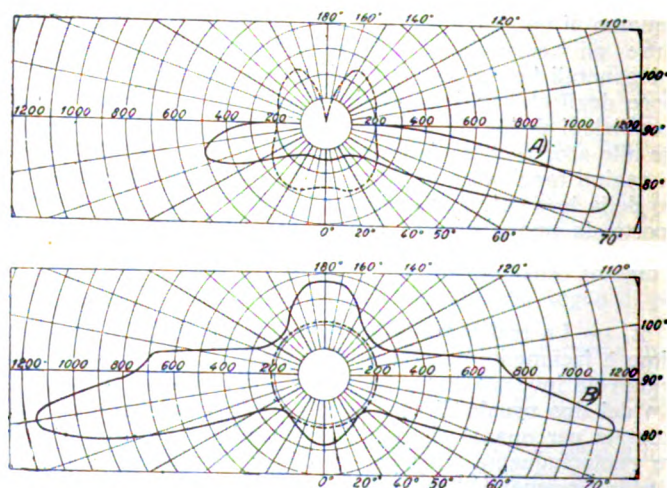


Fig. 3. — Curve di emissione di rifrattore a due direzioni per marciapiede.

A) nel piano verticale di maggiore emissione.

B) nel cono di apertura 85°.

La fig. 5 illustra la distribuzione di luce del rifrattore assiale di cui a fig. 2. In corrispondenza dell'asse, o del raggio, secondo cui è concentrata la emissione luminosa, le curve

⁽³⁾ G. E. R., aprile 1925.

di eguale intensità sono molto avvicinate; ciò appunto perchè al massimo si arriva con progressione rapidissima. Il massimo in direzione trasversale alla strada è molto minore, ed in corrispondenza ad esso è pure meno accentuata la variazione di intensità (curve isocandele più distanti).

Nella fig. 6, che si riferisce al rifrattore asimmetrico da marciapiede, risulta, come indicato dalla fig. 3, che il massimo di emissione non solo, come in tutti i rifrattori, è ad un determinato angolo sotto l'orizzontale, ma è pure spostato di un determinato angolo rispetto al piano parallelo al filo delle case, onde il massimo si verifica su di un meridiano di longitudine 10° . Ciò appunto per portare la massima intensità verso il centro della strada.

3. - *Effetto della grandezza del rifrattore.* — Allo scopo di rendersi conto dell'effetto che la diversa grandezza del rifrattore può esercitare su di uno stesso tipo di lampada, sia come distribuzione, sia come resa di luce, si è pure fotometrata, al banco ed alla sfera, una armatura del solito tipo a sospensione, fornita della stessa lampada 2790 lumen, 4 ampere, ed equipaggiata:

- a) con rifrattore 152 diam. $\times$ 115 altezza
- b) " " 152 " $\times$ 149 "
- c) " " 203 " $\times$ 192 "

curando la centratura della lampada nel rifrattore secondo le prescrizioni note.

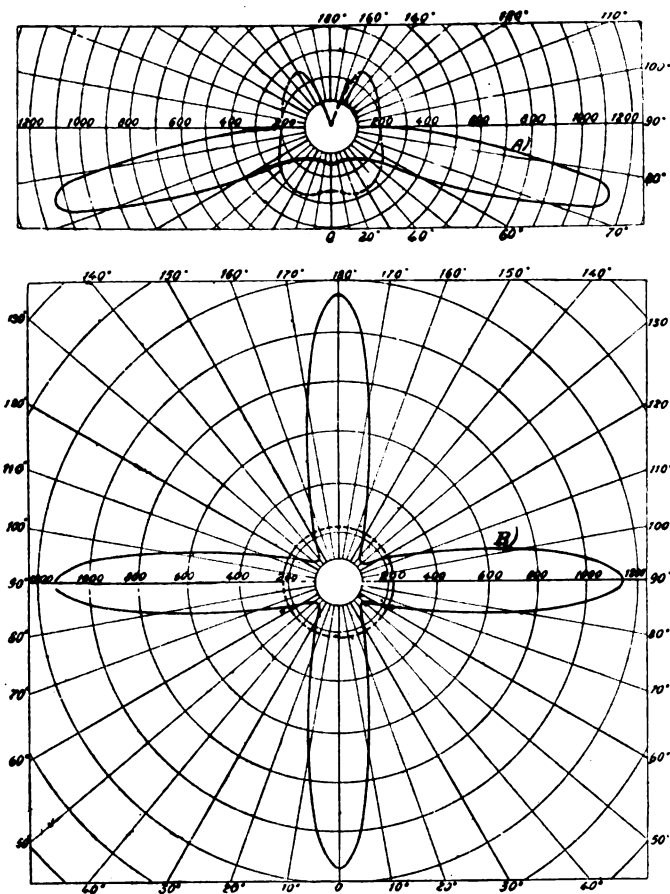


Fig. 4. — Curve di emissione di rifrattore a quattro direzioni per quadrivio.

- A) nel piano verticale di maggiore emissione.
- B) nel cono di apertura 85° .

I risultati delle misure, per quanto riguarda la distribuzione di luce, sono consegnati alla fig. 7, e per quanto riguarda il rendimento in luce della lanterna sono riportati nella Tavola I.

TAVOLA I.

	Φ_0	η_0	Φ_{10}	η_{10}
Lampada nuda . . .	2790	100	1475	100
Rifrattore 152 $\times$ 115 .	1078	38,6	1078	73
" 152 $\times$ 149 .	1374	49,2	1374	93
" 203 $\times$ 192 .	1734	62,1	1734	117,5

Aumentando l'ampiezza della campana di vetro aumenta la resa in luce, perchè si rende minore il volume di luce che nel gioco delle riflessioni interne va perduto per assorbimento nelle parti metalliche dell'armatura; se poi, per la maggior grandezza del rifrattore, il centro luminoso va disposto più in basso rispetto alla bocca dell'armatura, è anche minore l'apertura del cono che ha per vertice il centro luminoso e per base la bocca della armatura, e quindi maggiore il volume di luce che cade direttamente dalla lampada sulla superficie del vetro.

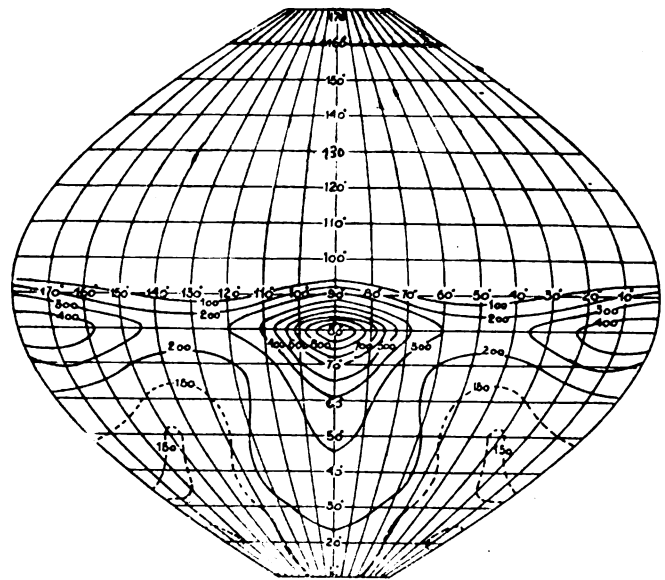


Fig. 5. — Curve « isocandele » del rifrattore della fig. 2.

Come conseguenza della migliore utilizzazione della luce, aumenta enormemente il fattore di moltiplicazione del rifrattore (fig. 7) con l'aumentare della sua grandezza.

Misure in strade (*) illuminate a forte potenza.

Le misure di illuminazione orizzontale sono state eseguite in tutte le strade all'altezza di circa m. 1,10 dal piano stradale, con un fotometro del tipo Weber di costruzione Sandri, accu-

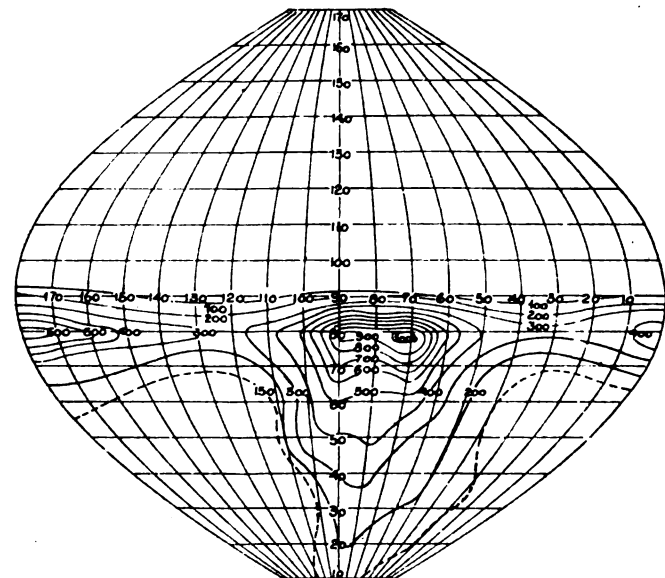


Fig. 6. — Curve « isocandele » del rifrattore della fig. 3.

ratamente tarato volta per volta. Si danno qui i risultati delle misure in via S. Francesco d'Assisi, larga m. 12, illuminata con lampade da 10.000 lumen lungo la mezzaria, ad altezza dal suolo di m. 7 e ad intervalli di m. 40; i lumen spesi per m^2 risultano

$$\frac{10.000}{40 \times 12} = 20,83$$

(*) Misure eseguite dall'Ing. De Amicis.

TAVOLA II.

Tipo di illuminazione	Illuminazione lineare lungo la mezzaria della strada						Illuminazione effettiva						Coefficiente di utilizzo (⁽¹⁾) in %
	Intensità			Coefficienti di distribuzione			Intensità			Coefficienti di distribuzione			
	massima	media	minima	μ_1 (⁽¹⁾)	μ_2 (⁽¹⁾)	$\frac{\mu_1}{\mu_2}$ (⁽²⁾)	massima	media	minima	μ_1	μ_2	$\frac{\mu_1}{\mu_2}$	
a)	12	4,58	1,50	2,62	0,33	8	12	3,44	1,25	3,49	0,36	9,99	16,5
b)	4,50	1,69	0,57	2,65	0,34	7,80	4,50	1,30	0,50	3,46	0,38	9,10	6,2
c)	17,5	4,94	0,65	3,51	0,13	27,23	17,5	3,85	0,60	4,54	0,15	30,26	18,45

(⁽¹⁾) μ_1 è il rapporto $\frac{\text{Illum. max.}}{\text{Illum. med.}}$, μ_2 è $\frac{\text{Illum. min.}}{\text{Illum. med.}}$ e $\frac{\mu_1}{\mu_2}$ è il rapporto $\frac{\text{Illum. max.}}{\text{Illum. min.}}$ cioè il fattore di distribuzione propriamente detto.

(⁽²⁾) è il rapporto tra i lumen effettivamente utilizzati per l'illuminazione del piano di riferimento ed i lumen totali, ossia il rapporto tra l'illuminazione media ed i lumen spesi per m².

I risultati riguardano i seguenti tre casi:

a) lanterne con lampade nuove e con rifrattori (²) e lanterna puliti di fresco;

b) lanterne con lampade usate e con rifrattori e lanterna non puliti;

c) lanterne con lampade nuove e con globi opalini puliti e sono raggruppati nella Tav. II.

4. - *Effetto della pulizia delle lanterne.* — La illuminazione media misurata con lanterne non pulite da due mesi e con lampade usate è quasi un terzo (1,30) di quella ottenibile da lampade nuove ed armature pulite.

Si vede dunque quanto convenga per una buona utilizzazione della illuminazione intensificare la pulizia delle lanterne.

5. - *Confronto tra rifrattori e globi opalini.* — Il rifrattore rispetto al globo opalino esalta i minimi della illuminazione (da 0,60 a 1,25 lux) e deprime i massimi (da 17,5 a 12 lux); mantenendo, su per giù, la stessa illuminazione media (3,44 contro 3,85), migliora il fattore di distribuzione (da 30,26 a 9,99).

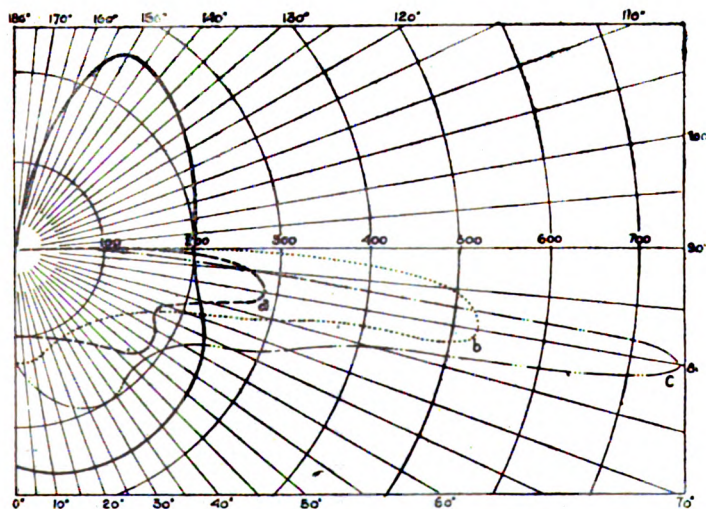


Fig. 7. — Curve di emissione di rifrattori contenenti la stessa lampada.

La distribuzione della illuminazione nei casi trattati ai N. 4 e 5 è messa bene in evidenza dalle curve isolux delle fig. 8, 9, 10.

6. - *Effetto della larghezza della strada.* — Si sono pure misurati i valori della illuminazione in una strada (Corso Valentino) illuminata con globi leggermente opalini sovrapposti a candelabri, dell'altezza di m. 4,50. La strada è assai larga (metri 42), le lampade sono rade (5 lumen spesi per m²) ed a bassa altezza dal suolo e quindi il flusso luminoso è bene utilizzato.

Come risultato, nonostante le lanterne emettano una notevole quantità di luce verso l'alto per la illuminazione degli edifici, il fattore di utilizzazione della illuminazione rispetto al piano stradale è maggiore che nei casi precedenti, e precisamente 0,28.

Misure in strade illuminate a piccola potenza.

Sono riportati i risultati delle misurazioni eseguite in tre strade: Via Massena, Via Barbaroux, Via Piave, tutte illumi-

(²) Dimensioni 203 x 192 mm.

nate con lampade da 2000 lumen nominali, montate nella solita lanterna, con cappello metallico. Nelle vie Massena e Barbaroux le lanterne sono sospese a fune metallica lungo la mezzaria della strada; in via Piave le lampade sono alternate ai fianchi della strada, applicate a bracci a muro.

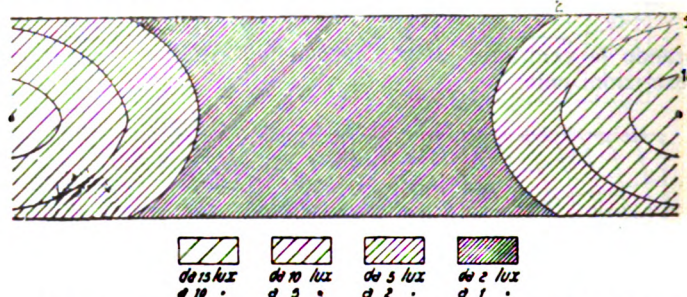


Fig. 8. — Curve isolux in strada illuminata con rifrattori nuovi.

Ecco i dati relativi alle tre installazioni:

TAVOLA III.

Via	Distanza fra le lampade m	Altezza di sospensione m	Larghezza della strada m	Lumen spesi per m
Massena	40	6,55	12	4,17
Barbaroux . . .	40	5,—	5	10,—
Piave	40	4,80	11,20	4,465

I risultati delle misure sono compendati nelle tabelle IV, V e VI.

7. - *Rifrattori uniformi e rifrattori a due direzioni.* — Come deducesi dalla Tav. IV, in una strada di larghezza anche di m. 12 il rifrattore a due direzioni apporta un vantaggio rispetto a quello uniforme; esso permette di aumentare il fattore di utilizzazione del flusso luminoso di quasi il 50% (da 0,23 a 0,33), aumentando solo di poco (da 9 a 10,28) il fattore di disuniformità della illuminazione. Se poi si considera semplicemente la illuminazione lungo la mezzaria della strada, cioè secondo la linea di sospensione delle lampade, il vantaggio è addirittura enorme: si raddoppia quasi la illuminazione e se ne migliora la uniformità.

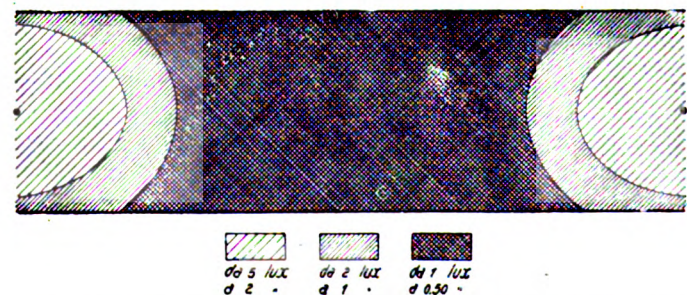


Fig. 9. — Curve isolux in strada illuminata con rifrattori usati.

Pei globi opalini rimane confermato quanto già noto dalla Tav. II per le grosse lampade, ch'essi acuiscono il contrasto tra le zone più e le zone meno illuminate.

L'effetto dei rifrattori uniforme ed assiale è illustrato graficamente dalle curve isolux delle fig. 11, 12. Il rifrattore a

TAVOLA IV. — Via Massena.

Tipo di lanterna	Illuminazione lineare lungo la mezzaria della strada						Illuminazione effettiva						Coefficiente di utilizzo
	Intensità			Coefficiente di distribuzione			Intensità			Coefficiente di distribuzione			
	massima	media	minima	μ_1	μ_2	$\frac{\mu_1}{\mu_2}$	massima	media	minima	μ_1	μ_2	$\frac{\mu_1}{\mu_2}$	
Con rifrattore uniforme ⁽¹⁾	2,95	1,13	0,35	2,60	0,31	8,40	2,95	0,94	0,33	3,14	0,35	9,—	0,23
Con rifrattore a 2 direz. ⁽¹⁾	5,10	2,14	0,78	2,38	0,36	6,50	5,10	1,38	0,50	3,70	0,36	10,28	0,33
Con globo opalino . . .	6,20	1,57	0,25	3,95	0,16	24,68	6,20	1,10	0,23	5,60	0,21	26,50	0,26

(1) delle dimensioni 152 x 149.

⁽¹⁾ delle dimensioni 152 × 149.

TAVOLA V. — Via Barbaroux.

Tipo di lanterna	Illuminazione lineare lungo la mezzaria della strada						Illuminazione effettiva						Coefficiente di utilizzo
	Intensità			Coefficiente di distribuzione			Intensità			Coefficiente di distribuzione			
	massima	media	minima	μ_1	μ_2	$\frac{\mu_1}{\mu_2}$	massima	media	minima	μ_1	μ_2	$\frac{\mu_1}{\mu_2}$	
Con rifrattore uniforme . .	5,—	1,41	0,20	5,70	0,23	24,51	5,—	1,27	0,18	5,05	0,18	27,77	0,13
Con rifrattore a 2 direzioni	5,40	2,11	0,45	3,72	0,31	12,—	5,40	1,90	0,40	3,67	0,27	13,60	0,19

TAVOLA VI. — Via Piave.

Tipo di lanterna	Illuminazione lungo la mezzaria della strada						Illuminazione effettiva						Coefficiente di utilizzazione
	Intensità			Coefficiente di distribuzione			Intensità			Coefficiente di distribuzione			
	massima	media	minima	μ_1	μ_2	$\frac{\mu_1}{\mu_2}$	massima	media	minima	μ_1	μ_2	$\frac{\mu_1}{\mu_2}$	
Con rifrattore uniforme . .	1,70	0,72	0,30	2,36	0,42	5,61	5,—	0,815	0,30	6,13	0,37	16,48	0,18
Con rifrattore da marciapiede	1,70	1,32	0,91	1,29	0,69	1,87	8,—	1,37	0,45	5,83	0,33	17,66	0,30
Con rifrattore assiale . . .	1,45	0,70	0,43	2,09	0,68	3,07	6,—	0,986	0,32	6,08	0,33	18,18	0,22
Con lampada nuda	2,10	0,88	0,20	2,38	0,23	10,35	13,50	1,34	0,20	10,—	0,15	66,50	0,30

due direzioni solleva il livello della illuminazione lungo la mezzaria della strada, tende cioè a dare alle curve di eguale illuminazione una forma più allungata e limita le zone poco illuminate a brevi aree laterali.

8. - *Effetto della ristrettezza della strada.* — L'utilità dell'impiego del rifrattore assiale è tanto maggiore quanto più la strada stretta, perchè quanto più la strada è stretta tanto più la illuminazione lineare si avvicina alla illuminazione effettiva, ossia quest'ultima tende ad aumentare. Si vede pure dalla Tav. V che le illuminazioni lineari sono aumentate rispetto a quelle della Tav. IV, perchè l'altezza di sospensione delle lampade è minore.

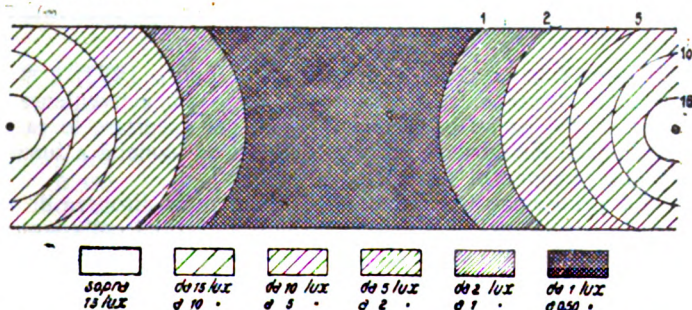


Fig. 10. — Curve isolux in strada illuminata con globi opalini.

Nella via Barbaroux, larga m. 5, il fattore di disuniformità impiegando il rifrattore assiale invece dell'uniforme, si migliora riducendosi del 50%, e la illuminazione media aumenta precisamente del 50 per cento.

Deducesi anche dalle tabelle IV e V che, col ridursi della larghezza della strada da m. 12 a m. 5 il fattore di utilizzazione della illuminazione per il maggior assorbimento dei muri si riduce a circa metà; precisamente nella via Barbaroux solo il 13 % od il 19 % del flusso totale delle lampade nude è utilizzato per la illuminazione della strada.

9. - *Il fattore di utilizzazione con bracci a muro.* — Si riportano per via Piave, illuminata con bracci a muro, i risul-

tati delle misure per lanterne con rifrattori uniformi, con rifrattori asimmetrici da marciapiede, con rifrattori assiali (denominati a due direzioni nelle Tav. IV e V) e con lampade nude:

Si vede che la diminuzione di utilizzazione del flusso per il fatto di applicare le lampade vicino ai muri è molto sensibile; da 0,23 e 0,33 (Tav. IV) a 0,18 e 0,22 rispettivamente.

10. - *Il rifrattore asimmetrico da marciapiede.* — Con tale rifrattore (fig. 3, 6) l'effetto di illuminazione è realmente notevole; il fattore di disuniformità si riduce a 1,87 se riferito alla mezzaria della strada, mentre riferito alla illuminazione generale risulta poco superiore a quello ottenibile con rifrattori uniformi (17,66 contro 16,48); per converso, la illuminazione

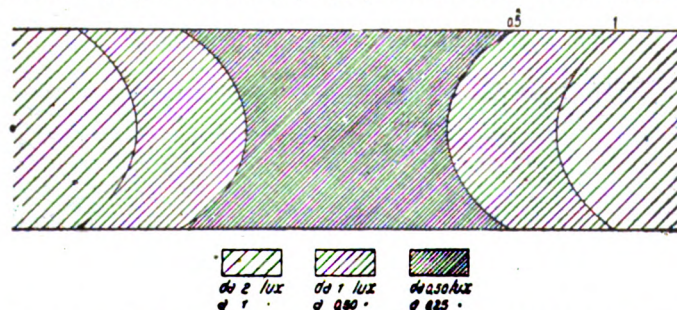


Fig. 11. — Curve isolux in strada illuminata con rifrattori uniformi.

media risulta molto più alta (1,37 contro 0,815) e quindi il fattore di utilizzazione della illuminazione sale a 0,30. Il rifrattore asimmetrico da marciapiede neutralizza pertanto, riguardo all'assorbimento, l'effetto della vicinanza della lampada al muro.

11. - *Illuminazione con lampade nude.* — Se le lampade sono nude, il fattore di utilizzazione aumenta, non avendosi le perdite dipendenti dal globo, ma aumenta spaventosamente il fattore di disuniformità arrivando a 66,50. La illuminazione media, e il fattore di utilizzazione, sono all'incirca quelli corrispondenti al rifrattore da marciapiede, il che dimostra che tale rifrattore compensa l'assorbimento di luce, cui dà luogo con la utilizzazione completa della luce residua.

Il confronto tra i vari sistemi di illuminazione nella via Piave è messo in persuasiva evidenza dalle curve isolux delle fig. 13, 14, 15 e 16.

Con le lampade nude esiste tra due di esse una zona di oscurità, che maggiormente colpisce l'occhio per il contrasto con le forti illuminazioni al disotto delle lampade. Con i rifrattori uniformi il contrasto si attenua. Con i rifrattori assiali la regione di minima illuminazione si appiattisce, diventa obliqua

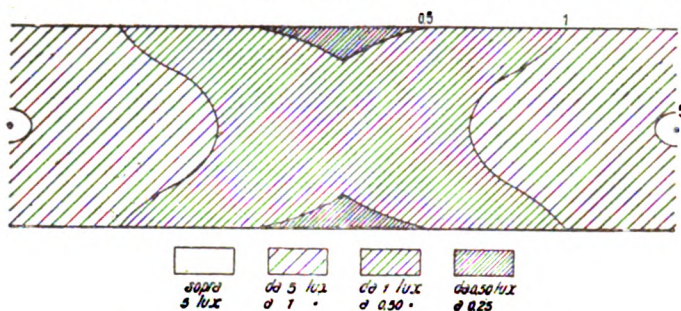


Fig. 12. — Curve isolux in strada illuminata con rifrattori a due direzioni.

alla strada e si allunga. Con i rifrattori da marciapiede tale zona rimane confinata in piccole porzioni ai fianchi della strada, mentre lungo la mezzaripa la illuminazione si accresce fortemente.

Rimarchi sulla illuminazione di strade.

Il livello medio della illuminazione, quale risulta dalle tavole precedenti, è appena sufficiente ai bisogni della illuminazione stradale di una grande città, e dovrebbe segnare un punto di partenza per livelli più alti, non un punto di arrivo e di

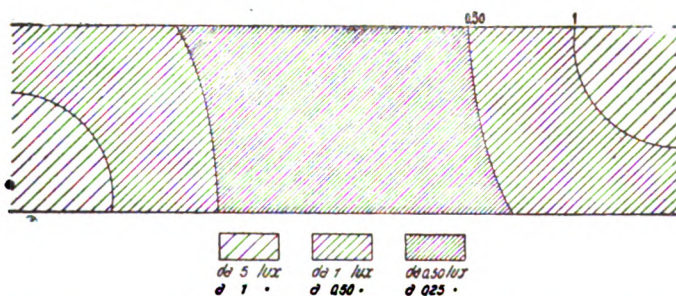


Fig. 13. — Curve isolux in strada illuminata con rifrattori uniformi.

sosta. Si consideri che le lampade e le lanterne perdono considerevolmente della loro efficienza con l'uso, ciò che anche fa sì che i valori della illuminazione misurati sulla strada in servizio corrente, sono quasi sempre inferiori ai valori predeterminati col calcolo nei progetti di impianto.

Vedesi inoltre dalle tavole stesse e dalle curve isolux che il globo prismatico (rifrattore) offre un comodo mezzo per mantenere il fattore di disuniformità della illuminazione (rapporto tra massimo e minimo) entro cifre accettabilissime.

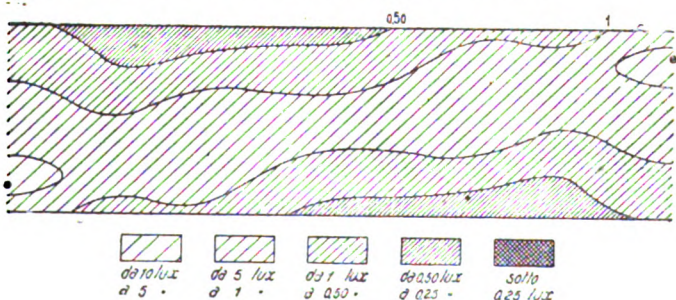


Fig. 14. — Curve isolux in strada illuminata con rifrattori da marciapiede.

Occorre ricordare che nelle strade il flusso luminoso giacente alla illuminazione del piano stradale è essenzialmente quello diretto verso il basso, poichè la parte che incontra i muri degli edifici è quasi totalmente assorbita, eppertanto per una data illuminazione delle strade occorre una spesa di flusso luminoso maggiore di quale sarebbe richiesta per una pari illuminazione in ambienti chiusi. Ciò porta che il fattore di utilizzazione del flusso, che nella illuminazione di interni sale a

0,50 ⁽⁶⁾ e più, non supera nelle misure fatte avanti 0,33 e rimane in media a 0,20, con una spesa in watt per lux e per m² proporzionalmente aumentata.

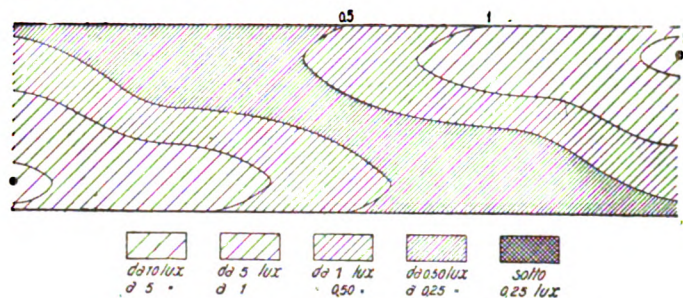


Fig. 15. — Curve isolux in strada illuminata con rifrattori a due direzioni.

Viceversa, mentre nella illuminazione di interni si spendono comodamente da 5 a 10 watt per m² ⁽⁶⁾, nella illuminazione di strade si spende circa 1/10, da 0,5 ad 1, il che è troppo poco. Un watt per m² nelle migliori condizioni di resa (lampade 20 ampere, 19 lumen per watt) darebbe con fattore di utilizzazione eguale ad 1, 19 lux; con fattore di utilizzazione del 10 %, quale può aversi con facilità in pratica specialmente con lanterne usate, darebbe soltanto una illuminazione di 1,9 lux, manifestamente inadatta per strade centrali. Si sa, d'altra parte, che nelle lampade di potenza non troppo alta 1 watt corrisponde in media a 13-15 lumen.

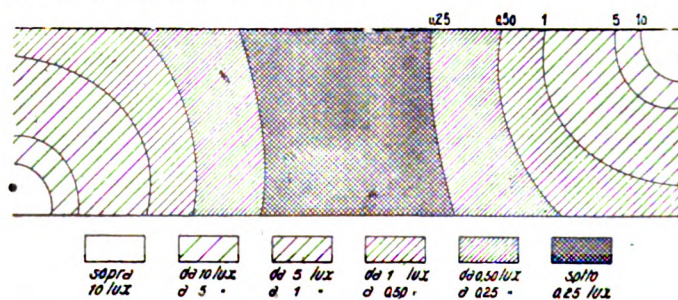


Fig. 16. — Curve isolux in strada illuminata con lampade nude.

Si aggiunga che al presente la illuminazione di strade non è più da considerarsi come una semplice necessità per il passeggero, bensì come un mezzo di abbellimento e di decoro della città.

PROVE SUI CAVI AD ALTA TENSIONE

ELVIO SOLERI

Rapporto alla Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques
Parigi 1925

Durante la precedente conferenza (Ottobre 1923) è stata largamente discussa la questione del modo più conveniente di provare i cavi isolati in carta impregnata per accertare le caratteristiche del dielettrico e riconoscere la loro idoneità a funzionare alla tensione di lavoro.

La discussione fu orientata soprattutto nella direttiva di valutare le perdite nel dielettrico e le loro variazioni colla temperatura e colla tensione. La Commissione olandese fece anzi allora le seguenti proposte per la prova dei cavi a 10.000 volt di tensione di esercizio.

« Il cavo verrà sottoposto ad una tensione di circa 5 kV « alla frequenza normale ed alla temperatura della sala di prova. « A questa tensione si misureranno le perdite nel dielettrico p.e. « le perdite tra un conduttore e la guaina di piombo collegando « gli altri due alla guaina stessa.

« Si aumenterà poi la tensione rapidamente ma per gradi « e in otto incrementi presso a poco eguali, fino a 25 kV. Ad « ogni valore della tensione si misureranno le perdite nel die- « lettrico. I valori delle perdite saranno divisi per il quadrato « della tensione e si porterà su di un grafico il valore di questi

⁽⁶⁾ L'Elettrotecnica, 1924, n. 23-24: « Alcuni rilievi sperimentali sull'illuminazione di interni ».

« quozienti in funzione della tensione. La tensione fino alla quale le perdite dovranno essere proporzionali al quadrato della tensione dovrà essere di 14 kV almeno. Il cavo sarà poi riscaldato uniformemente, per mezzo della corrente, e la temperatura del rame, determinata con misure di resistenza verrà portata fino a 40° C. Si manterrà il cavo a questa temperatura per una mezz'ora dopo di che si ripeteranno le misure indicate più sopra. Il quoziente delle perdite per il quadrato della tensione, per valori inferiori a 14 kV non dovrà risultare maggiore del doppio del valore trovato prima del riscaldamento. Di più, questo quoziente non dovrà essere maggiore di 0,001 $\left(\frac{\text{watt}}{\text{kV}^2}\right)$ per metro.

« Dopo aver raffreddato il cavo fino ad una temperatura compresa tra 10° e 15° C. si ripeteranno nuovamente le stesse misure. I risultati ottenuti dovranno indicare che le perdite si mantengono proporzionali al quadrato della tensione, almeno fino alla tensione di kV 12,5 ».

Queste norme di prova vennero giudicate alquanto complesse e la conferenza non venne ad alcuna conclusione od ordine del giorno. La impressione fu che la questione fosse ulteriormente da indagare per cercare di conoscere più intimamente la reale influenza delle perdite nel dielettrico sulla vita del cavo e per stabilire delle norme di collaudo quanto più possibile complete e di più semplice applicazione.

Vennero scambiate in tale circostanza verbalmente delle intese tra i tecnici specializzati presenti alla Conferenza per proseguire negli studi suddetti onde venire alla nuova Conferenza del 1925 ad un accordo al riguardo. Frattanto il Comitato Elettrotecnico Italiano decideva di iniziare lo studio delle Norme relative ai cavi e conduttori elettrici.

Per ottenere che la Conferenza di Parigi del 1925 raccogliesse per parte dei tecnici esteri i più recenti risultati delle ricerche, studi, e dati sperimentali al riguardo nonché le idee dei costruttori e degli utenti dei cavi ad alta tensione io ho proposto alla conferenza il seguente tema che venne adottato:

« Spécifications techniques à insérer dans les cahiers des charges pour la fourniture des câbles à haute tension notamment en ce qui concerne les méthodes de mesure des pertes diélectriques ».

Per parte mia ho ritenuto quindi doveroso di apportare alla questione un mio contributo ed ho giudicato opportuno di riassumere i miei studi ed esperimenti in proposte di carattere pratico, direi quasi empirico, per dare al collaudo dei cavi ad alta tensione un carattere ed una condotta sicura con poche e semplici prove atte a conglobare le misure diverse più complesse ed indeterminate proposte da altri per tenere conto di tutti i fattori che influiscono non solo sulla idoneità dei cavi a resistere alla tensione di esercizio con conveniente fattore di sicurezza, ma pure sulla loro durata. Le prove di collaudo che attualmente si richiedono correntemente sui cavi ad alta tensione sono le seguenti:

A) Prova di durata su ogni pezzatura per un certo tempo ad una tensione superiore a quella di esercizio.

Le varie Associazioni hanno regole diverse. Tali prescrizioni sono state raggruppate nella Tabella I e nel grafico della figura 1.

Da questi dati appare come praticamente si equivalgono le prescrizioni delle Associazioni Americane A. I. E. E. (American

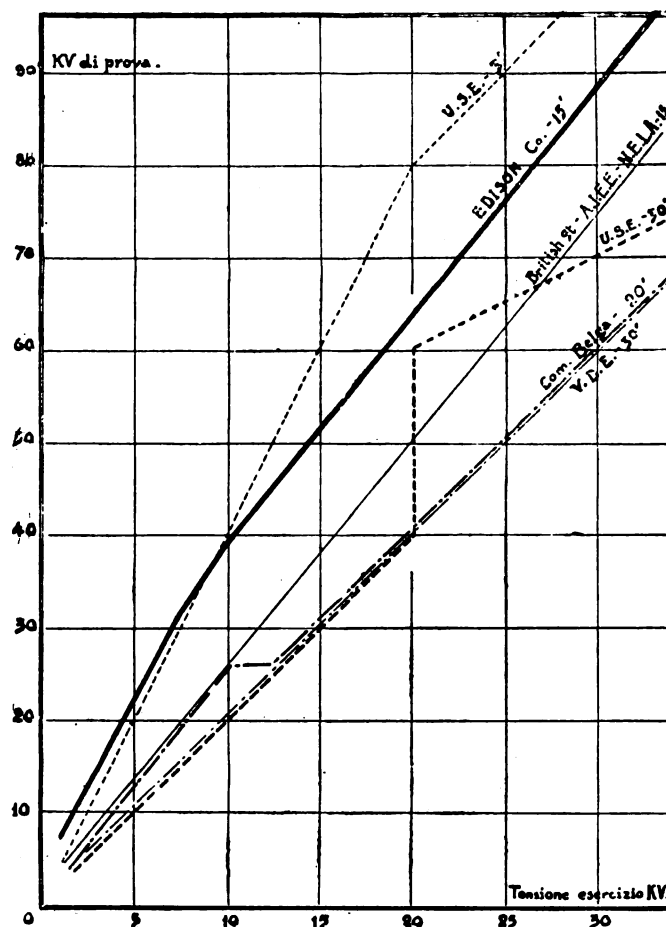


Fig. 1.

Institute of Electrical Engineers) e N. E. L. A. (National Electric Light Association) e di quella Inglese (British Engineering Standards Association) che hanno in fondo la stessa regola: $2,5 E$ — per 15' con una tensione di prova minima di 2,5 kV per i cavi da porre in esercizio a meno di 1 kV. La prova di tensione prescritta dall'Associazione tedesca del V. D. E. è

TABELLA I.

Prove da farsi su ogni pezzatura - Tensione di prova.

Tens. d'eserc.	A. I. E. E.	N. E. L. A.	Ass. EDISON	BRITISH st.	V. D. E.	Comm. BELGA	U. des S. de l'E
$E = \text{kV}$	$\text{kV} \times 15'$	$\text{kV} \times 15'$	kV	$\text{kV} \times 15'$	$\text{kV} \times 30'$	$\text{kV} \times 2'$	kV
0 ÷ 0.500	2,5	come A. I. E. E.	$5 \times 5'$		$2 E + 1$	2. —	$4 E \times 3'$
0.500	3		» »	2,5	»	»	$2 E \times 30'$
0.650			» »		»	»	»
0.700			» »		»	»	»
1. —	4		6		»	2 5 E	»
2. —	6,5		10		»	»	»
2.200			»		»	»	»
3. —	9		15	6	»	»	»
3.3		fino a 10 kV (2,95 s in mm.)	»	10	»	»	»
4. —	11,5		19		»	»	»
5. —	14		22		»	»	»
5.500			»	15	»	»	»
6.600			»	18	»	»	»
7.500	19,5		31		»	»	»
10. —	$2,5 E$		$39 \times 15'$		»	2E e non meno di 25 kV	»
11. —			»	25	»	»	»
oltre i 10	$2,5 E$		»		»	»	»
15. —		$2,5 E$ (5,9 s in mm.)	52		»	»	»
20. —		»	61		»	»	»
25. —		»	76		»	»	$2 E + 40 \text{ p } 3'$
30. —		»	88		»	»	$E + 40 \text{ p } 30'$
35. —		»	100		»	»	»
40. —		»	110		»	»	»

invece meno severa: $2E + 1000$; con questa regola i cavi per tensione minore od uguale a 500 volt vengono provati a meno di 2 kV; la durata però è doppia delle precedenti (30'). Le regole del Comitato belga stanno fra quelle inglesi-americane e le tedesche.

Le Norme francesi dell'Union des Syndicats de l'Electricité (U. S. E.) si distaccano notevolmente dalle altre. Esse infatti prescrivono per i cavi fino a 20 kV di esercizio una prova per 30' a due volte la tensione di esercizio ed oltre i 20 kV una prova alla tensione $2E + 40$ kV per 3' seguita da una prova alla tensione $E + 40$ kV per 30'.

Infine lo schema del capitolato compilato dall'Association of Edison Illuminating Co. American propone delle prove con sollecitazioni superiori a quelle degli altri enti Americani ma inferiori a quelle delle Norme francesi.

Dalla Tabella I e dai valori degli spessori isolanti prescritti dalle relative Associazioni si è dedotta la tabella II ed il diagramma della fig. 2 che danno le tensioni di prova in funzione dello spessore isolante s misurato in mm. Non si sono compresi in questa tabella i dati relativi alle norme dell'U. S. E. e dell'A. I. E. E. e della Edison Assoc. perchè non sono in esse specificati i valori degli spessori isolanti. Questa tabella è molto istruttiva perchè mostra qual'è la sollecitazione media che si ha durante la prova di tensione. La più elevata sollecitazione è quella ammessa dalla N. E. L. A. la quale cimenta il dielettrico per 15' a 6 kV circa per mm.

TABELLA II.

Prove da farsi su ogni pezzatura.
Tensione di prova in relazione allo spess. is. in mm.

Tens. di eserc. $E = \text{kV}$	N. E. L. A. kV	BRITISH kV	V. D. E. kV	Com. BELGA kV
3.2	2.95 s	2 s		
3			2.3 s	3.25 s
3.3	"	29 s	"	"
4	"	"	"	"
5	"	"	"	"
5.5	"	3.3 s	"	"
6.6	"	3.6 s	3.2 s	4 s
7.5	"			
10	"	3.35 s	3.8 s	4.5 s
oltre i 10	5.9 s			4 s
15	"		3.9 s	"
20 e oltre	"		4.4 s	"

Questo ordine di prove, che diremo di durata, serve essenzialmente a rivelare se nel cavo si hanno dei difetti di fabbricazione molto accentuati ed è particolarmente utile per il costruttore nei vari stadi di fabbricazione onde scoprire e fare risultare cotesti punti difettosi.

Se però il cavo è uniformemente difettoso, come ad esempio per difetto di impregnazione, per aria occlusa, per cattiva essiccazione, ecc., con conseguente alto valore delle perdite nel

dielettrico, il cavo che certamente non può avere una vita nè lunga nè buona, può resistere alla prova di tensione e di durata. Questa prova pur essendo necessaria deve perciò essere integrata da qualche altro accertamento più severo atto a tenere conto del comportamento del dielettrico.

B) Perforazione. — La seconda prova che frequentemente viene prescritta nei capitolati di accettazione dei cavi ad alta tensione è quella della perforazione elettrica.

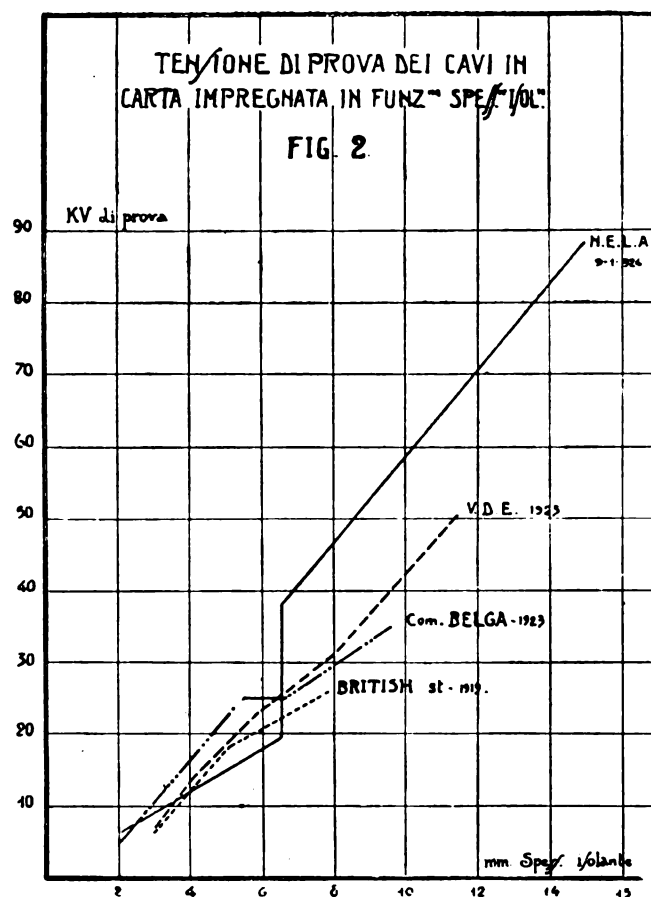


Fig. 2.

Tale prova viene eseguita sopra uno spessore del cavo di pochi metri di lunghezza ed è normalmente seguita dalla prova di flessibilità che consiste nell'assoggettare un'altro spezzone simile ad un certo numero di piegature avvolgendolo e svolgendolo per un determinato numero di volte ad una data temperatura sopra un tamburo il cui diametro è fissato in un dato rapporto col diametro esterno D del cavo e nel ripetere quindi su di esso la prova di perforazione. Nella Tabella III abbiamo riunito i dati e le modalità di queste prove fissate dalle norme della

TABELLA III.

Prove di perforazione su campioni.

	N. E. L. A.	EDISON	V. D. E.	Com. BELGA
Lungh. del camp. . . .	—	3 m.	5 m.	5 m.
Prova a kV	5 E fino a $E = 10$ 10.8 s per $E > 10$ in ogni caso non $< 5 E$.	160% della tensione di prova data dalla tabella 1 il che corrisponde a circa $5 E$.	5 E	
Durata di applicazione.	30"	5'	5'	—
	Incrementi del 10% della tensione precedente. Sino alla perforazione sostando 30" ad ogni incremento.	Come N. E. L. A. ma sostando un minuto ad ogni incremento.	—	$> 5 E$ (Nessuna specificaz. sul modo di aumentare la tensione)
Piegature				
ϕ tamb.	12 D	12 D	15 D	15 D
N° cicli piegatura . . .	2	2	3	3
Tens. di prova.	7 s per 15' (non meno di 3.5 E) poi perfora colle modalità del campione precedente.	140% della tensione di prova stabilita dalla tabella 1 p. 5' poi perforazione c. s.	Tensione normale di prova delle intere pezzature.	Come V. D. E.

N. E. L. A., della Edison Co., del Com. belga e del V. D. E. Le norme delle altre Associazioni non ne fanno cenno.

La prova di perforazione corrispondente a quella che si fa sul provino di ferro o di acciaio di una costruzione metallica per assaggiare le caratteristiche meccaniche del materiale impiegato, dovrebbe servire a riconoscere il coefficiente di sicurezza di funzionamento del cavo ed assaggiare la qualità del materiale isolante. Nel caso però dei dielettrici soggetti alla sollecitazione elettrica i fenomeni sono molto più complessi che non nel caso dei metalli soggetti a sollecitazioni meccaniche ed i risultati sono grandemente influenzati dalle modalità secondo le quali è condotta la prova.

Anzitutto per quanta cura venga posta nella fabbricazione del cavo non si può presumere di realizzare quella omogeneità di materiale che si ha in una costruzione metallica, così che quando la tensione viene aumentata progressivamente e per gradi susseguenti con ritmo rapido, questa prova non serve ad altro che a rilevare se nel breve pezzo di cavo scelto esistono punti difettosi per fabbricazione, e solo il caso può fare risultare più o meno elevata questa tensione di perforazione a seconda che nel pezzo scelto per la prova si ha assenza o presenza di punti difettosi.

Lo studio di questa tensione di perforazione per essere ritenuto esauriente dovrebbe essere esteso a tutta la lunghezza del cavo, tagliando questa in successivi spezzoni e provandoli tutti alla perforazione nello stesso modo.

Quando si seguisse un tale metodo di prova, che non può evidentemente essere usato in un ordinario collaudo, si riconoscerebbe che nella bobina di cavo si possono avere da pezzo a pezzo tensioni di perforazione che si differenziano tra loro anche fino al 10 per cento.

Nella esecuzione di questa prova si prescrivono diverse regole, particolarmente nei riguardi del ritmo di elevazione della tensione. Dalla nostra pratica sperimentale risulta però che nell'intervallo di tempo entro il quale sono contenute queste regole, cioè nei limiti di tempo, nei quali non possono manifestarsi le influenze delle perdite nel dielettrico e dei cicli precedenti di prova il modo col quale viene variata la velocità di elevazione della tensione non ha grande importanza. Questa variazione deve essere soprattutto regolata rispetto agli apparecchi di lettura della tensione che possono avere un ritardo nelle loro indicazioni ovvero impulsi per forza viva e non possono leggersi con sicurezza se non a indice fermo e stabilizzato.

La prova di perforazione è poi dipendente dai cicli precedenti di elettrizzazione del dielettrico, ed è largamente influenzata dalle scariche che si producono sulle estremità dello spezzone con brusche variazioni di sollecitazione del dielettrico.

La prova di perforazione non tiene conto in alcun modo delle perdite del dielettrico, dei fenomeni di ionizzazione nell'interno di essi, o dei difetti di continuità o di intimo contatto tra gli strati di dielettrico, o tra dielettrico e metalli, che contribuiscono grandemente a rendere il cavo meno idoneo a sostenere per lungo tempo alte sollecitazioni.

Pertanto a nostro avviso questa prova se non è da escludere completamente per la innegabile facilità di esecuzione che presenta, deve avere un valore limitato ed essere integrata da controlli più razionali e sicuri sulla qualità del cavo.

A questa prova si può dare invece una importanza decisiva per il controllo del grado di flessibilità del cavo, cioè per verificare la tensione di perforazione che presenta il cavo dopo che sia stato a più riprese avvolto e svolto su di un tamburo di diametro determinato particolarmente se la prova è fatta a bassa temperatura.

C) Perdite nel dielettrico. — Fin da quando si cominciò a considerare la influenza delle perdite nel dielettrico sul funzionamento dei cavi ad alta tensione e sulla loro resistenza alla perforazione, venne cercato di stabilire delle norme di capitolato atte a controllare i cavi sotto questo punto di vista.

Non ci soffermiamo qui ad accennare ai numerosi e diversi metodi di misura delle perdite nel dielettrico, e rimandiamo alla ricca bibliografia sull'argomento; accenniamo solo che uno dei metodi più esatti ed insieme di più facile applicazione è quello elettrodinamometrico degli Ingg. Emanueli-Barbagelata.

E' pure noto come le ultime proposte relative all'esame delle perdite nel dielettrico, piuttosto che alla determinazione del valore di queste perdite sono dirette allo studio delle loro variazioni col gradiente del potenziale o colla temperatura in quanto che coteste variazioni hanno diretto rapporto colla costruzione del cavo tanto nei riguardi dei materiali impiegati che della lavorazione.

Le regole olandesi sopra citate controllano unicamente il modo di variare delle perdite colla tensione e colla temperatura.

Le norme recentemente proposte dalla « Association of Edison I. C. » stabiliscono invece che:

« Dopo la esecuzione delle prove ad alta tensione si dovrà per ogni cavo funzionante sopra i 7500 volt misurare il fattore di potenza alla temperatura dell'ambiente con una tensione corrispondente a 20 volt per mil. di spessore isolante (800 V per mm) ed a 100 volt per mil. (4000 volt per mm). La differenza tra i valori del fattore di potenza così misurato non deve superare 0,02 per cavi trifasi e 0,01 per i cavi unipolari ».

Queste modalità di verifica per la accettazione dei cavi se possono includersi in speciali capitolati relativi a cavi ad altissima tensione e per forniture molto importanti, non possono a nostro avviso, fare parte di norme correnti di collaudo, sia per il tempo e la apparecchiatura che richiedono, come per la loro grande delicatezza dovuta alla influenza di cicli precedenti di elettrizzazione e termici del cavo ed altre cause perturbatrici.

A nostro avviso poi mentre queste misure sono certamente di prezioso aiuto per il costruttore come mezzo di indagine e di controllo sull'andamento della fabbricazione dei cavi, sono meno appropriate a riconoscere la loro reale idoneità.

Anzitutto questa prova è indiretta poichè dai risultati delle misure delle perdite nel dielettrico si deduce in via di ipotesi se il cavo è più o meno bene impregnato e per quanto queste deduzioni siano basate su studi sperimentali non sono così conclusive da permettere di comprendere tra le cause delle anomalie delle perdite nel dielettrico unicamente i difetti di fabbricazione del cavo.

E' da ritenere che numerosi cavi ad alta tensione i quali funzionano da tempo con piena soddisfazione non sarebbero stati trovati corrispondenti alle prescrizioni relative alle perdite nel dielettrico del genere di quelle suindicate e non sarebbero stati accettati.

Queste misure di carattere assolutamente indiziario per quanto riescano a penetrare più intimamente nella struttura della costruzione del cavo che non le prove di tensione fino ad ora applicate, non sono ancora esaurienti e non possono accertare con sicurezza se esistono dei punti deboli nei cavi.

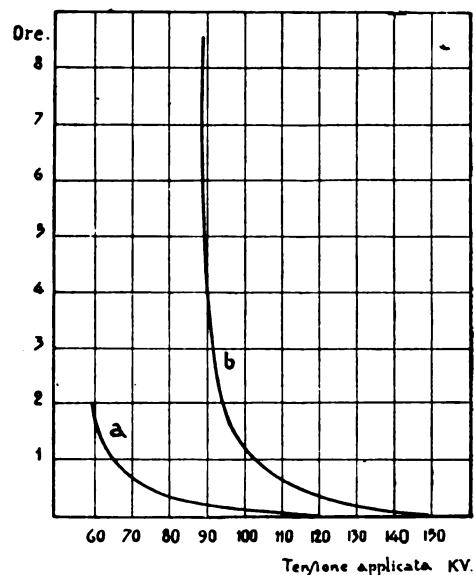


Fig. 3.

Infatti la misura delle perdite dielettriche eseguita su di una bobina di cavo dà un risultato medio e la determinazione della variazione del fattore di potenza in funzione della tensione applicata può indicare se la carta è perfettamente impregnata o no solo se l'eventuale difetto è generale ovvero è esteso ad una considerevole lunghezza rispetto alla lunghezza del cavo in prova. Un punto difettoso, quale è particolarmente da temere per la sicurezza del cavo, non può essere rivelato in alcun modo dalla misura delle perdite nel dielettrico.

La determinazione delle perdite avrebbe solo una reale e diretta importanza per la conoscenza del rendimento del cavo, ove questo requisito avesse a introdursi nei capitolati.

Noi ci siamo occupati di verificare altri metodi di prova mediante i quali si potessero riconoscere più completamente che non nei presenti capitolati le proprietà dei cavi all'atto del loro collaudo e siamo pervenuti alle seguenti conclusioni e proposte:

Se ad uno spezzone di cavo si applica una tensione crescente per gradi e si mantiene per ogni grado la tensione per un tempo così lungo che si possa ritenere raggiunto l'equilibrio termico (in media almeno due ore) si raggiunge una tensione

di perforazione, che diremo *limite*, al di sotto della quale si può ammettere che il cavo possa resistere indefinitamente ed al di sopra della quale il cavo non resiste.

Se si traccia un diagramma avente per ascisse le tensioni e per ordinate i tempi di durata del cavo sotto la tensione corrispondente si ottengono delle curve come la *a* e *b* di fig. 3.

Nella nostra pratica sperimentale un cavo che resista per due ore ad una data tensione è difficile che bruci se non dopo lunghissimo tempo.

La *tensione limite* suddetta tiene conto di ogni elemento relativo al dielettrico. Infatti la determinazione di tale *tensione limite* serve anzitutto a rilevare i punti costruttivamente difettosi che si manifestano a tensioni relativamente basse, serve poi a rivelare un anormale funzionamento del dielettrico in quanto che ove si proceda insieme a questa prova a quella della misura della temperatura del cavo si ha un indizio sicuro del grado di queste perdite. Anzi questa misura di temperatura potrebbe essere un facile e sicuro metodo di controllo di queste perdite che permette di tenere conto dei due fattori di variabilità delle perdite: tensione e temperatura.

La tensione limite, che per cavi ben costruiti è molto elevata, è funzione delle perdite perchè essendo applicata per lungo tempo il cavo ha tempo a riscaldarsi per causa di queste perdite e possono manifestarsi le perforazioni dove queste perdite sono particolarmente elevate per difetti locali di fabbricazione anche non localizzate in un punto, ma estese.

Noi abbiamo eseguito su numerosi cavi nello stesso tempo le misure delle perdite nel dielettrico e quelle della determinazione della tensione limite ed abbiamo senza eccezioni, riconosciuto che i cavi aventi una *tensione limite* elevata avevano altresì perdite nel dielettrico basse e seguenti con molta approssimazione la legge della proporzionalità al quadrato della tensione — mentre il reciproco non era sempre vero. Si ebbero cioè dei cavi che pure avendo delle perdite nel dielettrico assolutamente normali, dimostrarono una tensione limite bassa rivelando dei punti difettosi.

La sollecitazione massima del dielettrico corrispondente alla tensione limite può variare da 20 a 30 kV per mm laddove la sollecitazione di lavoro è di 5 kV e quella corrispondente alla perforazione con progressione rapida della tensione è compresa tra 40 e 50 kV per mm.

La nostra proposta è pertanto quella di sostituire alla prova di perforazione, troppo empirica, ed alla misura delle perdite nel dielettrico, prova troppo complessa ed indiretta, quella della *tensione limite*, vale a dire che una conveniente lunghezza di cavo possa resistere per un tempo lungo ad una tensione elevata da prescrivere.

Questa prova non dovrebbe estendersi a tutto il lotto dei cavi da accettare perchè il mantenere ad una sollecitazione elettrica così elevata il dielettrico è di danno al cavo stesso, ed occorrerebbero installazioni di trasformatori molto grandi per sviluppare la potenza apparente necessaria.

Si potrà sperimentare sopra una lunghezza di qualche metro, da quattro a dieci metri, e si dovrà avere particolare cura che le estremità dello spezzone siano bene isolate e convenientemente proporzionate per evitare scariche esterne ed effluvi che contribuiscano a riscaldare il cavo.

Ad esempio un cavo trifase costruito per 22.000 volt di esercizio potè essere tenuto per due ore a 150 kV e mezz'ora a 200 kV dopo di che si dovette interrompere la prova per l'eccessivo riscaldamento del cavo, che produceva la fusione e la fuoriuscita della materia d'impregnazione.

Il modo più rigoroso per determinare il valore della *tensione critica* dovrebbe consistere nel fare una serie di prove a tensioni gradatamente crescenti, della durata di almeno due ore ciascuna, prendendo per ogni prova un nuovo spezzone di cavo non precedentemente sollecitato fino ad ottenere la perforazione. Si osserva però che un tale metodo, applicato ai collaudi normali sarebbe, specialmente per le piccole forniture, eccessivamente costoso per la grande lunghezza di cavo che si dovrebbe sacrificare nella prova. D'altra parte sembra logico ammettere che sul risultato di una prova di tensione di lunga durata non debbano notevolmente influire le sollecitazioni alle quali è stato il cavo assoggettato in precedenti prove a tensioni inferiori. Si ritiene perciò che nella pratica corrente la misura della tensione limite possa farsi impiegando un solo spezzone ed applicando ad esso tensioni gradatamente crescenti ad intervalli di tempo di due ore.

Il valore della tensione di partenza e dei successivi gradi dovrebbe essere fissato dalle norme o dai capitoli in relazione alla tensione di esercizio *E*. Noi riteniamo che convenga cominciare da una tensione $2,5 E$ da aumentarsi per gradi costanti di $0,5 E$.

La lunghezza dello spezzone da provare dovrebbe scegliersi quanto più grande possibile compatibilmente colle condizioni economiche ed in relazione all'entità del lotto, allo scopo di aumentare la probabilità d'includere nello spezzone stesso eventuali punti o tratti difettosi. Anzi per forniture di un gran numero di bobine si consiglia di sacrificare per la prova un'intera bobina.

Concludendo le prove di collaudo che vengono proposte sono:

1) Prova di durata da eseguirsi sopra tutte le bobine della fornitura, nel modo al presente in uso, ad una tensione fissata in relazione a quella di esercizio o dello spessore isolante e per un tempo stabilito.

2) Determinazione della tensione limite da eseguirsi sopra uno spezzone per ogni lotto partendo da un valore della tensione da fissarsi in relazione a quella di esercizio ed aumentando quindi gradatamente la tensione stessa di un determinato intervallo costante ogni due ore fino alla perforazione.

3) Prova di perforazione con tensione gradualmente e rapidamente crescente su di uno spezzone di cavo avvolto a più riprese su di un determinato diametro a temperatura fissata.

:: SUNTI E SOMMARI ::

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

K. KÜPFMÜLLER — Ponte di misura a frequenza radio. (El. Nachricht. Techn., 1925, N. 9).

Le misure a frequenza radio si sono eseguite finora prevalentemente con metodi a deviazione. La condizione di risonanza di tensione o di corrente, che ha luogo in un circuito formato dalla impedenza incognita e da una reattanza nota, per es. una bobina o un condensatore campione, viene indicata dalla deviazione massima di uno strumento. Le tensioni o correnti di risonanza dipendono soltanto dalla resistenza ohmica, i cui valori possono essere determinati con un metodo di sostituzione. I metodi più conosciuti sono quelli del Bjerknes ⁽¹⁾ e del Lindemann ⁽²⁾. Secondo il primo, studiato anche dal Trautenberg ⁽³⁾, e da Monasch e Fischer ⁽⁴⁾ la bobina da misurare L_x , R_x viene chiusa su un condensatore tarato ed accoppiato

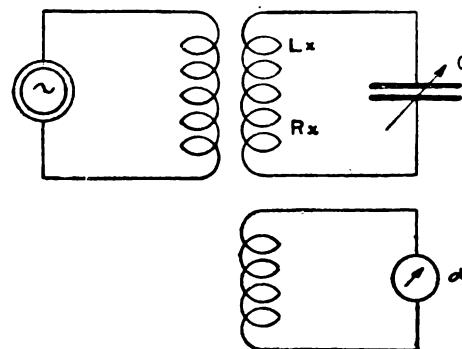


Fig. 1.

lentamente a un generatore e ad un indicatore di corrente (fig. 1). Le costanti della bobina possono venir calcolate dalle deviazioni x_0 e e dalle capacità C_0 e C corrispondenti rispettivamente alla risonanza e ad un altro valore da essa poco discosto, per mezzo della formula:

$$R_x = \frac{C - C_0}{C C_0 \omega} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{x_0}{x} - 1}}$$

La difficoltà di queste misure sta nel fatto che l'accoppiamento tra i due circuiti deve essere molto lento, per evitare che la variazione della capacità durante la misura influisca apprezzabilmente sull'accoppiamento vicendevole dei tre circuiti. Il Lindemann trovò un metodo che permette di eliminare fino a un certo punto queste difficoltà. Le misure richiedono però molta cura e abilità e sono scomode.

La fig. 2 mostra il metodo di risonanza secondo il Pauli ⁽⁵⁾. Il

⁽¹⁾ Wied. Ann., vol. 44 a 1891, pag. 74 e vol. 55 a. 1895, pag. 121.

⁽²⁾ Jahrb. f. drahte. Telegr., vol. 4, a. 1911, pag. 561.

⁽³⁾ Phys. ZS., vol. 8, a. 1907, pag. 925.

⁽⁴⁾ Ann. d. Phys. (4), vol. 28, a. 1909, pag. 57.

rapporto $\frac{I_1}{I_2}$ viene misurato per differenti valori di R e portato nel diagramma della fig. 3. Il segmento intercettato sull'asse delle ascisse dalla congiungente dei punti sperimentali rappresenta la resistenza R_x . Il vantaggio del metodo è che l'accoppiamento può essere stretto a piacere, possono cioè venir usate correnti di misura relativamente forti. Sono necessarie però diverse letture per ricavare il valore di R_x nel quale è computata anche la resistenza dello strumento.

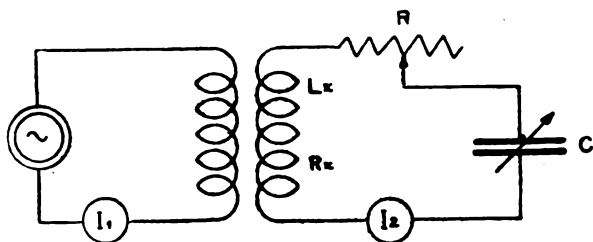


Fig. 2.

Per la misura delle perdite nei condensatori o del decremento di un'antenna si usano pure metodi di risonanza. Il metodo a ponte invece non viene usato nella pratica a frequenza radio; esso viene usato largamente e in sempre più vasta scala nella tecnica delle misure telefoniche a basse e medie frequenze ottenendo un'esattezza soddisfacente. Il maneggio è semplice e può venire realizzato anche da personale non specializzato.

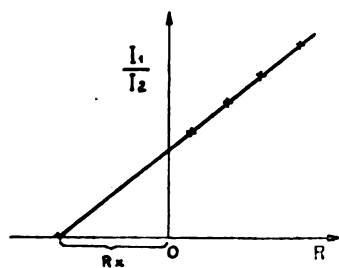


Fig. 3.

Anche nella radiotecnica si fa naturalmente sentire il bisogno di un tale strumento, ma vi si oppongono due difficoltà: in primo luogo le correnti di origine capacitiva tra la diagonale del ponte e la sorgente di f. e. m. che si chiudono verso la terra o verso un altro punto del ponte, correnti che non si possono controllare, che crescono con la frequenza e possono infirmare completamente i risultati delle misure. In secondo luogo la scelta di un sistema indicatore che sia resistente ai sopracarichi, ma tuttavia abbastanza sensibile. Nella tecnica delle frequenze musicali il telefono soddisfa a queste condizioni. A frequenza radio non si trovò finora alcun strumento che lo potesse ben rimpiazzare.

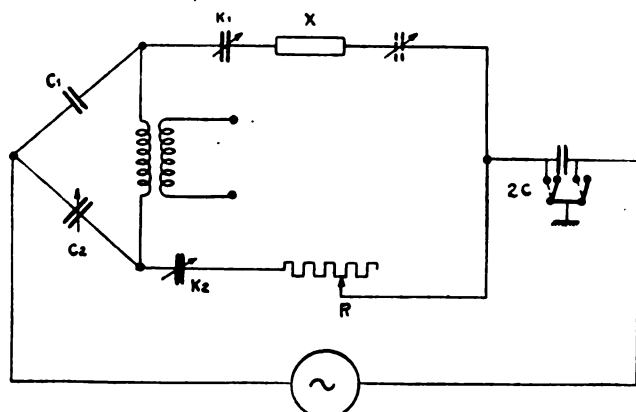


Fig. 4.

La S. H. ha tenuto conto di queste condizioni nello sviluppo del ponte per frequenze da 15000 a 15.10⁶ per. qui descritto. Si tenne anche conto, per gli scopi pratici, dei requisiti di facile trasportabilità, piccole dimensioni e semplice maneggio. Nella condizione di equilibrio del ponte, sussiste la formola:

$$X = \frac{z_1}{z_2} N,$$

se z_1 e z_2 sono le impedenze dei due lati di proporzione, X l'impedenza incognita e N quella di paragone. Il calcolo della X è più comodo se $\frac{z_1}{z_2}$ è un numero reale, cioè se i due lati hanno lo stesso

angolo di fase. Essi possono essere composti da resistenza ohmica, autoinduzione o capacità. All'A. sembrano più adatti a questo scopo i condensatori, essi hanno un angolo di fase piccolo e si possono costruire con dielettrico d'aria o di mica e con dimensioni piccole, e permettono una facile variazione del rapporto del ponte. Mediante schermi adatti si possono eliminare gli effetti delle correnti dovute alle capacità disperse.

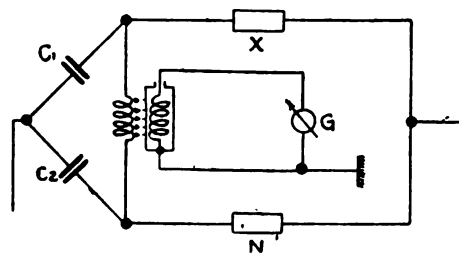


Fig. 5.

Lo schema del ponte è quello della fig. 4. Per eliminare l'uso di induttanze, il cui campo magnetico disperso potrebbe causare errori, viene inserito in serie con l'impedenza incognita X il condensatore K_1 . R è la resistenza di paragone avente in serie la capacità K_2 . Se il rapporto di proporzione è:

$$p = \frac{C_2}{C_1},$$

e se la impedenza incognita è espressa da:

$$X = a + jb,$$

si ha, nella condizione di equilibrio e con evidenti ipotesi semplificative:

$$a = pR$$

$$b = \frac{1}{\omega} \left(\frac{1}{K_1} - \frac{p}{K_2} \right).$$

Per la misura della reattanza di linee aeree e cavi il sistema viene simmetrizzato rispetto alla terra dal condensatore $2C$, e il condensatore K_1 è diviso in due condensatori simmetrici rispetto alla X , come per i ponti a bassa frequenza. Per la misura di reattanze di sistemi con un polo a terra, come p. es. antenne, o di bobine e condensatori senza sensibile capacità rispetto alla terra il condensatore di simmetria può venir chiuso in corto circuito e il polo corrispondente messo a terra. Le capacità parassite sono eliminate da diversi schermi elettrostatici. Le fig. 5-7 dimostrano come si sono sviluppati questi schermi.

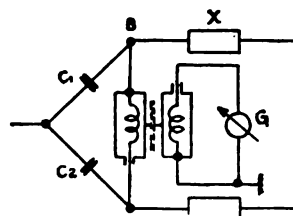


Fig. 6.

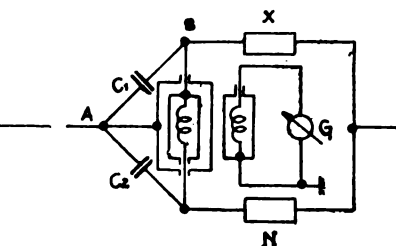


Fig. 7.

Per poter usare connessioni bifilari tra il ponte e gli altri apparati è utile mettere i punti del ponte possibilmente molto vicini gli uni agli altri. La fig. 8 dimostra come questo scopo sia stato raggiunto. Lo schermo esterno del primario è prolungato sopra i

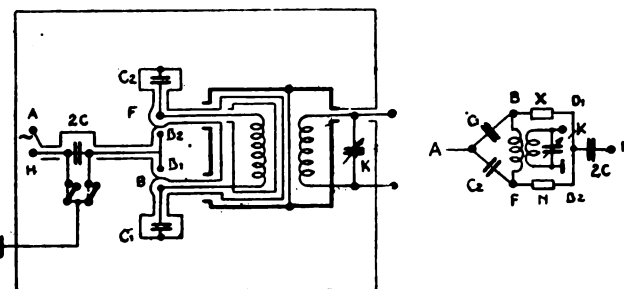


Fig. 8.

condensatori e i corrispondenti conduttori. Le connessioni consistono in tubi concentrici che hanno lo scopo di impedire l'accoppiamento magnetico tra le singole parti del ponte. Tutto il trasformatore è racchiuso in un involucro messo a terra che serve contemporaneamente da protezione magnetica. Il punto D del ponte e il condensatore di simmetrizzazione sono pure congiunti a questo sistema in modo di essere definiti capacitivamente e da ridurre al minimo la dispersione magnetica. Gli schermi sono costituiti da lamine di rame.

(⁵) ZS. f. Phys., vol. 5, a. 1921, pag. 376 e vol. 6, a. 1921, pag. 118.

Il principio degli schermi applicati alle parti del ponte fu usato per la prima volta nel 1904 da Campbell (*), il quale tuttavia usò soltanto due schermi per il trasformatore, cosicchè lo strumento è sottoposto a tensioni di fronte alla terra. Egli adottò speciali dispositivi di compensazione dipendenti dal rapporto del ponte. Campbell ideò pure i doppi schermi, per i condensatori e le resistenze di paragone, che si sono applicati anche in questo ponte. Gli schermi in-

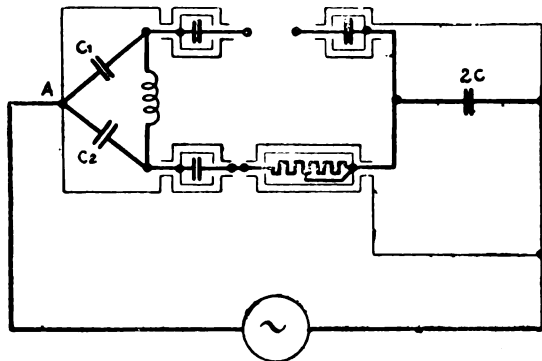


Fig. 9.

terni sono in contatto con i punti adiacenti del ponte (fig. 9) e gli esterni con la sorgente di f. e. m. Le capacità così si sommano da una parte ai lati del ponte e dall'altra al condensatore di simmetria. Tutto il sistema è allora indifferente a variazioni del campo esterno. Nella taratura dei condensatori vengono comprese anche le capacità degli schermi.

Rimane ancora da trattare il problema dello strumento indicatore. Si potrebbero usare termogalvanometri, bolometri, detector, galvanometri a valvola; ma tutti questi strumenti hanno lo svantaggio di essere molto sensibili a sopracarichi, che nelle misure a ponte sono invece molto frequenti p. es. all'apertura di uno dei due lati. La più

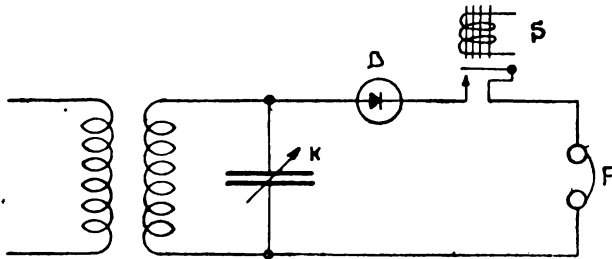


Fig. 10.

semplice soluzione è rappresentata in fig. 10. La corrente, fornita dal trasformatore applicato alla diagonale, viene raddrizzata da un detector e trasformata da una cicla in oscillazioni musicali udibili al telefono F.

Al riguardo giova qui richiamare alcune considerazioni sulla teoria dei raddrizzatori. Nella figura 11 siano Z_{10} la impedenza in-

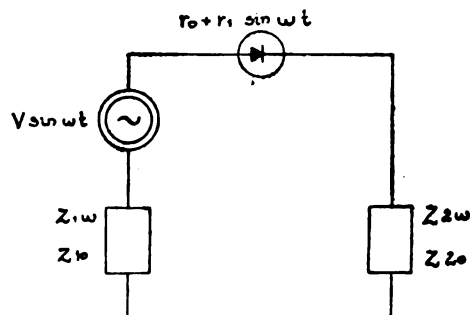


Fig. 11.

terna del generatore della f. e. m. $V \sin \omega t$ alla pulsazione ω , Z_{10} la resistenza interna del medesimo generatore per corrente continua. Inoltre sia Z_{1w} la impedenza dell'utilizzatore alla pulsazione ω , Z_{20} la resistenza del medesimo utilizzatore per corrente continua. Generatore e utilizzatore sono congiunti attraverso un raddrizzatore imperfetto, la cui resistenza è $r_0 + r_1 \sin \omega t$. Risulta allora una corrente ondulata della forma approssimata:

$$I \approx I_0 + I_1 \sin \omega t$$

la cui componente continua è:

$$I_0 = V \frac{r_1}{2(Z_{10} + Z_{20} + r_0)(Z_{1w} + Z_{2w} + r_0)}$$

(*) Electrical World, vol. 44, a. 1904, pag. 728.

da cui le condizioni per ottenere un valor massimo di I_0 :

$$Z_{10} \ll r_0, \quad Z_{1w} \approx r_0$$

$$Z_{20} \approx r_0, \quad Z_{2w} \ll r_0$$

La resistenza per corrente continua dell'utilizzatore e l'impedenza a pulsazione ω del generatore devono essere dunque proporzionate alla resistenza media del detector. La fig. 12 mostra lo schema del

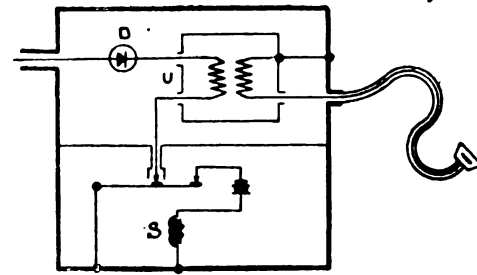


Fig. 12.

raddrizzatore-rivelatore. La resistenza media del detector è per piccole intensità tra 10.000 e 20.000 ohm; ad essa bisogna proporzionare la impedenza a bassa frequenza del telefono e quella ad alta frequenza del trasformatore. U è un trasformatore a bassa frequenza. La cicla e il contatto interruttore sono protetti da uno schermo magnetico.

Le resistenze antinduttive usate per queste misure sono di filo di costantina avvolte in maniera doppiamente bifilare secondo il sistema Hahnemann. Sono poste in due cassette di metallo isolate tra loro in quattro decadi separate, precisamente: i decimi, le unità, le decine e le centinaia. Si può controllare la bontà di queste resistenze

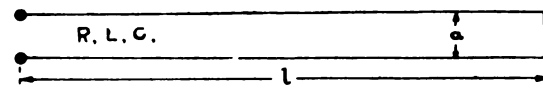


Fig. 13.

paragonandole a lunghi conduttori bifilari rettilinei (fig. 13) le cui proprietà si possono calcolare esattamente mediante la teoria dei conduttori uniformi. La reattanza è:

$$U = Z \operatorname{tg} \gamma l$$

dove Z è resistenza d'onda, γ la caratteristica di propagazione; ambedue si deducono dalla resistenza, autoinduzione e capacità unitarie. Praticamente si può applicare la formola approssimata:

$$U \approx R_1 l + j \omega L_1 - \frac{l^2}{3} R_1 C_1 l$$

dalla quale l'angolo di fase:

$$\varphi \approx \operatorname{tg} \varphi = \omega \left(\frac{L_1}{R_1} - \frac{l^2}{3} R_1 C_1 \right)$$

R_1 , L_1 , C_1 possono venir calcolati dalle dimensioni geometriche della linea. Per essa generalmente l'angolo di fase è positivo. La fig. 14

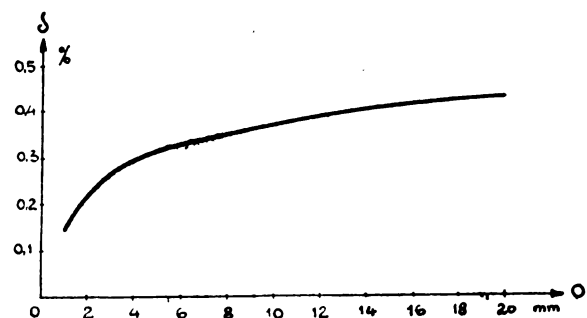


Fig. 14.

mette in evidenza il variare di δ in funzione della distanza fra i fili nel caso di una spira rettangolare di costantina della resistenza di 400 ohm di filo del diametro di 0,05 mm e della lunghezza di 157 mm alla frequenza di 160.000 periodi. Per confronto con tale spira venne misurato l'angolo di fase delle cassette di resistenza antinduttiva del ponte; esso risultò al massimo corrispondente a una induttanza di $0,5 \mu H$ e dipendente principalmente dai bracci degli inseritori delle resistenze a decadi. Tale valore è del resto trascurabile per lunghezze d'onda tra 200 m e 20 km.

La frequenza, a cui può venire usato il ponte è limitata dalle proprietà del trasformatore della diagonale, perchè il buon rendimento di un tale accoppiamento è limitato ad un dato intorno di frequenze. Il ponte è perciò fornito di due trasformatori intercambiabili, dei quali uno serve per le lunghezze d'onda tra i 200 e 2000 m, l'altro per quelle tra i 2 e i 20 km. L'esattezza del ponte in questa gamma di frequenze è da 2 a $10 \cdot 10^{-1}$ a seconda della reattanza da misurare. L'errore massimo di fase è di $3'$ e col rapporto $1:1$ esso è di $1'$.

C. Hr.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

SPECTATOR — Impressioni sull'esercizio delle tramvie urbane europee. (El. Rail. Journal, 23 gennaio 1926, pag. 147).

L'autore, uno specialista in materia di tramvie urbane, espone una serie di osservazioni raccolte durante un suo viaggio in Inghilterra e sul continente europeo.

La prima cosa che colpisce il forestiero all'arrivo in Inghilterra è la grande diffusione dei veicoli a due piani, in contrasto coll'uso limitatissimo che se ne fa invece sul continente. Nè è facile trovare una spiegazione a questa differenza perchè il veicolo a due piani, collo stesso peso morto, la stessa potenza di motori e lo stesso personale di servizio è in grado di trasportare un numero di passeggeri dal 25 al 30 per cento superiore a quello che possono trasportare i veicoli a un piano.

E' vero che di questo vantaggio non godono i trasporti inglesi perchè, non essendo ammessi i passeggeri sulle piattaforme, il veicolo a due piani è capace soltanto di 20 ÷ 24 passeggeri, mentre sulle vetture del continente, dove non è in vigore l'esclusione dalle piattaforme, queste trasportano la maggior parte dei passeggeri potendone contenere da 24 a 40. Questi diversi criteri di servizio, implicano una differente distribuzione del carico sui veicoli; in Inghilterra tutto il peso è concentrato nella zona centrale per una lunghezza di metri 3 ÷ 3,50; mentre sul continente il peso è distribuito su tutta la lunghezza del veicolo ed anzi risulta concentrato alle estremità.

Si nota spesso che di questa diversa distribuzione del carico non si è tenuto conto nella costruzione del veicolo, così che non è difficile vedere le piattaforme, che rappresentano le zone più caricate, montate a sbalzo e quindi soggette a continui sobbalzi durante la corsa.

L'interesse dei veicoli inglesi si mantiene entro i limiti di 2,50 ÷ 3 metri, mentre sul continente c'è la tendenza ad allungarlo sempre più estendendolo fino alle piattaforme. Occorre introdurre, per questo, opportuni dispositivi nella sospensione della cassa, che consentano un certo gioco laterale o radiale agli assi, per facilitarne l'inserzione nelle curve e ridurre l'usura dell'armamento e dei bordini delle ruote. A Gand è stato notato un tipo di vettura a tre assi, lungo da 9 a 10 metri, ma non è stato possibile avere informazioni esaurienti al suo riguardo.

Una caratteristica di molti impianti europei è il peso eccessivo delle vetture. In Olanda questa caratteristica è più marcata: le vetture di Leida, capaci di 63 passeggeri, pesano 32 tonnellate, ossia 500 kg per passeggero.

In Francia, sulle reti attorno a Parigi, il peso specifico delle vetture è ridotto a 230 kg per passeggero e le tramvie di Berlino arrivano a 165 kg per passeggero.

Il tecnico americano, che visita le tramvie europee, ha spesso occasione di rilevare l'assoluta mancanza di ogni sforzo verso l'economia, pur essendovi molti esercizi che si svolgono in condizioni economiche alquanto critiche.

Il peso eccessivo delle vetture e l'impiego di due agenti per vettura sono due esempi caratteristici che suffragano l'affermazione.

E' stato osservato da qualcuno, a giustificazione di tale tendenza, che la vettura più pesante, a parità di capacità, dura di più perchè più solida; ma il maggiore peso si traduce in un maggiore costo, maggiore consumo, e maggiore usura degli impianti fissi così che molto probabilmente, un bilancio rigoroso proverebbe che il vantaggio della più lunga durata è assorbito, se non superato dalle maggiori spese di esercizio.

Anche l'impiego delle vetture a due agenti sulle piccole reti o sulle linee a scarso traffico, rappresenta uno spreco enorme. In America è ormai pacifico che non si possono esercire collo stesso criterio le reti a grande traffico e le piccole reti. Sulle prime, dove le vetture sono sempre affollate e dove sono in distribuzione sulla stessa vettura sei o sette differenti biglietti, il bigliettario è indispensabile; ma sulle piccole reti con scarso traffico e con un unico tipo di biglietto in distribuzione, l'impiego del secondo agente rappresenta un lusso superfluo.

Secondo l'autore, questa mancata evoluzione, è da attribuire allo spirito conservativo dell'europeo ed alla sua mancanza di iniziativa; molte volte anche al fatto che le imprese tramviarie sono guidate da uomini di affari invece che da tecnici competenti.

La sola Nazione che ha impianti moderni e che sta al corrente coi progressi della tecnica sarebbe l'Olanda dove l'autore ha trovato i servizi migliori e meglio tenuti e dove sono abbastanza diffuse le vetture a un agente.

Anche la Germania ha impianti moderni, ma le vetture a un agente sono state adottate, finora, soltanto in tre o quattro città secondarie.

La questione è però all'ordine del giorno anche in Europa e nel Congresso Tramviario Internazionale di Bruxelles del luglio scorso, il problema delle vetture a un agente ebbe l'onore del primo posto nella discussione. Il rapporto del relatore segnalava i pericoli che questo sistema presenta tanto per il pubblico quanto per il manovratore, ma aveva il torto di non fare distinzione fra le vetture sprovviste di qualsiasi apparecchio di sicurezza e le vetture munite invece di tutti i dispositivi atti ad assicurare l'incolumità del pubblico e del personale di servizio. L'autore si augura che questo tipo di vettura possa incontrare il più largo uso anche in Europa.

Accennando alle tramvie dell'Europa meridionale, l'autore ha un giudizio alquanto severo: le tramvie dell'Europa meridionale, egli osserva, rispecchiano il carattere delle popolazioni; in Italia ed in Spagna gli impianti sono, in generale, in condizioni deprecabili e le economie derivanti dai progressi di questi ultimi dieci anni, vi sono affatto sconosciute.

A conclusione della sua relazione, l'autore osserva che l'iniziativa americana potrebbe trovare un buon campo di azione nelle imprese tramviarie europee le quali sono suscettibili di notevoli miglioramenti per i quali mancano, secondo lui, agli attuali dirigenti europei, lo spirito di iniziativa e l'energia necessari.

g. a. r.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPLICAZIONI TERMICHE.

Una interessante installazione di cucine elettriche è stata effettuata dalla S. A. Therma, nel Cottonificio Valle di Susa a Perosa Argentina. Venne messa in opera una grande cucina elettrica a riscaldamento diretto, con forni, e una caldaia elettrica a bilico. I due apparecchi sono capaci di fornire 500 razioni giornaliere e possono assorbire al massimo 30 kW complessivamente; il carico normale è di 20 a 25 kW.

CONCORSI.

Forniture importanti di materiali sono richieste dalla Società Americana « Ulen and Co. » che ha ottenuto dal Governo Greco la concessione di ingenti lavori per la costruzione di un lago artificiale a Maratona. Il materiale richiesto comprende, oltre a tutto quanto riguarda le installazioni normali di cantiere, mezzi di scavo e di trasporto, anche macchinario elettrico e precisamente: motori elettrici, impianti per produzione di energia elettrica e per illuminazione, locomotive elettriche a scartamento ridotto. L'Ufficio Commerciale della nostra Legazione ad Atene, invita i costruttori italiani a mandare sollecitamente offerte e cataloghi alla « Ulen and Co. » 39 Academy St., Atene (indirizzo telegrafico: Uleno-Athenes), tenendo presente nello stabilire i prezzi e le condizioni di vendita che occorre affrontare anche la concorrenza dell'industria di altri Paesi.

MECCANICA.

Un nuovo sistema di ingranaggi è stato studiato dall'Ing. Mamma, valendosi dei procedimenti della geometria analitica che permettono di conseguire la massima precisione nella determinazione degli elementi per la costruzione degli ingranaggi stessi. Secondo una Memoria recentemente presentata al R. Istituto Lombardo di Scienze e Lettere, il nuovo tipo di ingranaggi presenterebbe dei vantaggi peculiari notevoli sui tipi comuni, per quanto riguarda i rendimenti, le condizioni dinamiche di trasmissione, la possibilità di trasmettere grandi potenze o altissime velocità, ecc.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Il ritorno dell'acqua di condensa in caldaia con ciclo completamente chiuso, è stato adottato con successo nella cartiera Padana a Castelvetro Piacentino. Non esiste pozzetto di raccolta delle acque di condensa le quali rimangono imprigionate nella tubazione ermetica; si mantiene in tal modo la elevata pressione regnante in caldaia e quindi anche la temperatura di 150° a 160°, colla quale le acque sono rimandate in caldaia mediante la pompa di alimentazione. Si è realizzato con questo dispositivo una rilevante economia di combustibile.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Impiego delle onde corte negli allacciamenti intercoloniali francesi. — Fino alla vigilia della guerra la Francia, povera di cavi, non era riuscita a far approvare alcuno dei progetti di allacciamenti radiotelegrafici intercoloniali presentati successivamente dai Ministri delle Colonie e delle Poste nell'agosto 1911, nel luglio 1912 e nel marzo 1914. Durante il grande conflitto venne infine decisa la costruzione dei quattro grandi impianti coloniali ad onda lunga di Bamako, Brazzaville, Tananariva, e Saigon, i cui lavori, iniziati nel 1917, terminarono nel 1923 per l'impianto di Saigon, nel 1925 per Bamako e Tananariva, mentre sono tuttora in corso per quello di Brazzaville. Alla lentezza, con cui procedettero fino ad oggi i lavori di completamento della rete intercoloniale francese, che si allaccia alle due Stazioni metropolitane di Bordeaux-Lajayette e di Lione, amministrate dalle Poste, ed in parte a quelle di Saint-Pierre-Des-Corps e Torre Eiffel, amministrate dalla Guerra, si è tentato di rimediare, dappriima facendo concessioni di servizi alla Compagnia « Radio France » (convenzione 29 Ottobre 1920) ed ora, per l'insufficienza dei fondi disponibili in Bilancio, adottando su larga scala i collegamenti ad onda corta.

Nella relazione presentata in marzo al Senato francese dalla Commissione dei lavori pubblici, incaricata di esaminare la proposta di legge relativa al completamento di tale rete, il problema delle comunicazioni ad onda corta viene prospettato in modo generale ed obiettivo, con argomenti che possono risultare di qualche interesse nel momento attuale, in cui la tecnica delle onde corte tende ad affermarsi sempre più nei collegamenti a grande distanza.

Premesso che la comunicazione per onde corte non funziona in

generale in modo accettabile ed economico, che quando la notte regna nell'intero percorso, per cui nel mese di Giugno, ad esempio, non si comunica fra Parigi ed il Giappone che per un'ora della giornata, semprechè le condizioni elettroatmosferaiche lo permettano, la Commissione osserva che raccorciando però l'onda dai 50 ai 17 metri, il collegamento si è potuto mantenere, più o meno regolarmente, anche dopo il levar del sole. Scendendo poi ad onde comprese fra i 10 ed i 25 metri, è stato possibile comunicare in ogni ora della giornata fra punti posti a piccola differenza di longitudine ed a distanze dell'ordine dei 12.000 km. (Parigi-Buenos Aires).

Per ottenere un rendimento commerciale soddisfacente occorrerebbe, secondo la Commissione suddetta, aumentare fortemente la potenza e quindi il costo delle installazioni, senza per questo eliminare le incertezze che si verificano tuttora nell'impiego di tali onde. E' per questi motivi che le Stazioni commerciali ad onda corta sono ritenute tuttora dai tecnici un ottimo ausilio per quelle di grande potenza ad onda lunga, avendo la possibilità di sostituirla, od anche duplicarla, il servizio nelle ore ad esse favorevoli. La Commissione cita, a suffragio di quanto sopra, l'esempio del nuovo impianto di grande portata ad onda lunga e corta che la « Compagnie Générale de T.S.F. » è stata incaricata di costruire nel Cile.

L'impianto a sola onda corta sembra invece preferibile, anche per considerazioni economiche, quando si tratta di stabilire servizi a basso rendimento fra Stazioni distanti 3000 a 6000 km. ed anche più, come appunto si verifica per quei collegamenti intercoloniali che la Francia, per ragioni di bilancio, non ha ancora potuto realizzare. Difatti, mentre il costo totale di uno dei grandi impianti coloniali francesi ad onda lunga è stato valutato dai 15 ai 20 milioni di franchi, vi è la possibilità di costruire una Stazione ad onda corta da 25 kW colla sola spesa di 2 milioni, nella quale è compreso il prezzo dei terreni e dei fabbricati.

Una serie sistematica di prove è stata intanto organizzata dalla Amministrazione delle Poste, di accordo con quello della Guerra, utilizzando: un impianto sperimentale da 25 kW costruito dalla *Telegrafia militare* e che dovrebbe essere inviato a *Numea*, e due piccole stazioni stabilite ad *Issy-Les-Molineux*, l'una per onda 25 e 32 metri destinata a *Tahiti*, l'altra per onda 70 metri, destinata a *Gibuti* e sistemando una dozzina di posti riceventi nell'Africa occidentale, al Camerun, al Madagascar, a Tahiti, nel Togo, all'Isola di Réunion, alle Antille ed a Saint-Pierre-Miquelon. E' altresì previsto l'impianto di una Stazione trasmittente ad onde corte alla Martinica. G. mf.

STATISTICA.

La produzione di energia elettrica nella Svizzera ha preso uno sviluppo rilevantissimo. Dai 400.000 kW disponibili nel 1914 si è giunti attualmente ad oltre 1.385.000 kW; gli impianti in corso di costruzione rappresentano una ulteriore potenza di 210.000 kW, mentre sono già allestiti progetti per una potenza complessiva di altri 750.000 kW. La produzione di energia è stata nel 1925 di 5.328.616.000 kWh, dei quali 3.011.245.000 di potenza continua. Dell'energia prodotta ne viene esportata circa il 16 %. Il capitale investito nelle Società Elettriche, ammontava, alla fine dello scorso anno, a circa 1.600.000.000 di franchi. Il coefficiente di utilizzazione degli impianti è stato del 45 per cento nel 1915.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Ing. PIETRO VEROLE. — *La grande trazione elettrica*. — Edit. Ulrico Hoepli - Milano, 1926 - Prezzo L. 80.

Finalmente un libro italiano sulla trazione elettrica, ed un buon libro. In questa rubrica abbiamo, raramente è vero, perchè la letteratura mondiale è scarsa di opere in argomento, dato notizia delle più recenti pubblicazioni estere che trattano della trazione, e in questi ultimi anni ne sono apparse di assai notevoli, ma da lungo tempo nulla era comparso di nostro, e praticamente nessun libro originale italiano esisteva fino ad oggi su questo importantissimo ramo della tecnica elettrica. D'altra parte, nonostante l'esteso lavoro fatto dalle F. S. nel campo della trazione elettrica, abbiamo molte volte dovuto lamentare come le notizie pubblicate sul lavoro stesso fossero scarsissime, saltuarie, su periodici diversi e molte volte esteri, così da non dare la possibilità di seguire, con uno sguardo d'insieme, la reale importanza di quel che s'è fatto e si conta di fare da noi. Anche da questo lato il Verole, che per tanti anni appartenne alle F. S., ha riempito una grave lacuna, e di questo gli possono essere grati non solo i tecnici della trazione elettrica, ma tutti i tecnici italiani in generale.

E' naturale che un libro italiano descriva e studi anzitutto ed ampiamente gli impianti italiani, cominciando dalle centrali di generazione per passare alle linee di trasmissione, alle sottostazioni, alle linee di contatto ed ai locomotori. Su tutto l'A. dà estese descrizioni e minute spiegazioni. Precede una breve e riassuntiva trattazione generale sulle caratteristiche tecniche degli impianti elettrici in genere che serve di introduzione a tutto il volume.

Seguono, con larga copia di dati, disegni, schemi e illustrazioni, le descrizioni degli impianti esteri monofasi, monofasi ed a corrente continua, completate da studi ed a considerazioni che dimo-

strano come l'A. abbia profondamente sviscerato l'ardua materia che si è proposto di trattare.

Abbiamo già altra volta avuto occasione di far presente come la trazione elettrica sia tuttora in periodo di evoluzione rapida secondo criteri diversissimi nei vari paesi del mondo. E' perciò assai difficile, anche per il tecnico specialista, di orizzontarsi fra tutti gli elementi che la tecnica mondiale gli mette a disposizione, per sceverare il buono dal meno buono e procedere non solo col sussidio della pura tecnica, ma anche secondo i consigli e i risultati della pratica che, in cose ferroviarie, ha parte, se non predominante, certo equivalente.

E' perciò ancor più da notarsi come l'A. abbia saputo dopo la vasta esposizione di quanto s'è fatto in tutto il mondo, trarne in una felice sintesi quelle utili conclusioni che solo poteva dedurre chi per molti anni ha lavorato nello stesso campo. La grande copia dei risultati d'esercizio riportati e l'analisi critica di essi, sia pur con difficili confronti a causa delle grandi diversità esistenti fra i vari esercizi, aggiungono altri pregi al libro che stiamo esaminando.

Fra i capitoli che sinteticamente riassumono le conclusioni e le opinioni dell'A. ci piace ricordare quelli che trattano del confronto fra le linee di contatto dei vari sistemi di trazione, della scelta della tensione negli impianti a corrente continua, delle caratteristiche di velocità dei vari sistemi, ed infine quello nel quale si fa un parallelo fra i vari sistemi in uso nella grande trazione industriale.

Dato lo stato di evoluzione, ricordato più sopra, nel quale si trova la tecnica in questo campo, è per così dire fatale che ogni esame di questioni di trazione elettrica conduca ad un confronto tra i vari sistemi, confronto che svolto in forma più o meno vivace lascia sempre i competitori ciascuno della propria precedente opinione. Il Verole invece tratta il delicato argomento con molto tatto e, se pur tra le righe, lascia trasparire quale sia il suo punto di vista nella *vexata quaestio*, il lettore ha l'impressione che la scelta sia lasciata a lui, ed in ciò sta l'arte dello scrittore. La tabella riassuntiva dei vantaggi e dei difetti dei vari sistemi, riportata a pag. 625 del grosso volume, se non è scevra di qualche piccola menda, è però uno dei pochi esempi finora avuti nella letteratura tecnica, di riportare onestamente e chiaramente i vari sistemi al minimo comun denominatore, ed il fatto che è la prima volta che simile confronto ci provenga da chi essendo stato per lunghi anni funzionario delle F. S. è in grado di conoscere tutto quanto s'è fatto in grande trazione elettrica in Italia, dimostra, se non altro, che parecchio cammino s'è già fatto verso una migliore valutazione di quanto ogni sistema può realmente dare.

Molto cammino resta ancora da fare, e il libro del Verole, colla sua lucida esposizione dei fatti lo lascia chiaramente prevedere. Siamo però sulla buona strada e i progressi della tecnica condurranno poco a poco e forse prima di quanto si creda a quella scelta definitiva che ancor oggi sembra lontana, ma che, per le stesse esigenze di questa nostra civiltà standardizzatrice, non può a meno di venir imposta, presto o tardi, dalle circostanze.

Chiude il volume un ampio studio dei singoli importanti problemi tecnici relativi allo studio dei progetti di elettrificazione, e alle questioni meccaniche ed elettriche ad essi connesse, nonché molti esempi di calcoli. Forse uno svolgimento più ordinato di questi argomenti avrebbe maggiormente giovato alla chiarezza ed allo svolgimento logico del pensiero, ma sono piccole mende che nelle future edizioni l'A. eliminerà certamente con vantaggio del libro e del lettore. m. s.

*

E. MORELLI. — *Costruzioni Elettromeccaniche* - Volume II, Puntata 18 - (Unione Tipografica Editrice Torinese) - Prezzo L. 20.

Questa nuova puntata della classica opera del prof. Morelli conserva i pregi di modernità, di chiarezza e di alto valore tecnico che hanno fatto apprezzare le precedenti.

Una prima parte si occupa degli impianti di comando di pompe idrauliche e di ventilatori. Del più alto interesse e della maggiore attualità è la parte destinata alla propulsione delle navi, nella quale l'A. illustra con ricchezza di schemi e di disegni le più moderne applicazioni della propulsione elettromeccanica dei sommergibili e delle grandi navi. L'ultima parte è dedicata agli accessori di guida e di segnalazione delle navi, ai comandi elettrici dei timoni, delle artiglierie, ecc.

Questa puntata dell'opera del Morelli costituisce indubbiamente la trattazione più esauriente che la nostra letteratura tecnica possa vantare sugli argomenti considerati.

*

P. CONTALDI. — *La Meccanica e le Macchine nella Scuola e nell'Industria* - Vol. I e Vol. II - Milano - Hoepli, 1926 - V. Edizione - Prezzo complessivo L. 82.

Il libro del Contaldi è ben noto specialmente nelle Scuole industriali dove ha trovato meritatamente la più larga accoglienza. L'A. ha proceduto continuamente ad aggiornare il suo libro; esso nella veste attuale si presenta diviso in tre volumi, l'ultimo dei quali sta per essere pubblicato.

Il primo volume è dedicato ai fondamenti della meccanica ed alle nozioni di resistenza dei materiali. Il secondo volume, completamente rimaneggiato, tratta delle caldaie e delle macchine a vapore. L'ultimo sarà destinato alle macchine a combustione interna e alle macchine idrauliche.

L'A. non perde mai di vista lo scopo al quale il libro è destinato e mantiene quindi sempre l'esposizione entro i giusti limiti specialmente per quanto riguarda le nozioni teoriche. Con mirabili doti di chiarezza e di semplicità, l'A. riesce però sempre a svolgere la materia, talvolta alquanto complessa, in modo sufficientemente completo.

La nuova edizione potrà, come e meglio delle precedenti, riuscire molto utile alle nostre scuole medie industriali.

*

ESSELBORN. — *Lehrbuch der Elektrotechnik* - Vol. I e II - (Lipsia, W. Engelmann, 1924) - Prezzo Marchi 19,50 per ogni volume.

L'opera, che conta complessivamente più di 1500 pagine di grande formato, è intesa a dare un quadro completo dello sviluppo attuale dell'elettrotecnica. Precede una parte dedicata ai fondamenti teorici ed ai sistemi di misure. I diversi tipi di macchine elettriche vengono poi esaminati e studiati metodicamente nei loro diversi tipi secondo le varie applicazioni. Nella trattazione l'A. fa largo uso sia dei metodi grafici che degli sviluppi matematici.

Caratteristica dell'opera, perchè meno frequente in trattati generali di questo tipo, è la larga parte data alle diverse applicazioni industriali dell'elettrotecnica; non soltanto nei riguardi della produzione e distribuzione di energia, alle installazioni e ai metodi di regolazione dei motori nelle diverse industrie, ma anche per le applicazioni termiche, per le segnalazioni a distanza, per l'illuminazione, ecc. Speciali capitoli sono dedicati alla telegrafia e telefonia ed anche alle nozioni generali di radiotrasmissioni.

Nella sua completezza l'opera pur senza approfondire gli argomenti trattati, può riuscire utile per un orientamento generale nel vasto campo dell'elettrotecnica.

*

Annual Report of the Smithsonian Institution - 1923.

Il grande Istituto scientifico Americano ha pubblicato un nuovo volume del suo annuario, che riveste, come sempre, un grande interesse scientifico.

Dopo una sommaria esposizione dell'attività svolta nella annata dalle diverse iniziative e dai laboratori che fanno capo all'Istituto, seguono parecchie Memorie originali su argomenti singoli di molte branche della scienza.

Fra queste monografie, una dà notizia degli studi sulle radiazioni comprese fra le onde elettriche e quelle calorifiche, colla descrizione di un metodo per la produzione di onde da 0,220 mm. Un'altra riferisce su un progetto di utilizzazione delle maree. Vi si trova anche una buona descrizione dei noti impianti di Lardarello per l'utilizzazione del vapore naturale. Parecchie altre Memorie riguardano argomenti di storia naturale, di antropologia, ecc.

*

R. CAMERER. — *Vorlesungen über Wasserkraftmaschinen*. — Editore Wilhelm Engelmann - Lipsia, 1924. - Seconda edizione - Marchio 25, legato M-o 28.

La seconda edizione del classico libro del Camerer sulle turbine idrauliche appare dopo dieci anni dalla prima, in una edizione tipograficamente chiara su carta patinata con molte figure e diagrammi.

Nel grosso volume di 515 pagine completato da 42 tavole con esempi costruttivi, l'A. espone la teoria e il calcolo delle turbine idrauliche in tutti i suoi dettagli meccanici ed idraulici. E' un libro che può essere utilissimo tanto ai costruttori che agli ingegneri non specialisti, poichè anche la parte relativa alla scelta del tipo più conveniente per un dato caso è ampiamente svolta. Il libro, dopo una introduzione, in un capitolo assai dettagliato esamina i problemi idraulici in generale, ed in particolare modo i metodi di misura delle portate, con esame critico dei vari sistemi.

Segue un riassunto delle caratteristiche dei vari tipi di macchine idrauliche, con un accenno alla storia di queste macchine. A questo proposito si può notare che l'A. pur riproducendo in numerose illustrazioni i primi esempi di macchine non accenna ai disegni di Leonardo da Vinci che fu un precursore anche in questo campo, e di qualche secolo in avanzo sugli altri citati nel libro.

Dalla parte teorica e sintetica si passa poi alla teoria generale delle turbine e successivamente alla teoria e costruzione delle turbine tipo Francis e alla teoria e costruzione delle turbine ad azione, Pelton e simili.

La materia vasta e complessa è trattata lucidamente da mano padrona dell'argomento, e dà una visione completa dello stato della tecnica a due anni fa. I più recenti progressi nelle turbine veloci ad elica Kaplan e Lawaczek non hanno potuto trovar posto nel libro del Camerer, e solo si accenna brevemente al primo tipo. Non v'ha dubbio però che col nuovo slancio che in Germania si è avuto dopo la guerra nella costruzione degli impianti idroelettrici, una nuova edizione del libro che ci occupa dovrà presto apparire, ed in questa troveranno posto anche le ultime e più recenti applicazioni.

Chiudiamo notando che l'industria italiana è assai bene rappresentata nel volume da molti esempi di costruzioni della Riva: anche qui però le macchine più recenti e più importanti non sono ricordate, forse per mancanza di informazioni.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO.

Verbale della seduta tenutasi il 24 gennaio 1926 a Milano

approvato nella seduta del 3 luglio 1926.

Presenti: Lombardi, Presidente; Barbagelata, Segretario; Alesandri, Barducci, Bellincioni, Bordoni, Campos, Carcano, Catenacci, Emanuelli, Fachini, Ferraris, Ferrero, Ganassini, Grassi, Manfredi, Morelli, Montù, Norsa, Rebora, Sartori, Semenza G., Semenza M., Soleri, Ucelli, Vallauri G., Vannotti.

Scusati: Cenzato, Ceradini, Civita, Correggiari, Del Buono, Dina, Di Pirro, Fano, Lori, Maffezzoli, Mengarini, Revessi, Sarli, Scarpa, R. Vallauri.

Assenti: Arcioni, Bardeloni, Belluzzo, Broggi, Clerici, Corbino, Ferrero, Pession, Ponti, Prinetti.

1) *Verbale.* Si legge e si approva il verbale della seduta precedente.

2) *Comunicazioni della Presidenza.* Il Presidente comunica i ringraziamenti della Segreteria di Londra per l'aumentato contributo del nostro Comitato.

Informa che il Prof. Bordoni ha creduto per delicatezza, di dare le sue dimissioni quale rappresentante del Ministero dei Lavori Pubblici nel Comitato Elettrotecnico Italiano, e che il Ministero ha già nominato in sua vece il Comm. Barducci, presente, al quale si dà il benvenuto. Quanto al Prof. Bordoni, la Presidenza Generale dell'A. E. I. ha subito provveduto ad includerlo nella lista dei suoi delegati, cosicchè il nostro Comitato può continuare a valersi, senza discontinuità, della preziosa opera del Prof. Bordoni stesso.

La Segreteria di Londra ha comunicato di non poter mantenere il programma annunciato per la pubblicazione a stampa e distribuzione dei suoi comunicati. Il Presidente Ing. Semenza, informa che effettivamente la sede centrale, in conseguenza della aumentata attività della C. E. I., si trova in deficit. Prega ad ogni modo che sulla questione sia rimesso un promemoria, di cui si affida la compilazione al Segretario.

La Presidenza presenta quindi una proposta elaborata dal Segretario, intesa ad ottenere automaticamente, attraverso la C. E. I., lo scambio delle Norme tecniche nazionali, pubblicate nelle Nazioni aderenti. Si approva, su consiglio del Presidente Generale, di presentare una formale proposta in riguardo a Londra, inviando possibilmente il numero di copie delle Norme italiane, necessario per una prima distribuzione.

3) *Delegazione italiana a New York.* - Il Presidente Lombardi e Semenza ricordano l'importanza della riunione di New York (10-22 aprile) nella quale si terrà anche una seduta plenaria, e la conseguente necessità che la Delegazione Italiana sia numerosa ed autorevole. Il Presidente comunica che due membri potranno essere inviati a spese del C. E. I. ed uno a spese dell'A. E. I., mentre agli altri dovrebbero provvedere Enti e Società.

L'assemblea esprime il voto unanime che il Prof. Lombardi e il Prof. Sartori, entrambi riluttanti, possano far parte della Delegazione e che il terzo Membro possa essere il Prof. Morelli che dà buoni affidamenti di poter partire.

E' pure assicurata la partecipazione dell'Ing. Ucelli (o dell'Ing. Ratti) Direttore tecnico della Società Riva.

Dopo discussione si conviene di intensificare le pratiche presso l'ANIEL, l'AEIE, ed i Ministeri, per l'invio dei loro rappresentanti, e che tutti coloro che sono dubbiosi, inviino una risposta decisiva al Segretario, entro il 30 gennaio.

4) *Discussioni rapporti italiani per Londra* - SIMBOLI. — Si approva definitivamente la lista dell'Aja (pubbl. n. 35) ed il simbolo Ω per ohm. Si ritiene che sia inutile o quanto meno prematuro occuparsi internazionalmente dei segni grafici per impianti interni, alla cui preparazione conviene provvedere per uso nazionale. Si decide di far presente la difficoltà che incontra la preparazione di simboli telegrafici e telefonici, pel fatto che alcune grandi ditte specializzate hanno largamente diffusi simboli in contrasto coi fondamentali della C. E. I.

Si rigettano i Simboli della C. N. 164, n. 314, 1, 7 come troppo specializzati, richiamandosi ai precedenti e ripetuti voti del nostro Comitato.

MACCHINE. — Si legge e discute il rapporto francese predisposto dal Prof. Morelli e già distribuito e lo si approva in massima con alcuni lievi ritocchi di cui il Prof. Morelli terrà conto nella relazione definitiva.

MOTORI PRIMI. — Ucelli e Rebora rendono conto del lavoro fatto in materia di definizioni per i motori primi. Le loro proposte sono in massima approvate.

Si delibera pure di officiare l'Ing. Bellincioni a voler predisporre colla massima sollecitudine le definizioni relative agli impianti idraulici

che dovrebbero essere esaminati al più presto da tutti i membri del Comitato.

Circa le norme per l'ordinazione del macchinario idraulico si decide che il nostro Comitato si limiti a trasmettere a Londra copia dei moduli varietà dei nostri costruttori e si affida all'Ing. Ucelli la cura della raccolta.

Per quanto invece concerne le prescrizioni per le prove di collaudo, si delibera di trasmettere ufficialmente l'opinione che, data la grandissima varietà degli impianti idraulici, non sia al momento attuale possibile di precisare norme del genere.

MOTORI TRAZIONE. — Marco Semenza dà notizia dei lavori del Sottocomitato, le cui proposte, dopo breve discussione e con lievi ritocchi sono accettate.

Si affida all'Ing. Marco Semenza il compito di preparare subito la relazione definitiva da inviare a Londra.

ALTE TENSIONI. — Si dà lettura di un rapporto inviato dall'Ing. Del Buono, Presidente del Sottocomitato, e dopo breve discussione si affida ai Collegli Rebor, Vannotti, Norsa e Alessandri, membri del Sottocomitato, presenti alla seduta, di preparare al più presto il rapporto da trasmettere a Londra, nel quale si deve essenzialmente sostenere:

a) che il Comitato Italiano non ha osservazioni da fare circa la scala proposta all'Aia per la tensione degli impianti, ritenendola di importanza pratica del tutto secondaria.

b) che il Comitato Italiano insiste invece nel concetto che si debba predisporre una scala con pochi gradini per le tensioni normali e conseguentemente per le tensioni di prova degli apparecchi elettrici e degli isolatori.

BASSE TENSIONI. — Si accoglie il parere del Sottocomitato che si debba insistere per mantenere la scala di tensioni già deliberata dal nostro Comitato.

REGOLAMENTAZIONE LINEE. — Il Prof. Sartori, Presidente del Sottocomitato, informa che proprio in questi giorni è stato approvato il regolamento governativo per gli attraversamenti, sulle cui basi egli potrebbe preparare rapidamente un rapporto per Londra.

Il Comitato gli affida tale compito nel quale egli dovrà anche commentare le proposte belghe che si giudicano troppo minuziose per un regolamento internazionale.

Il Presidente comunica quindi che la Segreteria di Londra insiste per la presentazione di un rapporto da parte italiana sul tema:

«Quale è l'importanza nel vostro paese della richiesta di macchine elettriche con sovraccarico, e quali sono le ragioni principali di tale richiesta».

Si ritiene che tale rapporto possa essere compilato solo dagli uffici-vendita delle principali case produttrici di macchinario, e si affida ai collegli Catenacci, Norsa, Sarli e Vannotti di voler raccogliere al più presto gli elementi presso le rispettive Case.

Il Segretario ricorda infine i termini ultimi per la trasmissione a Londra dei Rapporti italiani che dovrebbero essere pronti per il 21 febbraio, se redatti in una sola lingua, per il 28 febbraio se redatti in due lingue, e il 7 marzo se redatti in due lingue e in almeno 150 copie.

5) *Nuova edizione delle Norme italiane.* — La Presidenza fa presente l'assoluta necessità che nell'Annuario dell'A. E. I. che si pubblicherà il primo di gennaio 1927, compaiano le nuove edizioni di tutte le nostre Norme, le quali devono quindi essere approvate dal Consiglio Generale dell'A. E. I. nella seduta autunnale, e per conseguenza devono essere completamente predisposte dal nostro Comitato entro il mese di giugno.

Il Presidente raccomanda calorosamente ai Presidenti dei Sottocomitati di voler accelerare il lavoro.

6) *Bilancio.* — Si legge e si approva il bilancio.

7) Si riesamina la composizione dei Sottocomitati che fu deliberata a Napoli un po' affrettatamente e che ha già richiesto qualche ritocco. Dopo breve discussione i Sottocomitati rimangono definitivamente costituiti come segue:

Sottocomitati del Comitato Elettrotecnico Italiano

(deliberazione del 24 gennaio 1926).

1. - *Nomenclatura e Simboli:*
BORDONI, Barbagelata, Dina, Grassi, Lori, Semenza G., Vallauri G.
2. - *Norme-impianti:*
REBOR, Del Buono, Fano, Ferraris, Ferrerio, Massarelli, Semenza G.
3. - *Macchine:*
MORELLI, Barbagelata, Cenzato, Correggiari, Norsa, Rebor, Sarli, Vannotti.
4. - *Motori trazione:*
SEMENTA M., Ferrero, Morelli, Vallauri R., Vannotti, Norsa, Maffezzoli.
5. - *Isolatori e apparecchi alta tensione:*
DEL BUONO, Alessandri, Broggi, Fano, Norsa, Rebor, Vannotti.
6. - *Olii e materiali isolanti:*
EMANUELI, Campos, Catenacci, Fachini, Rebor, Scarpa, Vannotti.
7. - *Tensione e materiale di distribuzione:*
FERRARIS, Catenacci, Clerici, Fano, Massarelli, Rebor, Soleri.
8. - *Regolazione linee:*
SARTORI, Cenzato, Civita, Del Buono, Ferrerio, Manfredi, Barducci, M. Semenza.

9. - *Cavi e conduttori isolati:*

GRASSI, Ceradini, Emanuelli, Fano, Soleri.

10. - *Correnti vaganti e perturbazioni:*

REVESSI, Di Pirro, Emanuelli, Maffezzoli, Scarpa, Semenza M., Soleri.

11. - *Strumenti:*

CAMPOS, Arcioni, Barbagelata, Revessi, Vallauri G.

12. - *Motori Primi:*

BELLUZZO, Cenzato, Ganassini, Rebor, Ucelli.

La seduta viene tolta alle ore 18.

*

Verbale della seduta tenutasi il 3 luglio 1926 a Milano

approvato nella seduta del 1° settembre 1926 a Brescia.

Presenti: Lombardi, Presidente; Barbagelata, Segretario; G. Semenza, Presidente Generale della C. E. I., Alessandri, Barducci, Correggiari, Emanuelli, Fachini, Morelli, Norsa, Rebor, Revessi, Sarli, Scarpa, Semenza M., Soleri, Ucelli, Vallauri R., Vannotti, Membri; Ing. Ratti, invitato.

Scusati: Belluzzo, Bordoni, Campos, Cenzato, Civita, Clerici, Del Buono, Fano, Ferraris, Grassi, Lori, Maffezzoli, Mengarini, Montù, Ponti, Sarli, Sartori, Vallauri G., Membri; Jacobini, Bianchi e Virgili, invitati.

Assenti: Arcioni, Bardeloni, Bellincioni, Broggi, Cardano, Catenacci, Ceradini, Corbino, Dina, Di Pirro, Ferrerio, Ferrero, Ganassini, Manfredi, Massarelli, Pession, Prinetti, Membri.

Si legge e si approva il verbale della seduta precedente.

Il Presidente Lombardi ricorda brevemente il brillante esito della riunione di New York, tributando un vivo plauso al Presidente Generale, Semenza, per i risultati ottenuti e un vivo ringraziamento ai Delegati che hanno partecipato ai lavori, e ai collegli, che pur non facendo parte del Comitato, cooperarono così utilmente ai lavori stessi.

Semenza ringrazia e fa presente la necessità che il Comitato italiano si prepari seriamente e intensamente dal punto di vista tecnico per la riunione dell'anno venturo.

Il Presidente Lombardi riferisce quindi sull'iniziativa di cui si è discusso in America per l'istituzione di un Ente generale di standardizzazione. Dopo le spiegazioni e le notizie aggiunte da Semenza e da Ratti si conviene che per il momento il nostro Comitato non abbia ad entrare nel merito della questione.

Rapporti New York. — Lombardi non crede dover aggiungere maggiori particolari per i Comitati, di cui si è particolarmente occupato, a quanto è già stato pubblicato sull'*Elettrotecnica*.

Solo per la questione delle basse tensioni ritiene opportuno aggiungere che dopo le deliberazioni dell'Aia, la questione era in un certo senso pregiudicata e che un'opposizione dell'Italia alla tabella concordata all'Aia, e approvata dalla grande maggioranza delle altre Nazioni, non avrebbe altro risultato che di ritardare una decisione, senza però poterne modificare le direttive.

Hanno quindi la parola **Morelli** per il rapporto sul Comitato Macchine, **Vallauri** per i Motori di trazione, e **Ratti** per i Motori primi.

Si delibera che i rapporti vengano pubblicati, prima sull'*Elettrotecnica*, e poi in forma di estratto. All'uopo si inviteranno i Delegati non presenti a inviare al più presto i loro rapporti.

Ripresa la seduta nel pomeriggio colla presenza anche dell'Ing. Comboni, Segretario Generale dell'A. E. I., invitato, si tratta dell'organizzazione della riunione del 1927. Il Presidente Lombardi esprime a grandi linee il programma di massima a cui si sarebbe per ora pensato, comprendente alcuni giorni per i lavori, da passarsi in un grande albergo di Bellagio o di altra località del Lago di Como, con una seduta solenne a Como e con qualche gita agli impianti del Liro o ad altri impianti della regione. Quindi con un treno speciale, che le Ferrovie hanno dato affidamento di poter offrire, la comitiva passerebbe a Venezia per la visita della città e agli impianti del Lago di Santa Croce e quindi, con un'eventuale tappa a Bologna e a Firenze, a Roma per la cerimonia di chiusura. Il Prof. Lombardi comunica inoltre una lettera dell'On. Montù, il quale si offre di occuparsi per la disponibilità degli alberghi a Bellagio e per l'organizzazione locale, nonché per un ricevimento nella sua villa, per il che i presenti incaricano il Presidente di trasmettere un vivo plauso.

Segue quindi uno scambio generale di idee, dal quale risulta l'opportunità di iniziare al più presto i lavori preliminari di organizzazione.

Bilancio e Varie. — Il Segretario comunica la situazione finanziaria, dalla quale risulta che le attività del Comitato per la fine dell'anno corrente saranno di circa 24.000 lire, rendendo all'A. E. I. la piccola differenza fra il contributo straordinario da essa versato e le spese sostenute per un delegato, per il Presidente Generale e per un pranzo offerto a New York.

Si riconosce la necessità di ottenere l'anno venturo dei sussidi straordinari per l'organizzazione della riunione internazionale.

In seguito ad analoga richiesta del Ministero dell'Economia Nazionale si riconferma al Segretario-tesoriere, Prof. Angelo Barbagelata, l'autorizzazione di quitanzare per conto del Comitato, e si incarica il Presidente di trasmettere la deliberazione al Ministero.

Si delibera di soprassedere sulle dimissioni presentate dall'Ing. Campos come Presidente del Sottocomitato Istrumenti, e si esprime il più vivo compiacimento per l'iniziata convalescenza del collega, seguita a così grave malattia.

Null'altro essendovi da deliberare la seduta è tolta.

* *

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI ROMA.

Verbale dell'Assemblea generale dei Soci 30 giugno 1926 e Conferenza del Prof. G. Revessi.

La sera del 30 giugno alle ore 21,30 sotto la Presidenza del Presidente della Sezione, Ing. Comm. Del Buono, ha avuto luogo l'Assemblea Generale dei Soci della Sezione; la sera stessa il socio Prof. Revessi ha tenuto la sua conferenza sulla « *Funzione economica della produzione dell'energia* ».

Il testo della conferenza già tenuta presso la Sezione Veneta e ripetuta quindi a Roma è stato già pubblicato nel Giornale. La conferenza si riallaccia alla precedente che il Prof. Revessi tenne tempo fa sulla « *Funzione storica della produzione dell'energia* » e presenta naturalmente un interesse pratico molto rilevante in quanto quella produzione è sempre più essenziale alla formazione della ricchezza.

La nitida ed originale esposizione, vivamente applaudita dai molti soci presenti, fu seguita, per merito di alcuni di essi, da una breve discussione, che non potè però avere il necessario sviluppo e fu quindi rinviata ad altra riunione per la necessità di passare all'

Assemblea generale.

Alle ore 22,45 il Presidente inizia l'Assemblea cominciando a svolgere il seguente

Ordine del Giorno:

1. - Comunicazioni della Presidenza;
2. - Resoconto morale dell'anno 1925;
3. - Discussione del bilancio consuntivo 1925 e preventivo 1926;
4. - Elezioni parziali delle cariche sociali;
5. - Varie ed eventuali.

Espone l'attività della Sezione nello scorcio dell'anno 1925 e primavera 1926; ricorda la partecipazione alla settimana Aerotecnica indetta dall'Associazione Aerotecnica, elenca le importanti conferenze tenute:

Barbagelata: « Il metodo chimico-elettrico per la misura della portata dei corsi d'acqua »;

Giorgi: « Sulle leggi fondamentali della Elettrodinamica ».

Reversi: « La funzione storica della produzione dell'energia ».

Fano: « Sugli impianti di distribuzione di energia e sulla nuova sottostazione Tiburtina della Società Eletticità e Gas di Roma ».

Perron: « Sulla origine dei soffioni boraciferi della Toscana e sulle fontane ardenti d'Italia ».

e infine quella del Prof. Revessi tenuta la stessa sera; ricorda infine l'interessantissima visita alla Sottostazione Tiburtina della Società Eletticità e Gas di Roma, che ha permesso ai soci di rendersi conto dei più recenti progressi della tecnica negli impianti di distribuzione.

Rileva peraltro come questa attività non sia purtroppo seguita attivamente da tutti i Soci, molti dei quali si disinteressano dei lavori della Sezione. Richiama soprattutto l'attenzione sulla scarsa attività dei soci giovani i quali lasciano ai più anziani il compito di operare per la Sezione; rivolge un invito a tutti i presenti perchè concorrano a determinare un incremento nell'attività della Sezione ed esercitino una intensa opera di propaganda in tutti gli ambienti e specie sui soci giovani. Accenna anzi che allo scopo di istituire dei premi per l'incitamento dei giovani allo studio e all'attività scientifica il Consiglio ha disposto di stanziare in bilancio un fondo speciale « a disposizione per i lavori della Sezione ».

Passa quindi ad esaminare il movimento dei Soci mettendo in evidenza come nonostante l'aumento delle quote sociali il numero dei soci dimissionari sia stato limitatissimo e per ben pochi soci le dimissioni siano state causate dall'aumento stesso; comunque la diminuzione dei Soci per dimissioni, passaggi ad altre Sezioni ecc. è stata compensata dai soci nuovi e dai passaggi da altre Sezioni alla nostra.

Il bilancio dei Soci è il seguente:

Soci individuali:	
Esistenti al 1° gennaio 1925	N. 523
ammessi nell'anno 1925	» 31
passati ad altre Sezioni	» 3
	N. 557
dimissionari	N. 14
passati ad altre Sezioni	» 6
defunti	» 3
	» 23
Totale al 30-12-1925	N. 534

Soci collettivi:

Esistenti al 1° gennaio 1925	N. 47
ammessi nell'anno 1925	» 1
	N. 48
passati ad altra Sezione	» 2
	N. 46

Di conseguenza nell'anno 1925 il numero dei soci individuali è aumentato di n. 11 ed il numero dei soci collettivi è diminuito di 1.

Il Presidente commemora a questo punto i soci defunti: On. Ing. Aldo Netti, attivissimo Consigliere della nostra Sezione; l'Ing. Dario Piperno; l'Ing. Stefano Ardito.

Passa quindi ad illustrare i bilanci che risultano dai seguenti specchi:

BILANCIO ESERCIZIO 1925.

Attivo:	
Quote sociali:	
a) soci individuali	L. 29.108,85
b) soci collettivi	» 6.000,—
Ricupero quote arretrate	» 2.238,55
Proventi diversi:	
a) vari	» 24,—
b) contributo alla Sezione, sorveglianza e rimborso spese alla Biblioteca Centrale	» 5.000,—
Interessi attivi	» 749,05
Rimborso delle spese sostenute per la Biblioteca Centrale, per il trasporto e la sistemazione dei locali	» 4.000,—
	L. 47.120,45
Passivo:	
Contributo alla Sede Centrale:	
a) 485 soci individuali a L. 35	L. 16.975,—
b) 40 soci collettivi a L. 70	» 2.800,—
c) 2 1/2 quote soci individuali a L. 17,50	» 35,—
Sede Sezione e servizi vari gestione comune	» 9.450,—
Personale	» 2.145,—
Amministrazione	» 1.554,80
Biblioteca della Sezione	—
Spese varie:	
a) impreviste	» 2.682,40
b) sistemazione contabilità arretrata	» 1.575,—
Rimborso parziale del fondo a disposizione del Consiglio prelevato al bilancio 1924	» 2.000,—
Spese sostenute per conto della Biblioteca Centrale	» 5.568,75
Differenza attiva esercizio 1925	L. 2.334,50
	L. 47.120,45

BILANCIO PREVENTIVO ESERCIZIO 1926.

Attivo:	
Quote sociali:	
a) 500 individuali a L. 75	L. 37.500,—
b) 40 collettivi a L. 250	» 10.000,—
c) 5 individuali estero a L. 120	» 600,—
d) — collettivi estero a L. 295	—
Ricupero quote arretrate	» 2.000,—
Interessi attivi	» 700,—
Contributo Sede Centrale	» 5.000,—
Proventi diversi	» 100,—
Totale	L. 55.900,—
Passivo:	
Contributo alla Sede Centrale:	
a) 500 individuali a L. 45	L. 22.500,—
b) 40 collettivi a L. 120	» 4.800,—
c) 5 individuali estero a L. 90	» 450,—
d) — collettivi estero a L. 165	—
Sede Sezioni e servizi vari gestione comune	» 9.450,—
Personale	» 2.145,—
Amministrazione	» 2.000,—
Biblioteca della Sezione	» 1.500,—
Biblioteca Centrale	» 3.500,—
Spese varie:	
a) impreviste	» 2.500,—
b) sistemazioni contabilità arretrate	» 2.500,—
Fondo a disposizione per i lavori della Sezione	» 2.000,—
Totale spese 1926	L. 53.345,—
Differenza attiva 1926	» 2.555,—
	L. 55.900,—

Patrimonio sociale al 31 dicembre 1925.

Libri e periodici (per memoria)	L. 1,—
Mobili e materiali vari (per memoria)	» 1,—
Consolidato 5% L. 8000 valore nominale (93,60)	» 7.488,—
Contanti residuo anno 1924	L. 4.721,97
Eccedenza attiva anno 1925	» 2.334,50
	» 7.056,47

A riportare L. 14.546,47

Riporto L. 14.546,47	
Fondo a disposizione del Consiglio al 31 dicembre 1924	L. 2.079,55
Nuova riserva	» 2.000,—
	» 4.079,55
Totale	L. 18.626,02

FONDAZIONE ASCOLI

	Introiti	Spese
Esistenza di Cassa al 31 dicembre 1924 L.	40.445,—	
Interessi vari anno 1925	» 1.998,85	
Spese varie anno 1925	»	12,80
Premio « Ascoli »	»	1.800,—
Totale	L. 42.443,85	1.812,80
Esistenza di Cassa al 31 dicembre 1925 »		40.631,05
		L. 42.443,85

I bilanci vengono approvati all'unanimità.

Il Presidente passa infine all'ultimo numero dell'Ordine del giorno, quello delle elezioni delle cariche sociali. Da notizia che devono essere eletti il Segretario e il Cassiere, due Consiglieri di Sezione in sostituzione dell'On. Ing. Aldo Netti, defunto, e dell'Ing. Biagini, scaduto per compiuto triennio; sei Consiglieri delegati in sostituzione degli Ingg. Bordoni, Civita, Marchesi, Revessi, Schupfer, Vallecchi, scaduti per compiuto triennio.

Sospende quindi la seduta per permettere ai soci di discutere sui soci da eleggere.

Riaperta la seduta il Prof. Lombardi propone, a nome di un gruppo di soci, i seguenti nomi:

Segretario: Ing. Antonino Asta.

Cassiere: Fernando Bonati.

Consiglieri di Sezione: Prof. Cav. Uff. Ugo Bordoni; Comm. Francesco Schupfer.

Consiglieri Delegati: Cav. Uff. Augusto Biagini; Prof. Giovanni Di Pirro; Comm. Alberto Faranda; Cav. Salvatore Passeri; Comm. Ettore Peretti; Mario Urbinati.

I proposti vengono eletti ad unanimità e quindi alle ore 11,15 il Presidente toglie la seduta.

* *

SEZIONE DI TRENTO.

Il giorno 25 aprile 1926 ad ore 10 nella Sede sociale di via Benenzani in Trento ebbe luogo l'Assemblea Generale ordinaria annuale in seguito ad invito diramato a tutti i soci. All'ora suddetta si trovavano presenti per il Consiglio Direttivo:

Ing. Cav. Andrea Bongiovanni, presidente.

Ing. Cav. Giovanni Battista Dalla Valle, vice Presidente.

Ing. Carlo Chinatti, Segretario.

Ing. Tomaso Stolcis, consigliere.

Ing. Alessandro Montagna, consigliere.

Il Presidente prende la parola e comunica che il socio On. Gianferrari ha preso parte al Congresso di Napoli per la Sezione di Trento e lo ringrazia per la sua degna rappresentanza. Riferisce quindi l'esito del Consiglio Generale tenuto a Milano nella scorsa settimana, in cui la Presidenza Generale ha rappresentato anche le sezioni in tutte le manifestazioni sociali, culturali e patriottiche. La Presidenza Generale ha espresso in forma degna il giubilo per lo scampato pericolo di S. E. il Presidente dei Ministri al quale questa Sezione si associa con entusiasmo.

Riferisce quindi l'esito dell'anno sociale 1925 e in primo luogo ricorda l'elettricista Signor Cuneo, mancato per malattia in Mezzolombardo; invita la Sezione ad alzarsi in segno di lutto.

Il numero dei soci che al 31 dicembre 1924 era di 79 individuali e di 16 collettivi risulta al 31 dicembre 1925 di 71 individuali e di 13 collettivi. Tale modificazione nel numero dei soci è da ascrivere alle grandi defezioni avute in parte, purtroppo, per soci ripetutamente morosi, in parte per soci che passarono in altre sezioni, mentre l'incremento è stato di 12 soci, di cui 11 individuali e uno collettivo.

Il Presidente poi riferisce sulla riunione annuale in Brescia dal 1 al 7 settembre che è prevista frequentatissima, dato l'interessamento che suscitano gli impianti che saranno visitati dell'Adamello e gli impianti del Trentino, in cui egli non dubita una numerosa frequenza dei nostri soci.

L'importanza poi che riveste per la nostra Associazione il 1927 è data dalle onoranze a Volta, che si faranno a Como, dove avrà sede il Congresso Internazionale di Elettrotecnica e dove a Villa Olmo vi sarà un'esposizione.

Il Presidente quindi passa al terzo punto dell'ordine del giorno e dà al cassiere l'incarico della lettura del bilancio.

Il bilancio viene approvato a unanimità. In tale occasione si confermano in carica i due revisori Bigaron e Sampietro.

Al quarto punto dell'ordine del giorno (eventualia) vengono proposti e accettati i nuovi abbonamenti alle « Imprese elettriche », alla « Energia elettrica » e alla « Voltiana ». Vengono poi proposte delle

gite sociali alle Officine Elettrochimiche Trentine, all'impianto del Ponale, alla Fabbrica isolatori, allo stabilimento della Michelin e alla centrale di Pozzolago della S. G. E. T.

Si fanno quindi proposte per ammettere nuovi soci, presso i quali dovranno esser fatte le pratiche dai più volenterosi.

Non chiedendo più nessuno la parola, alle ore 11.25 viene chiusa la seduta.

RENDICONTO GESTIONE 1925.

Entrate:

Deposito pr. Banca Cooperativa al 31 dicembre 1924 L.	1.109,60
Incassi effett. dall'Ufficio Centr. di Milano L.	260,—
Incassi quote sociali pro 1923:	
1 individuale a L. 50	» 50,—
detto pro 1924:	
1 collettivo a L. 100	» 100,—
1 individuale a L. 51	» 51,—
3 individuali a L. 50	» 150,—
detto pro 1925:	
10 collettivi a L. 101	» 1010,—
4 collettivi a L. 100	» 400,—
4 individuali a L. 60	» 240,—
24 » a L. 51	» 1224,—
33 » a L. 50	» 1650,—
detto pro 1926:	
1 individuale a L. 50	» 50,—
Interessi attivi	L. 5185,—
	» 74,80
Totale	L. 6.369,40

Uscite:

Contributo Sede Centr. Milano a saldo 1924 L.	103,—
detto a conto 1925	» 2000,—
	L. 2103,—
Abbonamenti a Riviste	L. 339,65
Spese stampati, postali e diversi, gestione cassa	» 236,—
Totale uscite	L. 2.678,65
In deposito alla Banca Cooperativa al 31 dicembre 1925 L.	3.430,75
In deposito all'Ufficio Centrale di Milano	» 260,—
Totale	L. 6.369,40

BILANCIO PATRIMONIALE 1925.

Attivo:

Cassa:	
Deposito cc. Banca Coop. al 31 dicem. 1925 L.	3430,75
Deposito all'Ufficio Centrale di Milano	» 260,—
	L. 3690,75
Credito per quote arretrate	L. 650,—
Mobilio, calcolata la svalutazione	» 500,—
Totale	L. 4.840,75

Passivo:

Crediti alla Sede Centrale	L. 1.498,—
Attivo netto esercizio 1925	» 3.342,75
Totale	L. 4.840,75

BILANCIO PREVENTIVO 1926.

Attivo:

Residuo attivo 1925	L. 3521,50
Quote arretrate 1925	» 650,—
	L. 4171,50
Quote sociali 1926:	
71 soci individuali a L. 60	L. 4260,—
13 soci collettivi a L. 150	» 1950,—
	L. 6210,—
Interessi attivi e varie	L. 118,50
Totale	L. 10.500,—

Passivo:

Versamenti arretr. 1925 alla Sede Centrale L.	1498,—
Versamenti quote 1926:	
71 individuali a L. 45	» 3195,—
13 collettive a L. 120	» 1560,—
	L. 6253,—
Soci morosi pro 1925	L. 650,—
Riviste e stampati	» 500,—
Affitto e riscaldamento	» 750,—
Varie e impreviste	» 300,—
	L. 8.453,—
a pareggio	» 2.047,—
Totale	L. 10.500,—

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Centrali termiche e criteri industriali nordamericani.

Anche la relazione dell'Ing. P. FERRERIO sulle grandi centrali termiche nord-americane è assai interessante, specie in questo periodo in cui parecchi impianti del genere sono in costruzione o in progetto nel nostro Paese. Certo non tutto quanto va bene negli Stati Uniti può andar bene da noi, dato che, come osserva il Ferrerio e come hanno osservato anche altri relatori, sembra laggiù assai diverso che da noi il valore relativo dei due termini: spese di impianto, spese di esercizio, la cui somma si tratta di rendere minima in ogni problema industriale di massimo tornaconto. L'enorme maggior spesa di impianto necessaria talora per conseguire un lieve aumento di rendimento, non sarebbe da noi sempre ammissibile.

Un secondo punto che ci piace rilevare nella relazione Ferrerio è la grande importanza data in America a tutti i possibili apparecchi di misura e di controllo. Troppo spesso ancora da noi i denari spesi per perfezionare impianti e sistemi di misura sembrano spesi male e l'esempio di uomini pratici ed eminentemente « realizzatori » come i Nord americani dovrebbe essere meditato.

Conversione di correnti alternate in continue.

Additiamo ai lettori il testo della brillante conferenza tenuta a Brescia dal Prof. LOMBARDI, a nome anche del figlio Paolo, per mettere « a punto » il problema da lui già trattato lo scorso anno a Napoli. Se le notizie inedite relative al « Transverter » non sembrano poter dare nuovo alimento alle grandi speranze sorte al primo apparire dell'apparecchio, assai soddisfacenti appaiono invece i risultati ottenuti col piccolo raddrizzatore dell'Ing. Urbinati, ed interessanti, come sempre, le indagini teoriche e sperimentali suggerite al Lombardi da alcuni più recenti tipi di convertitori.

Supporti a pressione di liquido.

L'importante problema dei perni e sopporti portanti nei quali si ricorre ad un liquido in pressione per « alleggerire » il perno stesso, è stato trattato dall'Ing. BRUNÈ in una comunicazione alla Sezione di Bologna, nella quale i nuovi dispositivi illustrati sembrano degni della maggior considerazione.

Il tubo Coolidge con corrente continua.

Ai fisici ed agli specialisti riuscirà interessante la breve odierna nota del Prof. PONTREMOLI la quale mostra come anche le moderne teorie quantistiche possano avere una diretta ripercussione nella pratica, additando possibili miglie e progressi in una tecnica che, per quanto specializzata, va assumendo una notevole importanza.

Gli accumulatori piombo-zinco.

La pubblicazione della memoria dell'Ing. Palestrino ci ha procurato la lettera, riprodotta più avanti, del Prof. LOMBARDI che si è sentito un po' chiamato in causa ed ha desiderato documentare ulteriormente — per quanto, per chi lo conosce, non ve ne fosse bisogno — alcune sue precedenti conclusioni, esplicitamente sfavorevoli al nuovo tipo di accumulatore.

LA REDAZIONE.

□ NUOVE MACCHINE E APPARECCHI DI CONVERSIONE □ □ □ □ □

LUIGI e PAOLO LOMBARDI

Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell' A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

Sebbene la Presidenza Generale, indicando l'attuale Riunione, abbia soprattutto inteso promuovere l'ulteriore discussione dei Mezzi per assicurare la continuità del servizio delle grandi Centrali e delle linee di trasmissione della energia, la cui trattazione non venne esaurita nella Riunione precedente, i Sottoscritti, che ebbero l'onore di presentare in quella sede una breve comunicazione sul *Transverter*, non hanno ritenuto fuor di luogo far seguire ad essa la presente Nota riassuntiva intorno ai progressi compiuti nella costruzione degli apparecchi di quel tipo, e di altri più recenti, del pari destinati alla conversione di corrente alternata in continua, di cui poche notizie sono finora comparse nella letteratura elettrotecnica, ma di cui le applicazioni si annunziano particolarmente promettenti.

Al pari della Comunicazione precedente, anche l'attuale non ha dunque i caratteri di un lavoro originale, ma intende solamente diffondere la conoscenza di alcune categorie di apparecchi, non peranco entrati nell'uso comune, e di discuterne talune proprietà caratteristiche, per le quali essi offrono un particolare interesse.

I. - Il Commutatore Urbinati.

Come ricorderanno i Colleghi, esso è costituito da un collettore fisso a segmenti radiali, disposti alla superficie di una corona circolare di materiale isolante, e collegati due a due con le estremità di altrettante spirali secondarie di un trasformatore, i cui circuiti primari sono alimentati da correnti polifasi. Ogni spirale secondaria comprende due gruppi di spire, avvolte sopra nuclei magnetici attraversati da flusso di fase diversa, in modo che la f. e. m. in ognuna di esse generata risulti in valore efficace uguale a quella delle altre, ma ne differisca in fase di una porzione aliquota del periodo, a somiglianza di quanto accade nel *Transverter* di Highfield e Calverley. Nel modello recente, ricostruito dall'Ing. Urbinati utilizzando il medesimo nucleo del trasformatore precedente ed un motore trifase che egli aveva a disposizione, il numero delle spirali secondarie, di fase equidifferente, è stato elevato a 24, e quello dei segmenti del collettore a 48, in modo da realizzare mediante il loro collegamento un poligono di tensioni a distribuzione più uniforme, con che risulta ulteriormente attenuata la pulsazione della f. e. m. risultante.

In un modello ulteriore, attualmente in costruzione, e destinato a sviluppare una tensione di alcune centinaia di volt, il numero delle fasi sarà elevato a 72.

Le spazzole di carbone, in numero di quattro, collegate fra di loro due a due in parallelo e situate a distanza angolare di 90°, sono ancora sorrette da altrettante forchette metalliche snodate, ognuna delle quali si impenna al manico centrale di fibra, montato su l'asse del motore polifase autosincronizzante, che deriva la propria corrente principale dalla linea primaria, e la eccitazione dai morsetti della corrente continua. Questi sono rilegati alle spazzole rotanti mediante un piccolo

collettore ad anelli, con spazzole fisse di rame. Il motore sincrono col porta-spazzole è montato sopra una slitta, che, mediante una dentiera e un pignone, può ricevere una traslazione longitudinale secondo l'asse, in modo da allontanare le spazzole dal collettore fisso nella condizione di riposo, e da appoggiarle ad esso e regolarne la pressione dopo l'avviamento. Questo si esegue in tal modo completamente a vuoto, assorbendo dalla rete una corrente molto limitata. La posizione angolare delle spazzole è una volta per tutte registrata mediante le viti di calettamento del manicotto sull'asse, e non abbisogna di ulteriori correzioni. Il funzionamento risulta infatti nel modello attuale in tutto esente da scintille.

Nei modelli maggiori, ove occorra, sarà provvisto ad una eventuale correzione delle spazzole, modificando la corrente di eccitazione del sincrono con apposito reostato supplementare.

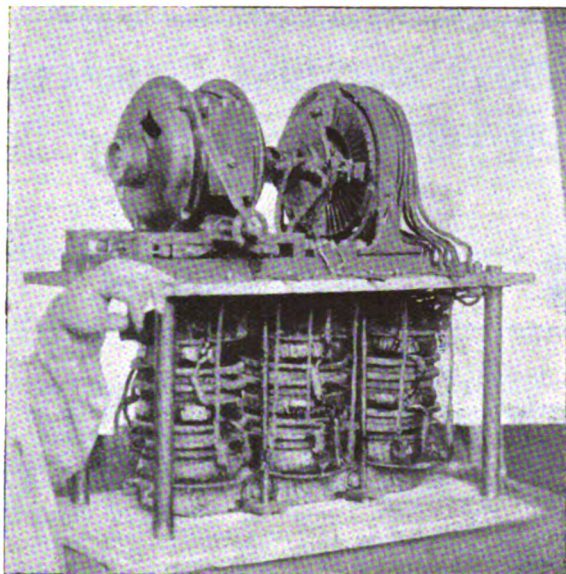


Fig. 1.

Nella fig. 1 è riprodotta la vista d'insieme dell'apparecchio, che l'Ing. Urbinati volle sottoporre nel Laboratorio di Elettrotecnica della R. Scuola di Ingegneria di Roma a nuovi esperimenti. Lo spazio da esso occupato è di $0,65 \times 0,65 \times 0,32 \text{ m}^3$. Il peso complessivo supera di poco i 100 kg, essendo di 65,5 quello del trasformatore e di 35 quello del motore e del collettore.

Nella fronte anteriore si scorge la leva, destinata ad azionare il pignone che ingrana nella dentiera, e serve al trasferimento longitudinale del motore e del portaspaazzole; a livello della tavola di base, su cui appoggiano il motore e il collettore, è un piccolo commutatore, che permette di variare il numero delle spire primarie, e quindi il rapporto di trasformazione; su la destra è una lampadina zavorra, in serie col circuito di eccitazione del motore, che permette di verificarne la sincronizzazione.

Sopra questo esemplare il giorno 6 di agosto di quest'anno abbiamo istituito mediante apparecchi normali del nostro Istituto una doppia serie sistematica di misure, variando il numero di spire primarie del trasformatore da 120 a 100, in modo da ottenere fra i morsetti della corrente continua a vuoto una tensione di 75 e di 100 volt con una tensione primaria concatenata di 106 volt.

La corrente a vuoto, assorbita dal trasformatore e dal motore con le spazzole aderenti al collettore, senza derivazione di altra corrente continua, all'infuori di quella di eccitazione, era nei due casi di 2,7 e di 7,0 ampere, e la potenza di 400 e 576 watt con fattore di potenza 0,79 e 0,50, ciò che dimostra all'evidenza la eccessiva saturazione dei nuclei magnetici realizzata nel secondo caso, e già segnalata nella comunicazione precedente. Variando la corrente continua da 10 a 50 ampere, la tensione corrispondente si abbassava per gradi da 75 a 66 volt, e da 100 a 90, mentre il fattore di potenza primario si innalzava da 0,88 a 0,98 e da 0,68 a 0,97, e il coefficiente di rendimento saliva, con piccolissime divergenze nei due casi, da 0,65 a 0,82.

Analizzando la perdita complessiva di potenza, inerente alla condizione normale di funzionamento, se ne poté constatare la ripartizione nella proporzione di circa 3 % nel ferro del trasformatore, ed altrettanto nel rame; di 6% nel motore e nel-

l'attrito del collettore e 6 % nelle resistenze elettriche alle spazzole. Mediante piccoli perfezionamenti, facili a introdurre nella costruzione definitiva, è peraltro chiara la possibilità di elevare il rendimento del trasformatore, per una potenza di 5 kW, a 0,95; di ridurre il consumo del motore e del portaspaazzole a un centinaio di watt, ossia al 2 %; e di abbassare a 3 % circa le cadute ohmiche al collettore. Con ciò il rendimento globale dell'aggregato si eleverà certamente al 90 %, secondo le previsioni della nostra comunicazione precedente, superando sensibilmente quello dei raddrizzatori a mercurio di eguale potenza, ed a maggior ragione quello delle macchine commutatrici e dei gruppi convertitori a macchine separate, muniti del rispettivo trasformatore, di fronte a cui anche il peso e il prezzo di costruzione rappresentano nel nuovo apparecchio una notevole economia.

Il Sig. A. Latour in Francia ha recentemente descritto un commutatore sincrono a getti di mercurio ⁽¹⁾, il quale, salvo alcuni dettagli intesi a migliorarne la commutazione, presenta una grande analogia con quello ideato molti anni or sono in Italia dal Prof. Corbino, e costruito dall'Officina Galileo di Firenze. Per un apparecchio monofase della potenza di 2,5 kW è denunciato un peso di 33 kg e un rendimento di 0,95; per uno esafase di 30 kW è previsto il peso di 100 kg e un rendimento superiore a 0,97. In queste cifre peraltro non sono portati in conto il peso ed il rendimento del trasformatore. L'apparecchio d'altronde non è nuovo in sé, e, sebbene comporti un numero di lamelle molto minore, è di struttura più complicata di quello Urbinati e di manutenzione più delicata.

II. - Il Transverter Highfield e Calverley.

Nella letteratura elettrotecnica, per quanto è a nostra conoscenza, non sono comparse notizie ulteriori intorno a questo importante apparecchio, dopo quelle privatamente comunicate dagli Autori inglesi, e sommariamente contenute nella nostra Nota precedente. In considerazione del notevole interesse, che la nuova applicazione presenta per le grandi trasmissioni di energia, abbiamo creduto opportuno anche quest'anno rimetterci in corrispondenza col Sig. W. H. Highfield, il quale ci ha favorito cortesemente le seguenti informazioni.

I due trasvertitori, allestiti e descritti all'epoca della Conferenza mondiale dell'energia a Londra nel 1924, erano destinati a servire per un primo esperimento di trasmissione con corrente continua di alta tensione, ed uno di essi ha fornito fino alla potenza di 2500 kW risultati del tutto soddisfacenti. Nell'altro, installato a Coventry, si verificarono alcuni difetti d'isolamento nell'olio, per cui si resero necessarie ripetute riparazioni.

Il Trasvertitore n. 1 è compensato mediante il dispositivo già descritto nella Comunicazione precedente, raccordando i 18 vertici di un avvolgimento terziario, disposto sopra i nuclei dei trasformatori di fase, con altrettanti punti intermedi dell'avvolgimento indotto del motore sincrono, che aziona le spazzole, si offrono in tal modo attraverso a questo altrettante vie di corto circuito alle correnti indotte dalle variazioni del flusso, smorzandone energicamente le armoniche superiori, e sopprimendo nel collettore ogni tendenza allo scintillamento.

Al Trasvertitore n. 2 venne invece applicato il dispositivo di compensazione, a cui nella comunicazione precedente fu appena lecito di fare allusione, pendendo le pratiche per il conseguimento del brevetto. Consta questo di un trasformatore ausiliario, il cui primario si alimenta dalla medesima linea trifase, e il cui avvolgimento secondario è chiuso, e munito di 18 punti di derivazione intermedi. A questi si raccordano ancora i vertici dell'avvolgimento terziario, disposto sui trasformatori di fase principali, in modo che le rispettive f. e. m. ne risultino normalmente bilanciate.

Per le correnti armoniche superiori, che tendono a manifestarsi all'atto della commutazione, si offrono in tal modo attraverso ai collegamenti predetti altrettante vie interne di corto circuito, le quali, come nel caso del motore sincrono, le distruggono dal passaggio attraverso alle spazzole, e rendono possibile la commutazione senza scintille.

Gli Autori hanno ciò non pertanto constatato un funzionamento migliore in presenza del primo dispositivo, che fa capo al motore sincrono, ed ora hanno allo studio altre forme di collegamenti di compensazione, di cui promettono di fornire notizie ulteriori.

In base a quanto venne esposto in questa e nella sede precedente, le difficoltà di ottenere sotto ogni riguardo, da un com-

⁽¹⁾ *Revue Gén. de l'Électr.*, 5 e 19 giugno; 10 luglio 1926.

plesso così delicato, un funzionamento irreprensibile rimangono tuttavia assai gravi, per cui una previsione sicura del risultato finale è ancor oggi impossibile.

In ogni caso dovrà ascrivere a merito grande dei tre Autori inglesi di aver tentato la soluzione di questo problema con mezzi nuovi, non inadeguati alle formidabili difficoltà che gli sono inerenti, ed a vincere le quali essi hanno portato il contributo della loro genialità.

III. - Il Convertitore Meller.

L'Ing. R. Meller di Linz ⁽²⁾ ha recentemente descritto un nuovo tipo di convertitore ad una sola armatura, il quale permette di regolare fra i più vasti limiti, e di invertire a piacere, la tensione continua secondaria, mentre è costante quella primaria polifase, onde la macchina si adatta particolarmente bene al comando dei motori negli impianti di sollevamento col sistema Leonard.

Per questo, rileva l'Autore, bene si potrebbero utilizzare le generatrici comuni e le macchine convertitrici a flusso costante, ove si rendesse possibile la regolazione e l'eventuale inversione della f. e. m. mediante lo spostamento graduale delle spazzole, quale si pratica in talune categorie di macchine in serie per corrente costante; ma, per evitare il pericolo di scintillamento, occorrerebbe in tal caso fornire dall'esterno un campo adatto di commutazione. L'Autore pertanto si è proposto di vincere questa difficoltà, creando il campo induttore mediante le correnti stesse polifasi, che si vogliono trasformare, ed ha ricorso per ciò allo stesso artificio, già impiegato da Hutin e Leblanc nelle loro eccitrici a campo rotante.

Le correnti predette vengono cioè introdotte mediante un collettore ad anelli nell'unico avvolgimento del motore; di fronte a questo esse provocano un campo rotante, le cui linee si chiudono attraverso un'ossatura magnetica esterna di piccola riluttanza, e si riconducono ad una direzione fissa nello spazio, facendo rotare l'avvolgimento in senso contrario mediante un motore sincrono di piccola potenza, capace di vincere le resistenze meccaniche. Le spire del medesimo avvolgimento, in quanto intersecano le linee di flusso, diventano sede di f. e. m., cospiranti entro i fili sottoposti ad una medesima regione polare, la cui utilizzazione a produrre correnti continue secondarie si rende possibile mediante un collettore ordinario a segmenti, e una coppia di spazzole fisse nel piano di commutazione. La intensità del campo nella regione contigua a questo è regolata mediante opportune incavature, praticate nella ossatura magnetica, ovvero con l'aggiunta di poli ausiliari.

La diversa inclinazione del campo rispetto al piano di commutazione si ottiene spostando angularmente l'induttore del motorino sincrono, che aziona la macchina principale, e di cui l'Autore ha semplificata la costruzione, dotandone così lo statore come il rotore di un avvolgimento polifase, atto a provocarvi un campo rotante in contraria direzione. Si evita in tal modo la necessità di una separata eccitazione con corrente continua, ed il rotore conserva rispetto allo statore una velocità uguale alla somma di quelle dei campi, la quale peraltro si può far coincidere con quella di sincronismo, che si desidera per la macchina principale, aumentando convenientemente il numero delle coppie polari.

A vuoto, astruendo dalle perdite elettriche e meccaniche, il sistema dovrebbe assorbire dalla rete la sola corrente primaria di magnetizzazione, in quadratura col potenziale applicato. Sotto carico nasce una forza magnetomotrice continua di reazione nella direzione del piano di commutazione, a vincere la quale, se la tensione applicata e quindi il flusso risultante rimangono costanti, deve intervenire una componente del campo rotante, eguale ed opposta, onde la corrente primaria assume una componente in fase col potenziale, che bilancia la secondaria, a somiglianza di quanto accade nei trasformatori, e il fattore di potenza si eleva tanto più rapidamente, quanto più grande il carico e tenue la reattanza del circuito magnetico. Il fattore di potenza migliora se, agli scopi della regolazione, si spostano (in senso relativo) le spazzole in direzione contraria alla rotazione dell'indotto.

L'avviamento si fa molto dolcemente mediante un inseritore, il quale invia dapprima le correnti trifasi nello statore del sincrono, conferendo al rotore, che resta in corto circuito parallelamente all'indotto della macchina principale, la velocità del mezzo sincronismo. Avanzando ulteriormente la leva dell'inseritore, viene escluso quell'avvolgimento statorico, e si alimentano in parallelo i due rotori, che, per la presenza di

un avvolgimento a gabbia di scoiattolo su lo statore della macchina principale, tendono al sincronismo. Questo si stabilisce finalmente nell'ultima posizione dell'inseritore, quando una lampada spia segna la concordanza di fase desiderata dei momenti magnetici statorico e rotorico, dopo di che il semplice spostamento angolare dello statore del sincrono basta per la regolazione e l'eventuale inversione della tensione continua.

In ognuna delle condizioni la macchina diventa frenatrice, se i motori esterni, da essa alimentati, le conferiscono una controforza e. m. superiore a quella per cui sono predisposte le sue spazzole, così che negli impianti di sollevamento si rende possibile durante le discese a qualunque velocità il recupero dell'energia. Ove si voglia, può anche regolarsi la corrente di eccitazione del motore comandato, derivandola dalla macchina convertitrice mediante una seconda coppia di spazzole ortogonale alla prima, con che la velocità di esso varia approssimativamente in ragione della tangente dell'angolo di cui il campo induttore si inclina rispetto alla posizione di riposo.

Il convertitore di Meller appartiene alla categoria dei commutatori rotanti, per cui, nei riguardi della commutazione, valgono tutte le considerazioni inerenti alle commutatrici sincrone ad un solo avvolgimento, con le maggiori complicazioni derivanti dalla inclinazione variabile del campo di reazione di fronte a quello induttore, e dalla presenza di un motore ausiliario. Per quanto è possibile giudicare in astratto, il coefficiente di rendimento dovrebbe risultare a pieno carico minore di quello di una convertitrice ordinaria della stessa potenza e dello stesso numero di fasi, ma superiore a quello di un gruppo motore-dinamo, capace di fornire la medesima elasticità di regolazione. Potenza e rendimento potrebbero anche qui aumentarsi, crescendo il numero delle fasi primarie, di che è dubbia peraltro la convenienza, per la maggior complicazione inerente al tipo speciale di costruzione.

Dal punto di vista magnetico offre un certo interesse il nucleo del rotore, ove si sovrappone il campo rotante delle correnti primarie polifasi a quello di reazione, dovuto alle correnti secondarie derivate fra le spazzole. Per la retrocessione sincrona dell'indotto, però, anche il primo campo risulta fisso nello spazio, e l'armatura, in presenza del campo risultante, non si comporta diversamente da quella di una dinamo generatrice o motrice, ove il campo induttore scaturisce dalla composizione della f. m. m. dei poli principali e di quella di reazione.

Elementi numerici, relativi al funzionamento pratico della nuova macchina ed alle condizioni della commutazione, non sono riportati nel lavoro originale.

IV. - Il Convertitore binario di Creedy.

L'Ing. Creedy, ben noto come inventore di un sistema di motori polifasi a velocità variabile, alimentati da un apposito trasformatore di fase ⁽³⁾ e costruiti dalla Casa Parkinson, ora ha pubblicato ⁽⁴⁾ la descrizione di una macchina nuova, che egli ha denominata *Convertitore binario*.

Questa risulta dalla combinazione di un motore asincrono polifase e di una dinamo generatrice a corrente continua, aventi in comune l'ossatura magnetica e l'avvolgimento indotto, iadove gli avvolgimenti induttori sono separati, e non esercitano mutuamente alcuna azione. Nel caso più generale potrebbe concepirsi sdoppiato anche l'avvolgimento indotto, con che peraltro riuscirebbe più complicata la costruzione, ed il prezzo più elevato.

Lo scopo è ancora quello di ottenere la regolazione della tensione a corrente continua, indipendente dalla tensione polifase applicata, in modo da poter conferire alla dinamo le proprietà caratteristiche, che meglio si adattano a qualsiasi natura di esercizio. La costruzione della macchina è peraltro notevolmente più semplice di quella di Meller, ed i fenomeni, dovuti alla sovrapposizione dei vari campi, la rendono particolarmente interessante, onde su di essi noi abbiamo creduto opportuno di istituire, coi mezzi che avevamo a disposizione in laboratorio, una modesta serie di esperienze.

Secondo il concetto di Creedy, l'ossatura magnetica dello statore e del rotore è del tutto simile a quella di un ordinario motore a induzione, salvochè sul primo di essi sono disposti entro alle medesime ovvero a separate scanalature due distinti avvolgimenti: uno del tipo comune, bifase o trifase, dei

⁽²⁾ *Elektrot. u. Maschinenbau*, n. 9, 1926.

⁽³⁾ *The Electrician*, 2 febbraio 1917.

⁽⁴⁾ " " *Digit* giugno 1926.

motori a induzione, distribuito in modo da generare un campo rotante bipolare o tetrapolare, e l'altro, a somiglianza di un comune avvolgimento di eccitazione, per la produzione di un campo continuo a distribuzione esapolare, la cui azione mutua rispetto il primo risulta perfettamente compensata.

L'indotto porta un avvolgimento continuo, elicoidale od ondulato, a somiglianza di quello di una dinamo ordinaria, munito di collettore a segmenti, e di un certo numero di collegamenti interni equipotenziali, chiusi in corto circuito o raccordati ad altrettanti anelli, mediante i quali è possibile all'avviamento includervi apposite resistenze, ed escluderle nella marcia regolare.

Nell'avvolgimento medesimo vengono adunque indotte le correnti motrici con la frequenza dello scorrimento, e quelle di utilizzazione pel circuito esterno, a ognuna delle quali è inerente una perdita di energia, proporzionale al quadrato della rispettiva intensità efficace, a differenza di quanto accade nelle convertitrici ordinarie, le quali, funzionando come semplici commutatori sincroni, sopportano nell'avvolgimento le sole correnti differenziali, di intensità tanto più limitata, quanto è più elevato il numero delle fasi di alimentazione. Per questo riguardo la nuova macchina è dunque in condizioni meno vantaggiose delle convertitrici ordinarie, e può paragonarsi a quelle di tipo meno comune, ove i due avvolgimenti indotti si mantengono completamente separati.

Volendo anche nel caso attuale ricorrere a questa ultima disposizione, uno dei due avvolgimenti potrebbe alimentarsi dall'esterno mediante una sorgente separata di corrente continua, per conferire al sistema il carattere di un motore sincrono. Attraverso agli stessi anelli dei collegamenti equipotenziali, non è d'altronde esclusa la possibilità di introdurre nell'unico avvolgimento una corrente continua, derivata da una sorgente esterna, ovvero dalla medesima macchina, ove si desideri di conferirle i caratteri di un motore autosincronizzante.

Essendo primi fra loro i numeri di coppie polari nella distribuzione del campo induttore continuo e di quello rotante, risultano completamente indipendenti fra loro le f. e. m. da essi indotte nell'avvolgimento rotorico, onde la dinamo può eccitarsi da una sorgente esterna o dalla corrente stessa ivi generata, col sistema in serie o in derivazione, ovvero col sistema composto ordinario o differenziale, in modo da conferirle quelle proprietà caratteristiche, che meglio si adattano alla natura speciale del servizio a cui essa è destinata. In particolare la Casa Mawdsley Lim. di Dursley nel Gloucestershire, che ha assunto lo sfruttamento del brevetto Creedy, si è specializzata nella costruzione delle macchine a eccitazione differenziale per gli impianti di saldatura elettrica, e di quelle a eccitazione separata per il comando dei motori delle macchine tipografiche col sistema Ward Leonard, la cui velocità può in tal modo regolarsi fra i più vasti limiti, agendo unicamente sui due circuiti di eccitazione.

Ove l'indotto si utilizza, come nei motori asincroni, senza una separata eccitazione, il lento scorrimento di esso rispetto al campo induttore ha per effetto una piccola f. e. m. di frequenza corrispondente, che si sovrappone a quella continua, utilizzata fra le spazzole; ma, per l'esiguità di essa, l'oscillazione della f. e. m. generata è del tutto trascurabile.

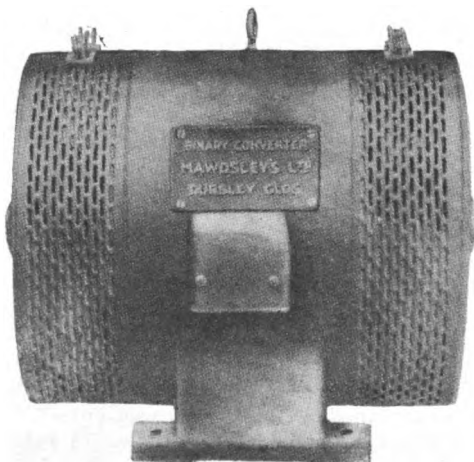


Fig. 2.

La Ditta costruttrice, a nostra richiesta, ci ha cortesemente comunicata la tabella dei tipi normali di Convertitore binario, da essa fabbricati, i quali vanno dalla potenza di 1/2 a quella di 50 kilowatt, e sono predisposti sotto 3 kW per la velocità

normale di 3000 giri alla frequenza di 50 periodi; fra 3 e 6 kW indifferentemente per 3000 o 1500 giri, e al di sopra di 6 kW unicamente per la velocità di 1500 giri. Il fattore di potenza si eleva nelle macchine di quest'ultima categoria da 0,81 a 0,915 al crescere della potenza, ed il coefficiente di rendimento da 0,67 a 0,87, superando in media da 4 a 5 % quello di un gruppo motore-dinamo della medesima potenza. La veduta fotografica di un esemplare di queste macchine di media potenza è riprodotta nella fig. 2.

V. - Ricerche sperimentali.

Non potendosi ottenere dalla fabbrica prima di alcuni mesi un esemplare della macchina originale, su cui istituire delle prove sistematiche, noi abbiamo creduto opportuno di procurarcene un modello provvisorio, utilizzando la ossatura magnetica di un vecchio motore a repulsione, esistente in laboratorio, il cui statore è munito di 60 scanalature semichiusure di $8 \times 21 \text{ mm}^2$ di sezione ed il cui rotore ne possiede 110 di $4 \times 19 \text{ mm}^2$ con un collettore a 55 lamelle, su cui appoggiano sei spazzole, sorrette da altrettanti bracci equidistanti. Le corone laminate del rotore e dello statore hanno sotto i denti una grossezza radiale di circa 5 cm, ed una lunghezza lorda di 11 cm; il diametro del rotore è di circa 29 cm e l'interferro di 0,15.

L'ossatura dello statore si prestava adunque ottimamente alla applicazione dei due avvolgimenti, ossia di quello trifase, destinato alla produzione del campo rotante, a cui vennero riservati sei gruppi di sei scanalature, alloggiando in ognuno di essi le fiancate di due terne di spirali elementari, fra loro in-

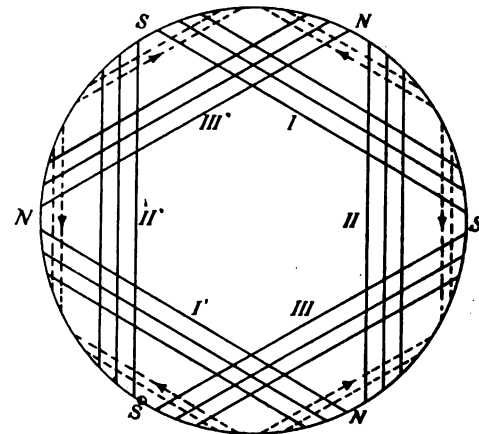


Fig. 3.

clinate di 60° , come risulta dallo schema della fig. 3; e di quello di eccitazione pel campo continuo, a cui vennero riservati i sei gruppi rimanenti di quattro scanalature, alloggiandovi altrettante coppie di spirali elementari, coassiali alle prime, e fra loro collegate in modo da provocare la polarità desiderata. L'uno e l'altro avvolgimento vennero costituiti con filo della medesima sezione ($5,2 \text{ mm}^2$), alloggiandone dodici tratti in ogni scanalatura, in modo da potere eventualmente utilizzare tutte le spirali elementari convenientemente raggruppate per la produzione di un unico campo rotante a distribuzione bipolare o tetrapolare, impiegando la macchina come semplice motore asincrono, ovvero per la produzione di un campo esapolare continuo o monofase, nel funzionamento di essa come motore in serie o come motore a repulsione.

Disgraziatamente l'ossatura magnetica dell'indotto non si prestava altrettanto bene per la costruzione di un unico avvolgimento, capace di funzionare in corto circuito nel motore asincrono, e con sei rami paralleli ed equilibrati fra le spazzole per la produzione della corrente continua, atteso che il numero delle scanalature e quello delle lamelle del collettore non sono multipli di quello delle coppie polari. Malgrado ciò un avvolgimento venne predisposto col sistema elicoidale, costituendolo di 110 spirali elementari, abbraccianti un intervallo di 18 denti, fra loro unite due a due in serie, e facenti capo ad altrettante coppie di segmenti contigui del collettore. Una semplice trasposizione dei collegamenti fra coppie di segmenti distanti 17 posti permette di trasformare l'avvolgimento nel sistema in serie parallele con 8 vie interne, secondo la formula ben nota:

$$N = p (y_1 + y_2) \pm 2a.$$

La disposizione dei collegamenti equipotenziali non può effettuarsi in modo da ottenere nei rami interni f. e. m. perfetta-

mente equilibrate; ma lo squilibrio si rende minimo, e fino ad un certo segno tollerabile, se si rilegano fra di loro gli estremi delle spirali elementari distanti 36, 37 e 37 posti, atteso che l'errore di passo in tali condizioni si riduce a meno del 3%, laddove, facendo capo ai segmenti del collettore, distanti 18, 18 e 19 posti, l'errore si raddoppia, e diventa incompatibile col funzionamento regolare, così della dinamo come del convertitore.

Stabiliti d'altronde in un primo tentativo quei collegamenti, e verificata la possibilità di ottenere la desiderata trasformazione secondo il concetto di Creedy, non passarono inosservati gli inconvenienti, che al tipo speciale della costruzione erano strettamente inerenti; e cioè la esiguità della coppia all'avviamento, dovuta alla resistenza troppo piccola dell'avvolgimento indotto, che non era possibile correggere introducendo resistenze supplementari, mancando lo spazio per l'aggiunta degli anelli collettori; e la perdita non trascurabile di energia dovuta alle correnti parassite, che si sviluppavano per lo squilibrio delle f. e. m. e che, per l'esiguità della riluttanza complessiva, reagivano energeticamente, ocasionando una forte caduta di potenziale sotto carico, ed abbassavano sensibilmente il rendimento.

Più che all'economia ed al funzionamento caratteristico della nuova macchina di conversione, che il nostro modello non permetteva di riprodurre in condizioni del tutto regolari, e che d'altronde gli elementi pubblicati dal Creedy e quelli forniti dalla Ditta Mawdsley mettono fuori dubbio, la nostra attenzione si è rivolta verso i fenomeni speciali, a cui dà luogo la sovrapposizione dei vari campi magnetici nella ossatura della macchina, e che, ricorrendo in parte anche in altri tipi di costruzione, come nei dinamotori di Alexanderson e negli alternatori a diverse frequenze, non sembrano privi di un certo interesse, ma nella letteratura elettrotecnica vennero finora scarsamente studiati.

I fenomeni, cui si allude, riguardano per così dire separatamente il ferro dello statore, ove la magnetizzazione dovuta al campo rotante del motore è sovrapposta a quella continua della dinamo, ed il ferro dell'indotto, ove la magnetizzazione del motore è ridotta a ruotare con la sola velocità dello scorrimento, laddove quella della dinamo si avvicenda con la frequenza, che corrisponde alla velocità angolare ed al numero delle coppie polari.

Se si inviasse nell'indotto, attraverso ai collegamenti equipotenziali, una seconda corrente continua, ovvero altrimenti si conferisse al motore la velocità di sincronismo, anche il suo nucleo risulterebbe soggetto, al pari di quello induttore, a una magnetizzazione continua, ed a quella pseudo alternativa inerente alla rotazione predetta. Di una vera e propria magnetizzazione rotante non sembra potersi parlare in questo caso, come d'altronde nella maggior parte delle macchine dinamo elettriche, in quanto la parte dentata dei nuclei, nella quale essenzialmente si manifesta la maggiore saturazione, è soggetta quasi unicamente alla magnetizzazione radiale alternativa, offrendosi al flusso tangenziale una grande riluttanza dalle scanalature; ed anche le corone sottostanti subiscono una forma di magnetizzazione complicata, la quale meglio partecipa dei caratteri di quella alternativa che non di quella rotante.

Le perdite di energia, inerenti a queste forme complicate di magnetizzazione, sono state oggetto di numerose ricerche teoriche e sperimentali, una delle quali, fra le più accurate e importanti, ha condotto il Prof. G. Vallauri⁽⁵⁾ alla determinazione di una tabella di coefficienti di correzione, da applicare nel calcolo delle perdite di energia per isteresi e per correnti parassite nelle macchine comuni a indotto liscio con riferimento alla massima induzione tangenziale, ma in dipendenza del rapporto fra questa e la massima induzione nell'interferro.

L'effetto della sovrapposizione di una magnetizzazione alternativa di una certa frequenza ad una continua, ovvero alternata di frequenza diversa, venne a sua volta studiato da parecchi autori, taluno dei quali compose le due azioni magnetizzanti in direzione ortogonale, come Gerosa e Finzi⁽⁶⁾ e Goldschmidt⁽⁷⁾, e tal altro le sovrappose nella medesima direzione, come Maurain⁽⁸⁾, Madelung⁽⁹⁾, Waggoner e Freeman⁽¹⁰⁾. Posteriormente Fondiller e Martin⁽¹¹⁾ hanno studiato gli effetti d'isteresi, dovuti a campi variabili, sovrapposti sui nuclei magnetici delle spirali di reattanza, impiegate nelle linee

telefoniche e telegrafiche, con particolare riguardo alle frequenze utilizzate nelle due forme di segnalazione.

Il risultato di queste ricerche concorda in generale nel senso, che la sovrapposizione di un campo alternativo a quello che conferisce al nucleo una magnetizzazione lentamente variabile diminuisce la perdita di energia, a questa inerente, ma accresce quella dovuta alla magnetizzazione alternativa, in modo che fra le due sorgenti della forza magnetomotrice si rende possibile uno scambio di energia, ed il fenomeno assume i caratteri di una periodica *ondulazione*, che i due Autori americani hanno genericamente indicato col nome di *flutter*.

Questo venne sottoposto, nelle condizioni delle loro esperienze, ad una diligente verifica numerica, misurando, con un ponte appositamente disegnato, le variazioni che ne conseguono nella resistenza equivalente e nella induttanza delle spirali impiegate, con riferimento alla corrente di frequenza più elevata. Essi hanno pertanto riassunto i loro risultati in una formola empirica, secondo la quale la perdita supplementare nel circuito di alta frequenza, dovuta alla sovrapposizione di un campo alternato di piccola frequenza, può ritenersi proporzionale alla potenza 1,2 della intensità massima del campo di alta, ed alla potenza 1,6 di quella del campo di bassa frequenza. Poichè nell'intervallo delle piccolissime intensità, utilizzate in queste misure, il valore massimo della induzione è sensibilmente proporzionale a quello della forza magnetica, i due Autori hanno concluso che l'incremento della resistenza equivalente possa ritenersi proporzionale alla perdita normale di isteresi, entro l'intervallo di magnetizzazione dovuto al campo di piccola frequenza, oltre che alla frequenza della corrente telefonica. Alla variazione della perdita per isteresi si accompagna in generale anche una variazione della permeabilità nei riguardi del campo di bassa frequenza, che i due Autori confermano non essere dovuta solamente alla traslazione dei vertici del ciclo lungo la linea normale di magnetizzazione, ma ad una vera e propria deformazione di quest'ultima.

Nel caso nostro le intensità di campo e le frequenze in giuoco erano eminentemente diverse, e il problema era limitato a studiare, sotto il punto di vista magnetico, le condizioni, nelle quali funzionano, a somiglianza dei nuovi convertitori, altre categorie di macchine policicliche o polimorfe, di cui si sono fatte importanti applicazioni.

Per renderci indipendenti dalla influenza delle correnti interne di armatura, non facilmente calcolabili, abbiamo completamente soppresso le connessioni equipotenziali, rinunciando ad azionare la macchina come motore asincrono, e rimuovendo le spazzole. Il movimento all'armatura veniva dunque esclusivamente conferito per cinghia da una macchina esterna convertitrice, che può essere azionata come motore sincro dalla rete trifase della città, ovvero come motore a corrente continua da una batteria di accumulatori alla tensione di 130 volt. In questa condizione la regolazione della velocità può eseguirsi con la maggiore dolcezza, mediante una resistenza a variazioni continue, incluse nel circuito di eccitazione. La velocità delle due macchine a vuoto è pressochè identica, essendo uguali le due puleggie.

La potenza assorbita dal gruppo a vuoto è dell'ordine di 1000 watt alla velocità di 1350 giri, che corrisponde al sincronismo di entrambe le macchine per la frequenza di 45 periodi, essendo i due statori avvolti in sistema tetrapolare; ma di essa un quinto circa è imputabile alle cadute ohmiche interne ed alle perdite per isteresi, onde la somma delle perdite meccaniche a vuoto può ritenersi dell'ordine di 800 watt.

Eccitatio ora la macchina binaria con correnti continue di 0 a 20 ampere, con che la sua tensione fra le linee di commutazione cresceva da 0 a 190 volt, la potenza impiegata seguiva l'andamento della curva *a*) della fig. 4, elevandosi da 800 a 1670 watt, e la variazione di essa, imputabile essenzialmente alle perdite magnetiche e in piccola parte a quelle meccaniche supplementari, saliva con legge sensibilmente quadratica in relazione alla tensione e al flusso da 0 a 870 watt. La frequenza della magnetizzazione era in questo caso di 67,5 periodi, e il valore massimo del flusso per ogni polo, misurato col flussometro Grassot, era di circa $0,4 \times 10^6$, con che la induzione massima nei denti risultava dell'ordine di 6000 linee per cm², e quella nella corona dell'indotto dell'ordine di 4500 linee.

A questa magnetizzazione pseudoalternativa si volle ora sovrapporre quella dovuta al campo rotante, prodotto dalle correnti trifasi inviate attraverso alle spirali primarie, applicando ad esse la tensione concatenata di 110 e 210 volt, derivata dalla rete di città attraverso un apposito autotrasformatore. Essendo in questo caso predisposto l'avvolgimento per la produzione del campo tetrapolare, ogni gruppo di spire, appartenenti a una

(5) *Atti dell'A. E. I.*, settembre 1911.

(6) *Rendiconti Istituto Lombardo*, 1891, fasc. X.

(7) *Elektrot. Zeitschr.*, 1910, pag. 218.

(8) *Comptes rendus*, 1903, p. 914.

(9) *Annalen der Physik*, 1905, p. 861.

(10) *Gen. El. Review*, 1918, pag. 143.

(11) *Proc. Am. Inst. El. Eng.*, 1921.

fase, sopportava una tensione di 32 e 61 volt, la quale, in relazione al numero di spire 36, ed alla frequenza di 45 periodi, corrispondeva ad un flusso di $0,44$ e $0,85 \times 10^6$, onde la induzione massima nei denti risultava dell'ordine di 4200 e 8000 linee, laddove, nella corona d'indotto e d'induttore, essa risultava di circa 5000 e 9500.

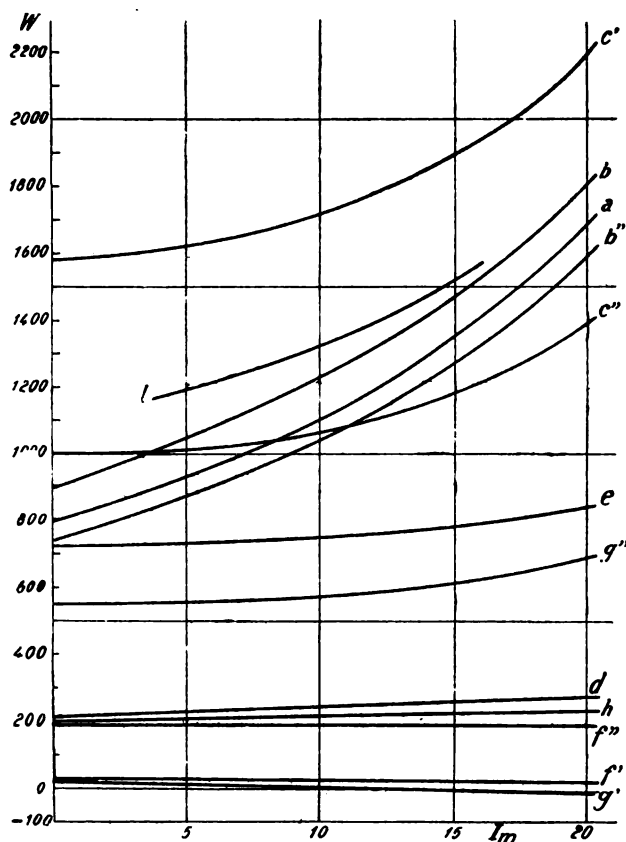


Fig. 4.

Prima di studiare l'effetto della doppia magnetizzazione periodica nella macchina in movimento, si è voluto determinare quello più semplice della magnetizzazione rotante nella macchina ferma, in presenza di quella permanente dovuta al campo continuo esapolare. All'uopo la potenza somministrata al circuito trifase primario venne misurata mediante due wattometri, tenendo ferma l'armatura nelle due posizioni, in cui l'ampereometro segnava rispettivamente il massimo ed il minimo della corrente magnetizzante. E' da notare invero che, per rendere possibile la introduzione delle spirali elementari nelle scanalature, così dell'induttore come dell'indotto, l'apertura di queste si era dovuta leggermente allargare, smussando gli orli dei denti, con che si erano aumentate le discontinuità nella distribuzione del flusso, e la riluttanza a questo offerta nelle varie posizioni del rotore si modificava, senza che perciò subissero variazioni apprezzabili le perdite complessive.

I diagrammi delle misure, così eseguite, sono riportati nelle curve d) ed e) della fig. 4, depurati delle perdite nel rame dell'avvolgimento, e dimostrano che la sovrapposizione del campo continuo esapolare, la cui corrente di eccitazione I_m è riportata come ascissa, ha per effetto di aumentare gradualmente la perdita magnetica complessiva in misura assai limitata, e non eccedente 15 a 20 % della perdita dovuta al semplice campo rotante; di ciò non è meraviglia, se si pensa ai valori relativamente limitati della induzione, realizzati mediante il campo continuo, i quali avevano bensì per effetto di spostare i vertici del ciclo di isteresi rotante lungo la linea normale di magnetizzazione, senza peraltro obbligarli a oltrepassare il ginocchio di massima permeabilità.

La parte più interessante del fenomeno si manifesta quando l'armatura è mantenuta in movimento in presenza del campo continuo e di quello rotante, come accade nel convertitore di Creedy.

In questo lo statore è soggetto in verità alla magnetizzazione del campo rotante in presenza di quello fisso dovuto alla eccitazione continua, mentre il rotore è soggetto alla magnetizzazione pseudo alternativa, dovuta alla rotazione nel campo continuo, alla quale si sovrappone quella dovuta al campo rotante con la piccolissima velocità dello scorrimento. Se si conferisse al rotore la velocità di sincronismo, anche questa ma-

gnetizzazione rimarrebbe fissa rispetto al ferro, onde entrambi i nuclei resterebbero soggetti a un fenomeno analogo di doppia magnetizzazione: l'una permanente e l'altra pseudo alternativa o rotante, a somiglianza di ciò che accade a macchina ferma.

Essendo nel nostro caso il rotore comandato da una macchina esterna, la cui velocità poteva regolarsi con estrema delicatezza, sembrava a priori possibile ottenere la riproduzione del fenomeno sotto tutti i possibili aspetti, non escluso quello dello scorrimento negativo (marcia ipersincrona) e della rotazione del campo in senso contrario a quello dell'armatura. Ora peraltro la interpretazione corretta di esso non poteva avvenire, senza considerarne con molta attenzione le diverse condizioni.

Nel motore asincrono e nel convertitore di Creedy l'armatura ruota in ogni caso con velocità minore di quella del campo, e la coppia dovuta al suo ritardo di magnetizzazione agisce come positiva nella propulsione di essa con la velocità n_1 , e come negativa nei riguardi del campo, la cui velocità relativa è limitata ad $n - n_1$, onde la perdita di potenza che ne consegue risulta nelle macchine di costruzione normale del tutto trascurabile.

Se l'armatura si aziona meccanicamente dall'esterno in presenza del campo continuo, il lavoro di isteresi è conferito mediante una coppia, che vince quella interna resistente, e algebricamente si somma con quella destinata a vincere le resistenze meccaniche. Se pertanto si sovrappone al campo della dinamo quello rotante delle correnti primarie polifasi, la coppia da imprimere meccanicamente verrà di tanto alleggerita nella marcia sotto sincronismo, per quanto si sviluppa nella macchina la coppia positiva di isteresi, e di altrettanto si dovrà aumentare nella marcia sopra sincro, per quanto la coppia d'isteresi diventa negativa, senza che in complesso la energia dissipata abbia subito una variazione superiore a quella inerente allo scorrimento. In conseguenza dovrà di altrettanto modificarsi la potenza somministrata dalla sorgente trifase della forza magnetomotrice, secondo il teorema enunciato da Fondiller e Martin, che le nostre esperienze hanno perfettamente verificato.

Un ragionamento analogo può applicarsi alla coppia eventuale, dovuta alle correnti parassite, la quale al pari di quella d'isteresi si inverte nel passaggio per il sincronismo, ma a differenza di essa, cresce sensibilmente in ragione dello scorrimento, laddove la prima ne è sensibilmente indipendente.

Per contenere quest'ultima nei limiti più ristretti, e ridurre al minimo l'energia perduta per isteresi nel rotore, inerente allo scorrimento, era indispensabile mantenere questo entro un intervallo molto esiguo, ed esattamente misurabile, onde il rotore stesso venne munito di un dispositivo stroboscopico, che attraverso ai fori di un disco esterno, mantenuto a sincronismo, permetteva di individuare esattamente il numero di giri perduto o guadagnato, e di regolarlo al valore desiderato.

In un bellissimo lavoro, eseguito nell'Istituto Elettrotecnico di Napoli tredici anni or sono ⁽¹²⁾, il Prof. G. Vallauri ha teoricamente discusso e sperimentalmente determinato gli interessanti fenomeni, che intervengono nel passaggio graduale della macchina polifase a induzione attraverso al sincronismo, dimostrando che la coppia di isteresi varia per gradi da un caratteristico valore positivo ad uno eguale negativo, mentre la velocità passa dal di sotto al di sopra di esso e viceversa, e segue nei due casi un diagramma diverso, per cui nell'intervallo di questo fenomeno transitorio, e in particolare alla velocità esatta del sincronismo, la coppia può assumere valori diversi e diverso segno, a seconda che la macchina è giunta a quella velocità salendo da valori più bassi o viceversa. L'intervallo, entro il quale si esaurisce il fenomeno transitorio, e si manifesta la differenza caratteristica fra la coppia positiva e quella negativa di isteresi, non eccede nelle esperienze del Vallauri alcuni diecimillesimi della velocità di sincronismo. Nel nostro caso, potendosi ritenere trascurabile la coppia dovuta alle correnti interne di fronte a quella di isteresi, l'intervallo di scorrimento positivo e negativo fu scelto dell'ordine di $\pm 1\%$, con che anche la perdita supplementare di energia dovuta all'isteresi risultava trascurabile.

I diagrammi delle potenze fornite dal motore esterno in presenza del campo rotante, mantenuto sotto le tensioni di 110 e 210 volt, sopra e sotto la velocità di sincronismo, con riferimento alla eccitazione del campo continuo, sono ancora riprodotti nella fig. 4, ove le curve b') e b'') si riferiscono al campo rotante eccitato con la tensione di 110 volt, e le c') e c'') a quello eccitato con 210 volt.

Le due prime sono in tutta la loro estensione sensibilmen-

⁽¹²⁾ Atti dell'A.E.I., marzo 1913.

te parallele, e pressochè equidistanti dalla curva a), rilevata col solo campo continuo, ciò che dimostra che la media potenza meccanica, occorrente per la rotazione a velocità pochissimo diversa da quella del sincronismo nel campo predetto, si può ritenere sensibilmente invariata, laddove varia eminentemente quella inerente alla presenza del campo rotante, la quale in un caso si aggiunge e nell'altro si sottrae alla precedente.

A questo fenomeno deve pertanto fare riscontro quello che si manifesta nella sorgente della forza magnetomotrice trifase, la quale deve sopperire in proprio alle variazioni della potenza meccanicamente somministrata, e nella marcia sotto sincronismo deve fornire il lavoro corrispondente alla coppia positiva di isteresi, e sopra sincronismo alleggerirsi di quello corrispondente alla coppia negativa.

Nella stessa figura 4 sono precisamente tracciate le curve f' ed f'' della potenza erogata dalla linea trifase primaria per la produzione del campo rotante alla tensione di 110 volt, quando l'armatura della macchina binaria ruotava sopra e sotto il sincronismo. La differenza media delle loro ordinate, nell'intervallo di corrente continua magnetizzante da 0 a 20 ampere, risulta dell'ordine di 170 watt, laddove quella media fra le potenze meccanicamente somministrate, la quale peraltro deve coprire anche le piccole perdite meccaniche supplementari della marcia a velocità più alta, non eccede 185 watt.

Tracciando nella figura la linea media fra le f' ed f''), si otterrebbe la potenza erogata per la magnetizzazione rotante dello statore, la quale, per la sovrapposizione del campo continuo, non subisce che una piccolissima variazione. La differenza di ordinate fra tale linea mediana e la d) rappresenta la perdita magnetica nel rotore, occasionata a fermo dal campo rotante, la quale, per la sovrapposizione del campo continuo, subisce un lento accrescimento, dovuto alla maggiore saturazione di quello rispetto allo statore.

Fenomeni analoghi si presentano nella sovrapposizione del campo continuo a quello rotante sotto la tensione trifase di 210 volt, per effetto del quale tuttavia la macchina nostra subisce sensibili vibrazioni, e assorbe nella marcia a vuoto una potenza più elevata.

Le curve c' e c''), tracciate nella fig. 4 per la marcia sopra e sotto sincronismo, appaiono perciò deformate rispetto alla a) e spostate verso l'alto, atteso che la potenza meccanica assorbita supera sensibilmente quella corrispondente alla marcia in assenza del campo rotante.

Malgrado ciò la differenza media delle loro ordinate, nell'intervallo già segnalato di corrente continua magnetizzante, risulta di 640 watt, e fa bene riscontro, con piccolo eccesso dovuto alle perdite supplementari, alla differenza media di 600 watt delle potenze erogate in corrispondenza dalla sorgente trifase, di cui è riprodotto l'andamento nelle curve g' e g'').

In particolare all'ascissa $I_m = 12$, corrisponde un'ordinata nulla della curva g') ossia un'erogazione nulla della sorgente trifase nella marcia sopra sincronismo. In correlazione nella curva c') la ordinata supera quella della curva a) di tutto l'intervallo corrispondente alle perdite supplementari, cui sopperisce unicamente la variazione della coppia meccanica impressa.

Nella marcia sotto sincronismo, per una ascissa poco minore, la curva c'') interseca la a), e tutta la potenza corrispondente alle perdite supplementari è conferita dalla sorgente trifase.

Nel convertitore di Creedy, vincolato a camminare sempre al di sotto del sincronismo senza l'ausilio di alcuna coppia meccanica dall'esterno, i due fenomeni si confondono sostanzialmente in un solo, più complesso, poichè l'energia meccanica per il movimento è fornita per il tramite delle correnti indotte dalla stessa sorgente, che sopperisce anche il lavoro perduto per isteresi. L'energia dissipata in complesso si ragguaglia alla somma di quella perduta per isteresi nel campo rotante dal nucleo dello statore, col piccolo supplemento dovuto alla traslazione dei cicli per effetto del campo permanente, e con quella perduta per isteresi pseudoalternativa dall'indotto, in quanto ruota nel campo predetto, risultando trascurabile qui il supplemento dovuto alla magnetizzazione per effetto del campo rotante con la piccolissima velocità dello scorrimento.

Ora le perdite per isteresi nello statore rappresentano una parte della potenza, conferita dalla sorgente trifase a macchina ferma, e si possono ragguagliare alla media tra quelle misurate con l'armatura rotante sopra e sotto il sincronismo; nel nostro caso, col campo rotante a 110 volt, si conservano sensibilmente dell'ordine di 100 watt, mentre I_m varia da 0 a 20 ampere, e mentre la perdita meccanica e magnetica per la magnetizzazione pseudoalternata varia da 800 a 1670 watt. La somma varia adunque da 900 a 1770, laddove la somma della potenza con-

ferita meccanicamente dal motore esterno, con quella derivata dalla sorgente trifase nella marcia sotto sincronismo, varia da 930 a 1760, e sopra sincronismo da 930 a 1800. L'approssimazione della verifica si può ritenere abbastanza soddisfacente, se si pensa alla complicazione di queste misure, ognuna delle quali richiede numerose osservazioni contemporanee, e parecchie sono subordinate al mantenimento di una velocità perfettamente costante.

Nella serie di misure, eseguite col campo rotante a 210 volt, le potenze meccaniche, conferite con le piccole eccitazioni a corrente continua, sono risultate eccessive per le vibrazioni meccaniche già ricordate, e, sommate con quelle fornite dalla sorgente trifase, danno valori sistematicamente più elevati di quelli che si ottengono, sommando la potenza perduta nello statore con quella meccanicamente conferita in assenza del campo rotante. Le differenze peraltro si vanno per gradi attenuando al crescere di I_m , e, quando questa raggiunge 20 ampere, scompaiono quasi interamente. Si hanno difatti come somme delle potenze meccaniche e trifasi, in presenza del campo rotante, per le velocità sotto e sopra sincronismo le cifre 2050 e 2165, laddove la perdita nello statore di 330 watt, sommata con quella meccanica e magnetica della dinamo di 1670, fornisce la cifra di 2000 watt, la quale risulta appena di 5% inferiore alla media delle prime.

Facendo rotare il campo in senso contrario all'armatura, la frequenza della magnetizzazione si raddoppia in questa, e con essa si raddoppiano sensibilmente le perdite per isteresi, e si quadruplicano quelle per correnti parassite. Nel nostro caso, in presenza del campo rotante inverso a 110 V, la somma della potenza meccanica conferita dal motore esterno (curva l della fig. 4) con quella magnetica della sorgente trifase (curva h) al variare della eccitazione del campo continuo da 5 a 15 ampere varia da 1400 a 1730 watt, laddove la somma della potenza meccanica conferita in assenza del campo rotante, con quella statica della sorgente trifase a macchina ferma e con quella d'isteresi nel rotore, si eleva da 1270 a 1730 watt.

Come si vede dai diagrammi, la potenza conferita dalla sorgente trifase risulta in queste condizioni leggermente inferiore a quella richiesta per la macchina ferma, probabilmente perchè le vibrazioni meccaniche contribuiscono a diminuire l'area dei cicli di isteresi, laddove poi la coppia resistente alla rotazione del campo, e la velocità assoluta di questo, si conservano sostanzialmente inalterate. Il maggior lavoro perduto nel rotore è dunque essenzialmente sopperito dal motore esterno, il quale deve da parte sua vincere la coppia resistente di isteresi e delle correnti parassite, azionando l'armatura alla velocità di sincronismo. La coppia supplementare, dovuta alle correnti parassite, appare adunque come la causa fondamentale della divergenza fra le ordinate della curva l) e della b').

Una verifica analoga in presenza del campo rotante, eccitato alla tensione di 210 volt, non fu possibile, per l'insufficiente isolamento fra le lamine del collettore, che dava luogo a scintille superficiali, quando si inducevano nelle spirali interne f. e. m. di ampiezza e frequenza doppia di quella normale.

VI - Risultati delle ricerche.

Volendo riassumere i risultati delle presenti ricerche, sembra lecito enunciare le seguenti conclusioni:

1) Nelle macchine, ove è sovrapposto un campo continuo ad uno alternativo o rotante, vengono deformati i cicli di isteresi, relativi alla componente di questo che si trova nella direzione del primo, e ne scaturisce un'aumento del lavoro d'isteresi, piccolo in generale, fino a che i massimi della induzione non oltrepassano notevolmente il ginocchio di massima permeabilità, e variabile in modo sensibilmente lineare con la intensità del campo continuo.

2) Ove due campi rotanti o alternativi si sovrappongono con frequenza diversa, il fenomeno magnetico assume una periodica ondulazione, in conseguenza della quale le perdite magnetiche diventano funzione della intensità e della frequenza di ognuno dei campi componenti.

Se in particolare ruota un nucleo cilindrico in presenza di un campo rotante, eccitato da una sorgente trifase, e di un campo fisso eccitato con corrente continua, la frequenza della ondulazione è strettamente subordinata allo scorrimento del primo campo rispetto al nucleo, e col segno di questo muta il segno della coppia, sviluppata per isteresi e correnti parassite, la quale favorisce il moto del nucleo sotto e lo ostacola sopra sincronismo.

3) Se il movimento del nucleo viene meccanicamente

impresso dall'esterno, la coppia e la potenza necessaria vengono di altrettanto alleggerite o aggravate, per quanto è la coppia interna positiva o negativa, e, poichè l'energia dissipata non subisce nel passaggio per la velocità di sincronismo alcuna discontinuità, di altrettanto deve inversamente modificarsi la potenza erogata dalla sorgente di forza magnetomotrice polifase. Se il movimento è conferito pel tramite delle correnti indotte, come nei motori a induzione e nei convertitori di Creedy, la potenza magnetizzante e quella di propulsione sono a carico della medesima sorgente. Le perdite nel rotore per effetto del campo rotante si riducono in ragione della velocità relativa, e, per scorrimenti molto piccoli, diventano trascurabili; ivi permangono nei convertitori di Creedy sensibilmente inalterate le perdite inerenti alla rotazione nel campo, eccitato con corrente continua, laddove nello statore permane la perdita inerente al campo rotante, aggravata dal piccolo supplemento che deriva dalla sovrapposizione del campo continuo.

4) In complesso nel Convertitore di Creedy le perdite magnetiche uguagliano o superano di poco quelle che si verificherebbero, a parità di induzione, in un gruppo convertitore, composto di un motore asincrono e di una dinamo generatrice di analoga potenza; quelle elettriche corrispondono a loro volta alla somma di quelle, che si verificherebbero nel medesimo gruppo, a parità di correnti e dimensioni dei circuiti rispettivi. Il coefficiente di rendimento non può dunque eccedere apprezzabilmente quello del gruppo convertitore, se non in quanto dipenda da una parziale diminuzione delle perdite meccaniche, laddove il peso ed il prezzo possono subire una sensibile riduzione in corrispondenza al minor peso dell'ossatura magnetica, se anche per le esigenze del raffreddamento debbano sensibilmente diminuirsi i coefficienti unitari di utilizzazione.

Roma - Istituto Elettrotecnico
della R. Scuola di Ingegneria.
Settembre 1926.

CENTRALI TERMICHE NORD AMERICANE

P. FERRERIO



Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell'A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

Come è noto, per opera dell'On. Motta si è costituito, fra numerose Società produttrici e distributrici di energia elettrica, un Consorzio detto *Consorzio Centrali Termiche*, o, più brevemente, *Concenter*, con lo scopo di costruire, in punti opportunamente scelti, potenti centrali termiche per integrare le deficienze degli impianti idroelettrici. La prima di tali centrali, che è ora nel periodo esecutivo, sorgerà nel porto di Genova.

Si comprende che, costruendo ex novo una grande centrale termica, il *Concenter* si preoccupasse di adottare per essa i criteri della tecnica più moderna e di rendersi quindi conto di ciò che è stato fatto, in tale campo, dagli altri. Da qui il mio recente viaggio agli Stati Uniti e l'invito del nostro Presidente a intrattenervene brevemente.

1. — L'italiano che visita le centrali termiche americane è innanzitutto colpito dalla loro grandiosità. Da noi le centrali termiche si misurano in migliaia o al più in decine di migliaia di kwatt; là si misurano in centinaia di migliaia; da noi i gruppi turbine-alternatori si misurano in migliaia di kwatt, là in decine di migliaia e ci si avvia a misurarle in centinaia di migliaia.

Per dare qualche esempio, la centrale di Hell Gate della Edison di New York ha una potenza di 385.000 kwatt con gruppi di 35, di 40 e di 50 mila kwatt; quella della 14 th Street, pure della Edison di New York, in costruzione, avrà dieci gruppi da 60.000 kwatt; quella di Kearny a Jersey avrà, a pieno sviluppo, la potenza di 330.000 kwatt; quella di Richmond presso Philadelphia, eseguita per un terzo, comprenderà, una volta ultimata, dodici gruppi da 50.000 kwatt; la centrale di Cleveland della « Cleveland Electric Illuminating Co. » ha tredici macchine da 25 a 35 mila kwatt; quella di Trenton Channel presso Detroit ha tre gruppi da 50.000 kwatt; quella di Connors Creek, pure presso Detroit, ha una potenza di 180.000 kwatt; la centrale della Fisk Street a Chi-

cago ha 14 gruppi da 12.000 kwatt e 4 da 20 e 30 mila kwatt; quella della Crawford Avenue pure a Chicago ha in funzione due unità da 50.000 kwatt ed una da 60.000, ha in montaggio un'unità di 77.000 kwatt e ne ha ordinate due da 90.000; quella di Milwaukee ha una potenza di 130.000 kwatt, e così via.

Recentemente poi è stata ordinata ad una Ditta costruttrice europea un'unità da 160.000 kwatt suddivisa in due gruppi.

Un'altra caratteristica delle centrali americane che colpisce immediatamente il visitatore, è la profusione di apparecchi di misura, di controllo e di registrazione, per quanto riguarda specialmente l'andamento dell'impianto caldaie.

Si tiene nota accurata dell'energia prodotta, di quella uscita dalla centrale e di quella assorbita dai vari servizi della centrale stessa; del carbone consumato, del vapore prodotto, dell'acqua mandata in caldaia; della temperatura e della pressione del vapore in caldaia, nei diversi punti delle turbine e nel condensatore; della pressione dell'aria e dei prodotti della combustione in diversi punti dal cenerario al camino; della quantità d'aria d'alimentazione e delle sue temperature; del tenore in CO₂ dei gas della combustione, ecc.

Gli apparecchi di misura e controllo sono poi opportunamente raggruppati di modo che il personale ha in ogni istante davanti agli occhi le condizioni di funzionamento ed è sempre pronto ad intervenire immediatamente appena esse siano variate.

E' possibile a questo modo ottenere delle marcie mensili a condizioni poco diverse da quelle che si avrebbero in collaudo e dei consumi, sempre come media mensile, intorno alle 4000 calorie, e perfino di 3500 calorie per kwatt-ora prodotto.

Finalmente colpisce di primo acchito l'ordine e la pulizia che regna dovunque nelle centrali e la cura meticolosa con la quale viene tolta in ogni parte ogni traccia di polvere.

2. — Accennato così sommariamente alle caratteristiche, diciamo, macroscopiche delle centrali americane, quelle cioè che appariscono anche al visitatore profano, passiamo ad esaminare sommariamente quelle tecniche e di dettaglio.

3. — *Schema termico*. - Si è tuttora, anche in America, in un periodo di incertezza. In un certo momento si è determinata la tendenza a raggiungere un solo risultato: quello di ottenere il kwatt-ora col minor consumo possibile di calorie.

Per ottenere tale intento ed avere il vanto del record nell'economia di carbone si perdeva di vista il vero risultato da raggiungere: la soluzione di massimo tornaconto; e si giunse a questo modo a costruire centrali del costo di 200 e perfino di 250 dollari per kwatt installato.

Attualmente però si sta cambiando indirizzo, quantunque, come dissi, si attraversi ancora un periodo di incertezza.

Infatti centrali recenti, contemporanee come progetto, costruzione e messa in marcia, rispondono a caratteristiche diversissime.

Così, mentre a Richmond (Philadelphia) le caldaie sono provviste di economizzatori e di riscaldatori d'aria, a Kearny (Jersey) sono sprovviste e degli uni e degli altri, a Weymouth hanno economizzatori ma non riscaldatori d'aria, e quelle della 14 th Street a New York sono senza economizzatori ma con riscaldatori d'aria.

La tendenza però sembra questa: uso di turbine con bleeding per forte riscaldamento dell'acqua di alimentazione (fino a 150° ÷ 160° C); uso di caldaie a tubi suborizzontali con molti tubi in altezza (fino a 24); uso di riscaldatori d'aria; abbandono degli economizzatori.

Naturalmente questo risultato non può essere trasportato presso di noi senza un attento esame, non solo per le diverse caratteristiche delle nostre centrali, che compiono un servizio di integrazione, mentre quelle americane sono a funzionamento continuo, ma anche per la diversa importanza che ha preso di noi il costo del combustibile rispetto alla spesa di impianto.

Infatti mentre negli Stati Uniti il costo del carbone, per esempio a New York, è di circa 5 dollari la tonnellata, il costo dell'impianto arriva a 150 dollari per kW installato e non scende, anche nelle centrali più economiche, come quella di Kearny, sotto 105 dollari; in Italia invece si hanno costi del carbone di 170 ÷ 200 lire, a Genova, contro costi di impianto di circa 1000 ÷ 1200 lire per kwatt installato.

4. — *Pressione e temperatura*. - Se si fa astrazione della centrale di Weymouth dove una parte dell'impianto funziona a pressione di 84 kg/cm², ma in via sperimentale, e di quella

della Crawford Avenue di Chicago, che funziona a 38 kg/cm^2 (pressione che mi è stato detto essere risultata non conveniente e sconsigliabile) la pressione generalmente adottata è inferiore ai 30 kg/cm^2 ed anche qualche volta a 25. Considerando infatti le centrali recentemente entrate in funzione e quelle in costruzione, abbiamo 28 kg/cm^2 a Richmond, 26 a Kearny, 25 alla 14 th Street, 24,5 a Weymouth e a Somerset.

Quanto alla temperatura, si può dire che è standardizzata sui 700°F . in caldaia (372°C). Tale valore è superato soltanto a Milwaukee ($720^\circ \text{F} = 383^\circ \text{C}$) ed a Kearny e alla Crawford Avenue ($750^\circ \text{F} = 400^\circ \text{C}$), almeno per le centrali da me visitate.

I valori adottati dal « Concenter » di 30 kg/cm^2 e di 400°C in caldaia sono quindi un po' d'avanguardia rispetto a quelli americani.

5. — *Sistemi di combustione.* - Dal punto di vista del combustibile, gli Stati Uniti possono grossolanamente dividersi in tre zone: l'est, costituito dagli Stati del Nord che guardano a gravitano sull'Atlantico, come Massachusetts, Connecticut, New York, New Jersey, Pennsylvania, Virginia, ecc.; il West che è poi la zona mediana che gravita su Chicago; la California.

La prima zona brucia in generale carbone della Pennsylvania e della Virginia, di natura bituminosa, di $7000 \div 7500$ calorie, con meno del 10 % di cenere e con poco solfo; la seconda brucia carbone di bella apparenza, ma di sole 5500 calorie circa, di oltre il 15 % di cenere e il 4 % di solfo, a ceneri fondenti a basse temperature; la terza finalmente è ricca di gas naturali e di olii minerali.

Da qui una differenza sostanziale fra i sistemi di combustione nelle tre zone.

La prima difatti usa quasi esclusivamente gli stokers underfeed; la seconda quasi esclusivamente le griglie a catena e la terza bruciatori per gas e per nafta.

Per il carbone è quindi prevalente l'uso degli stokers underfeed; è solo per carboni con ceneri fondenti a bassissime temperature che si usano le griglie a catena. Però, coi più recenti tipi di stokers underfeed si può bruciare convenientemente anche tali qualità di carbone; già sono stati eseguiti impianti con essi per bruciare i carboni usati nel West e sembra che gli Stokers debbano anche in tale zona soppiantare le griglie a catena.

Quanto ai sistemi a polverizzazione, essi ebbero in principio una notevole voga, specialmente nella speranza di bruciare particolari qualità di carbone poco adatte alle griglie. Si sono quindi costruiti impianti, come quelli di Milwaukee, di Trenton Channel e di Cleveland, che funzionano egregiamente. L'uso della polverizzazione non ha però proseguito col ritmo iniziale. Sta di fatto che con la polverizzazione si raggiungono rendimenti elevati, però rendimenti altrettanto elevati si ottengono coi migliori e più recenti tipi di stokers underfeed, salvo forse per qualche particolarissima qualità di carbone; vi è poi maggiore difficoltà a mantenere l'andatura economica col sistema a polverizzazione che con le griglie. Il sistema a polverizzazione richiede inoltre un più numeroso personale che non le griglie e un maggior consumo di energia per gli ausiliari; esso infine è più costoso d'impianto e richiede camere di combustione di volume pressochè doppio che non le griglie (precisamente circa 8,5 piedi cubici per HP di caldaia, cioè circa $0,26 \text{ m}^3$ per m^2 di superficie riscaldata di caldaia) ciò che, oltre ad una notevole maggiore spesa, importa una sensibile maggiore soggezione d'esercizio.

6. — *Generatori di vapore.* - Sono prevalentemente usati i tipi Babcock e Wilcox e Stirling; in questi ultimi anni si è diffuso anche l'impiego delle Springfield, specialmente presso la Edison di New York. Cui tipi a tubi suborizzontali, la tendenza è ad aumentare il numero di tubi in altezza, arrivando fino a 24, essendo risultato che la circolazione si verifica ottimamente anche in tali condizioni.

La tendenza è inoltre a spingere la produzione per m^2 di superficie riscaldata. Salve poche eccezioni il rapporto fra la superficie riscaldata totale di caldaia della centrale e la potenza totale di kwatt dei turboalternatori installati è compresa fra 0,13 e 0,15.

Il volume delle camere di combustione è andato sempre aumentando e tende ora a stabilizzarsi sulla cifra di m^3 0,14 per m^2 di superficie riscaldata, con gli stokers, e di m^3 0,26 per m^2 di superficie riscaldata, coi sistemi a polverizzazione.

Quindi, con caldaie di qualche migliaio di m^2 si hanno camere di combustione enormi, specialmente coi sistemi a

polverizzazione, e conseguentemente pareti verticali di grande altezza. Di qui uno studio accurato delle murature e l'uso, specialmente coi sistemi a polverizzazione, di murature raffreddate con circolazione d'aria in apposite intercapedini o di murature metalliche a circolazione d'acqua, tipi Bayley, Murray, ecc., ecc.

Circa gli economizzatori, la tendenza, come dissi, è ad abolirli; comunque sono pressochè esclusivamente usati i tipi in acciaio.

Quanto ai riscaldatori d'aria, il cui uso va diventando generale, si ricorre di preferenza ai tipi tubolari, che sembrano rispondere al criterio del massimo tornaconto tenuto presente il costo di installazione, quello di manutenzione, la facilità di pulizia e il rendimento.

7. — *Gruppi turbine-alternatori.* - Si può dire che sono esclusivamente usati i tipi General Electric Co. e Westinghouse. In generale le turbine sono ad un sol cilindro (per potenza fino a 60.000 kwatt) con poche file di palette (20 o 21 come a Hell Gate, alla 14 th Street, a Richmond, a Trenton Channel, ecc.). Si tratta dunque di turbine assai spinte e pare che l'usura delle palette sia notevole.

La velocità più comunemente adottata, anche coi grossi gruppi, è di 1800 giri.

I condensatori sono naturalmente del tipo a superficie con tubi costituiti di una lega di 70 % rame, 29 % zinco e 1 % stagno.

Le turbine sono provviste di estrazioni di vapore, dalla parte a bassa pressione, in numero variabile da due a quattro per riscaldare l'acqua di alimentazione la quale viene così portata a temperature fino a $150^\circ \div 160^\circ \text{C}$.

Gli alternatori, negli impianti più recenti, sono raffreddati in circuito chiuso, usando in qualche caso l'acqua di alimentazione. A Weymouth, gli alternatori sono anche provvisti di speciale dispositivo automatico spegni-incendio a bombole di CO_2 , come è già stato fatto in qualche caso anche in Europa.

8. — *Servizi ausiliari.* - Per l'azionamento degli impianti ausiliari si ricorre in generale all'energia elettrica; solo per le pompe di alimentazione delle caldaie si ricorre all'uso del vapore, ma generalmente soltanto nei gruppi di riserva.

L'energia elettrica viene attinta o dagli stessi alternatori principali o da gruppi appositi turbine-alternatori o da alternatori appositi calettati sullo stesso albero dell'alternatore principale.

Nel primo caso esiste generalmente un piccolo gruppo turbina-alternatore a scappamento libero per l'avviamento della centrale.

Il secondo sistema è in generale completato con l'installazione di gruppi motori-dinamo per la produzione della corrente continua per l'azionamento degli ausiliari che richiedono velocità variabili, e in qualche caso anzi si installano addirittura appositi gruppi turbine-dinamo a corrente continua.

Il terzo sistema è il più recente. Ha all'incirca gli stessi vantaggi del secondo sistema, ma è più economico. Anche in questo caso naturalmente esiste un piccolo gruppo per l'avviamento della centrale.

9. — *Servizi vari.* - I servizi igienici sono abbondanti e ben curati, con impianti di lavatoi, doccie e bagni. Il locale di infermeria è provvisto oltre che di letti, e medicinali, anche di tavolo operatorio e di strumenti di chirurgia.

In ogni centrale funziona poi una « cafeteria » nella quale il personale può, dietro pagamento, prendere i pasti, il the, bibite, ecc. Questo servizio è però il frutto di una necessità piuttosto che di una provvidenza, perchè riesce pressochè impossibile al personale recarsi alle proprie case nelle ore di intervallo, date le distanze e l'intensità del traffico.

Finalmente presso molte centrali esiste un ampio locale, convenientemente arredato, dove si tengono per il personale lezioni e conferenze su argomenti inerenti alla centrale cui è addetto e alla produzione e alla distribuzione dell'energia elettrica in genere; ciò allo scopo di addestrarlo nel miglior modo e di farlo concorrere ad assicurare l'economia del funzionamento, al quale intento tutto il personale è generalmente interessato nell'economia del carbone.

10. — Vi ho così esposto per sommi capi le cose più interessanti relative alle centrali termiche americane.

Esse ci hanno confortati nelle deliberazioni per la centrale di Genova del « Concenter » prese prima del mio viaggio agli Stati Uniti, e ci permisero di decidere a ragion veduta per le questioni che non erano state ancora definite.

SUPPORTI A PRESSIONE DI LIQUIDO

P. BRUNÈ



Comunicazione tenuta alla Sezione di Bologna
il 4 luglio 1926

Le motrici alternative, che ancor oggi in tanti campi dominano incontrastate, in un prossimo avvenire andranno sempre più cedendo il passo per molte applicazioni alle motrici rotative, che presentano rispetto ad esse grandi vantaggi. Mentre il grado di perfezionamento a cui le alternative sono giunte oggi è assai vicino ai limiti massimi presumibilmente raggiungibili, le macchine rotative hanno innanzi a sé una strada molto più lunga da percorrere ed un campo molto più vasto di applicazione a cui estendersi ancora: basti a darne esempio la turbina a gas, che è ai suoi inizi, mentre la turbina a vapore ha già soppiantato quasi interamente le motrici alternative nelle centrali termoelettriche e nella propulsione delle navi.

I vantaggi delle motrici rotative sulle alternative stanno nella maggior regolarità di movimento e soprattutto nella possibilità di raggiungere velocità di rotazione assai più elevate, i cui limiti si allontanano sempre più grazie all'incessante progresso della metallurgia e della tecnica costruttiva. Le grandi velocità di rotazione permettono di avere, a parità di potenza, macchine di dimensioni molto più ridotte (quindi di minor peso, minor costo ed ingombro) e con rendimenti migliori: esse possono venire utilizzate sia direttamente, per macchine operatrici a grande velocità di rotazione, quali i turbocompressori, gli apparecchi di centrifugazione, ecc., che per mezzo di riduttori di velocità, la cui costruzione ha fatto grandi progressi. Da un articolo della rivista « Industria » del 15 gennaio corr. anno, togliamo:

« Le turbine a grande velocità sono d'introduzione relativamente recente sul mercato, particolarmente per le potenze elevate: il loro impiego è stato reso possibile dai perfezionamenti apportati nella costruzione dei riduttori ad ingranaggi. Esse permettono di ottenere dei consumi notevolmente più ridotti delle turbine a media velocità.

Le grandi velocità di rotazione presentano però gravi difficoltà: anzitutto quelle causate dalle velocità critiche del rotor. Sappiamo che a tali velocità critiche il rotor, per un fenomeno di risonanza, si mette in vibrazione e che tali vibrazioni, se la velocità critica non viene rapidamente superata, vanno ampliandosi così da diventare ben presto assai pericolose. Per ogni rotor si ha una prima velocità critica, data da formule note, ed una seconda, una terza, ecc. che rappresentano delle armoniche superiori alla prima.

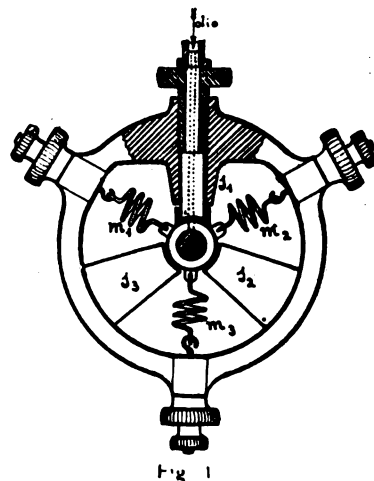
Si hanno a disposizione due sistemi per garantire il buon funzionamento delle macchine ad una data velocità angolare di regime: o fare in modo che la prima velocità critica del rotor sia superiore (almeno di un terzo) alla velocità di regime, oppure far sì che sia inferiore ad essa (almeno di un quinto) in modo che la velocità di regime risulti compresa fra due velocità critiche successive. Il primo metodo è detto dell'*albero rigido*, e si trova applicato in tutte le macchine poco veloci; il secondo è detto dell'*albero flessibile* e si usa nelle macchine molto veloci: le sue prime applicazioni furono fatte dal De Laval. Realmente qualsiasi albero può chiamarsi rigido al di sotto della prima velocità critica del rotor, e flessibile al di sopra: tale denominazione dipende quindi dal valore della velocità di regime.

L'albero flessibile presenta però rispetto all'albero rigido parecchi svantaggi, di cui il principale è di esigere (specialmente se la velocità di regime non è molto grande) una freccia rilevante, e quindi un giuoco molto forte tra rotor e stator, con gli inconvenienti che ne derivano. I più grandi tecnici specialisti in materia, come lo Stodola, consigliano recisamente, quando è possibile, l'albero rigido a preferenza dell'albero flessibile.

L'albero rigido però presenta alle alte velocità di rotazione un inconveniente gravissimo: dato che qualsiasi rotor, per quanto bene equilibrato, presenta sempre una piccola eccentricità del suo asse di gravità rispetto all'asse di figura, perchè lo si possa far girare a grande velocità di rotazione con un albero rigido, occorre appoggiare questo su cuscinetti larghissimi abbondantemente lubrificati con olio sotto pressione, e inoltre dare enormi dimensioni ai supporti ed al basamento della macchina affinché

non si abbiano vibrazioni troppo sensibili: questo perchè la forza centrifuga a forti velocità va assumendo valori assai rilevanti, anche perchè l'asse di gravità tende ad allontanarsi sempre più dall'asse di rotazione. Con l'albero flessibile invece, anche avendosi cuscinetti non esagerati (però sempre con abbondante lubrificazione forzata) e supporti ed incastellature di massa non eccessiva, le vibrazioni, una volta sorpassata rapidamente la velocità critica, vanno sempre più attenuandosi: ciò perchè il rotor tende sempre più a girare intorno al suo asse di gravità.

Fra coloro che hanno cercato un sistema che consenta di usare alberi rigidi anche alle più alte velocità di rotazione, citeremo l'illustre e compianto Ing. Maurice Leblanc, il quale eseguì nelle officine della Società francese Westinghouse lunghe ed importanti esperienze a questo scopo.



Egli ideò di sostenere l'albero rigido *A* del rotor (fig. 1) con due comuni cuscinetti molto leggeri, ciascuno sostenuto per mezzo di un sistema di tre molle m_1, m_2, m_3 disposte a 120° in un piano verticale normale all'asse del rotor: le tensioni di tali molle venivano regolate in modo che la loro risultante equilibrasse la forza agente sul cuscinetto. La velocità di regime del rotor non superava i tre quarti della sua prima velocità critica, ed era invece molto al di sopra della prima velocità critica del sistema costituito dal rotor con i cuscinetti e la sospensione elastica. In questo modo egli poté raggiungere con alberi rigidi le velocità di rotazione più alte consentite dalla resistenza dei materiali.

Il sistema però presentava i seguenti inconvenienti:

1°) Passaggi per le velocità critiche del sistema elastico di sospensione. A questi passaggi, il sistema si metteva a vibrare violentemente: per quanto il passaggio fosse rapido, pure le oscillazioni diventavano sempre pericolose. Il Leblanc fu perciò costretto ad aggiungere tre supporti rigidi s_1, s_2, s_3 posti a 120° l'uno dall'altro intorno ai cuscinetti: questi supporti, nell'avviamento o nell'arresto del rotor, al passaggio per le velocità critiche venivano serrati sui cuscinetti impedendone le oscillazioni, e poi venivano allontanati.

2°) Equilibratura del rotor. Per quanto il rotor fosse bene equilibrato, pure la leggera eccentricità inevitabile dell'asse di gravità portava sempre a vibrazioni piccole sì, ma rapidissime ed ininterrotte delle molle, vibrazioni che presto le stancavano. Perciò il Leblanc si vide costretto ad aggiungere ai due lati del rotor due equilibratori automatici, ognuno dei quali è costituito di uno o più tori cavi calettati sull'asse e parzialmente riempiti di mercurio: questo nella rotazione si dispone eccentricamente in modo da equilibrare in parte l'eccentricità dell'asse di gravità del rotor.

3°) Nonostante questo però le molle, soggette a tensione e vibrazioni continue, rapidamente si stancavano: donde necessità di frequenti verifiche e regolazioni. Inoltre, tale sistema a molle non si prestava (dice il Leblanc stesso) per rotor molto pesanti, ossia per macchine potenti.

4°) Necessità, come nei cuscinetti comuni per alberi molto veloci, di piccola pressione specifica sui cuscinetti con abbondante lubrificazione possibilmente forzata, difficile da ottenere data la sospensione dei cuscinetti stessi.

Per tutti questi inconvenienti il sistema del Leblanc non ha avuto diffusione: è applicato solo in qualche caso poco importante di albero verticale a grande velocità, per i cuscinetti di guida dell'albero stesso.

Ho cercato da parte mia una soluzione più pratica all'im-

portante problema: nel corso dei miei studi tale soluzione è apparsa applicabile a tutti i tipi di supporti, sia portanti che di spinta, e vantaggiosa tanto dal lato tecnico quanto dal lato economico non solo per le alte ma anche per le medie velocità di rotazione.

Cominciamo dal caso più semplice:

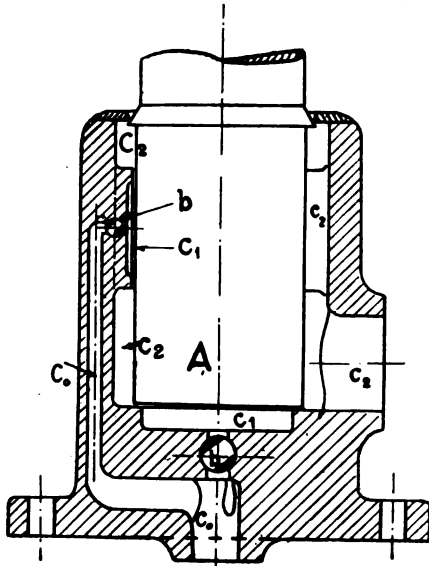


Fig. 2.

1°) *Perno di spinta* (fig. 2). — Supponiamo di avere un albero verticale A, gravato di un carico Q e girevole intorno al suo asse: ammettiamo di avere a disposizione un fluido sotto pressione costante p_0 (espressa in atmosfere assolute), e facciamo arrivare questo fluido dal condotto C_0 in cui si trova alla pressione p_0 , attraverso un'apertura di sezione s' regolata per mezzo di una valvola o robinetto b, in una camera C_1 scavata nel supporto e chiusa superiormente dal piano di base dell'albero A.

Se l'area a della base dell'albero è tale che risulti $p_0 a = Q$, l'albero verrà leggermente sollevato: in questo modo però esso aprirà un certo gioco, attraverso il quale il fluido sfuggerà nella camera circostante C_2 ove supporremo regni la pressione costante p_2 . La pressione nella camera C_1 diminuirà: si stabilirà l'equilibrio quando la sezione di efflusso s'' da C_1 a C_2 sarà tale che la pressione p_1 nella camera C_1 , soddisfi alla condizione: $p_1 a = Q$. Si avrà così che l'albero A rimarrà sospeso a piccola altezza sulla bocca della camera C_1 : e tale stato di cose sarà in equilibrio stabile perchè ogni spostamento dell'albero stesso sulla verticale modifica la pressione p_1 in modo da tendere a riportare l'albero nella posizione di equilibrio fissata. L'albero gira quindi liberamente, come se galleggiasse sopra il fluido: e la resistenza d'attrito sarà tanto minore quanto maggiore è il gioco e quanto minore è la viscosità del fluido.

In quanto al gioco, la necessità di non avere un consumo esagerato di fluido sotto pressione impone, non solo di ridurlo al minimo possibile, ma anche di provvedere con scanalature a labirinto od altri accorgimenti, affinchè l'efflusso risulti piccolo.

Per quanto riguarda la viscosità, i fluidi che hanno coefficiente minore sono i gas ed i vapori: salvo casi eccezionali però, a questi non si può pensare perchè troppo dispendio di energia richiederebbero per la compressione. Rimangono i liquidi: mentre gli olii lubrificanti si trovano fra quelli che hanno maggior coefficiente di viscosità, l'acqua l'ha assai piccolo e quindi si presta bene, anche dal lato dell'economia.

Il rapporto fra le due sezioni successive di passaggio s' ed s'' , una volta fissati i valori Q , a , p_0 , p_2 e $p_1 = \frac{Q}{a}$, si trova subito. Dato che in condizioni di equilibrio la quantità di liquido che entra in un certo tempo nella camera C_1 è uguale a quella che nello stesso tempo ne esce, si avrà:

$$s' \mu' \sqrt{2gh(p_0 - p_1)} = s'' \mu'' \sqrt{2gh(p_1 - p_2)}$$

dove μ' e μ'' rappresentano i coefficienti di riduzione della portata relativi ai due passaggi e h l'altezza della colonna liquida che equivale alla pressione d'un'atmosfera.

Dalla precedente uguaglianza avremo:

$$\frac{s'}{s''} = \frac{\mu'' \sqrt{(p_1 - p_2)}}{\mu' \sqrt{(p_0 - p_1)}}$$

Basterà quindi fissare il gioco fra le basi dell'albero e la bocca della camera C_1 per trovare la sezione di efflusso s'' e di conseguenza anche la sezione s' .

Se noi supponiamo che nella camera di scarico C_2 , regni la pressione atmosferica ed esprimiamo p_0 e p_1 in atmosfere effettive abbiamo:

$$p_1 = p_0 \frac{(\mu' s')^2}{(\mu' s')^2 + (\mu'' s'')^2}$$

formula che ci dà la legge di variazione della pressione nella camera C_1 al variare del gioco. Per mantenere poi l'albero centrato, basteranno due piccoli supporti di guida, uno vicino alla base e uno alla sommità dell'albero, del tipo che vedremo in seguito.

2°) *Perno portante*. — Nel tipo sperimentale che ho costruito (fig. 3) mi sono occupato del caso più generale in cui la

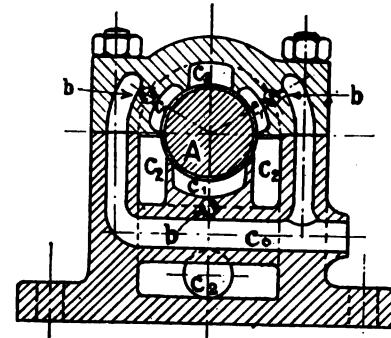


Fig. 3.

direzione della forza F agente sul perno possa essere qualunque e la sua intensità possa variare entro determinati limiti. L'albero orizzontale A gira con leggero gioco (qualche decimo di mm) fra tre camere C'_1 , C''_1 , C'''_1 , disposte a 120° e costituite ciascuna precisamente come la camera C_1 già vista nel perno di spinta.

Il liquido delle tre camere suddette esercita sul perno A tre forze le cui direzioni sono disposte a 120° : regolando mediante valvole o robinetti b le sezioni s' di entrata del liquido nelle camere, si vengono a regolare le pressioni esistenti in esse, in modo che la risultante delle tre forze faccia equilibrio alla forza F quando il perno A è esattamente centrato rispetto alle tre camere.

L'albero A girerà quindi sospeso nel liquido: ogni spostamento dell'albero stesso dalla posizione centrata, causando una variazione nelle sezioni di efflusso s'' , produce una variazione delle pressioni nelle camere C_1 che tende a ricondurre l'albero nella posizione centrata: l'equilibrio è quindi stabile.

Se il gioco è sufficiente in relazione all'eccentricità dell'asse di gravità rispetto all'asse di figura, e se la forza F e la pressione p_0 vengono mantenute costanti, un rotor sostenuto da due o più di tali supporti può raggiungere tranquillamente, senza nessuna vibrazione a nessuna velocità, le massime velocità di rotazione consentite dalla velocità critica propria del rotor (che può essere alta fin che si vuole) e dalla resistenza del metallo che lo compone (resistenza che ha dei limiti). Unica condizione da rispettare, insieme alla costanza delle forze e delle pressioni agenti, è che il gioco fra il perno e le aperture delle camere sia un po' superiore all'eccentricità esistente fra il centro di gravità ed il centro di figura. Ora, i moderni sistemi per l'equilibratura dei rotor permettono di limitare tale eccentricità a valori assai piccoli, che si possono ritenere minori di un millesimo del diametro del perno: per cui il gioco che si dovrà lasciare sarà certamente e comodamente contenuto entro i limiti normali usati nei comuni cuscinetti a lubrificazione.

Supponiamo ora che il perno portante A sia gravato soltanto di un carico Q , costante in grandezza e direzione. Questo è il caso più importante per le applicazioni pratiche, perchè è il più frequente nelle grandi macchine rotative, in cui l'albero deve trasmettere soltanto un momento torcente ed i supporti non devono sostenere che il peso del rotor.

La costruzione del supporto risulterà evidentemente semplificata: invece delle tre camere C_1 disposte a 120° si potrà

fare una grande camera in basso, in modo che la sua pressione faccia equilibrio al carico Q , e due piccole camere ai due lati circa a 90° con essa per evitare le oscillazioni laterali del perno.

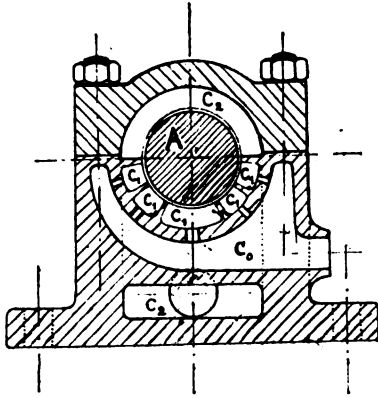


Fig. 4.

O meglio, si potrà fare (fig. 4) della metà inferiore del supporto una sola camera, suddivisa però da tramezze longitudinali e in certi casi anche trasversali in tante camere C_1 , ognuna delle quali è in comunicazione, mediante uno o più fori calibrati di calcolate dimensioni, con la cavità C_0 dove arriva il liquido a pressione costante p_0 .

Si potranno fissare le diverse sezioni s' di passaggio dal condotto C_0 alle singole camere C_1 in modo che la pressione in esse risulti uniforme: oppure invece in modo che la pressione sia massima nella camera centrale, e vada degradando simmetricamente in quelle laterali fino a diventare minima nelle due camere estreme.

Le prove sono state compiute, prima sopra un piccolo modello a perni fissi e in seguito sopra il tipo sperimentale rappresentato nella fig. 3. I liquidi sperimentati sono stati: olii lubrificanti di diversi gradi di viscosità, acqua emulsionata, acqua e soda ed acqua pura. La pressione del liquido è stata ottenuta in un primo tempo con gas sotto pressione, poi con diversi tipi di pompe (ad ingranaggi, a pale ed infine centrifughe). Oltre il peso del rotor però si è sempre avuto in queste esperienze anche la tensione della cinghia che serve a metterlo in rotazione, tensione che inizialmente deve essere piuttosto forte data le grandi velocità di rotazione che si vogliono raggiungere e le conseguenti forze centrifughe: ed inoltre di intensità variabile e difficilmente regolabile. Si può dire che le sole noie sono provenute dalla cinghia.

Nel tipo industriale (rappresentato dall'ultimo che abbiamo descritto) non avendosi da sopportare altro che il peso del rotor, si avrà eliminata questa fonte di perturbazioni e di inconvenienti. Si potranno così eseguire misurazioni e prove di rendimento esatte, che non sono state possibili con il modello attuale.

Con questo si è potuto riscontrare intanto che il sistema di sospensione dell'albero rigido funziona bene, così alle medie come alle grandi velocità di rotazione (si sono raggiunti circa i 20.000 giri al 1' con una massa di 14 kg ed una velocità periferica di 145 m al 1'': siamo giunti cioè al limite massimo consentito dalla resistenza del materiale che costituisce il rotor). Non si nota alcuna velocità critica, salvo un breve periodo di vibrazioni effimere, quando il rotor passa per la velocità di rotazione della pompa. Ciò è dovuto al fatto che la pressione dell'acqua a causa di qualche irregolarità nella pompa o nel giunto che la collega al motore, non rimane proprio costante, ma varia leggermente e periodicamente durante ogni giro della pompa. Difatti tale fenomeno di risonanza non si è mai constatato quando la pressione era data da un gas compresso, nè quando la pompa era ben centrata.

A questo proposito anzi dobbiamo dire che le pompe ad ingranaggi o a pale si sono dovute abbandonare perchè presentavano il suddetto inconveniente in grado intollerabile, a causa della forte fluttuazione periodica della pressione da esse prodotta, fluttuazione dovuta ai colpi corrispondenti all'entrata in presa di ciascun dente o di ciascuna pala. Anche una camera d'aria da me aggiunta alla tubazione di carico portò ben poco giovamento: forse ne sarebbe occorsa una di capacità molto grande.

I vantaggi che il mio sistema potrebbe portare sono:

1°) Sostituzione completa nei supporti delle macchine rotative a media e a grande velocità dell'olio lubrificante con altri liquidi assai meno costosi: di questi il più conveniente si è dimostrato, sotto tutti gli aspetti, l'acqua pura. Risparmio quindi

completo della spesa per il lubrificante: questo risparmio è notevole dato che le macchine e i gruppi a cui è applicabile il sistema hanno di solito funzionamento continuo. Naturalmente il supporto dovrà essere costruito in modo che, a macchina ferma, non rimanga acqua a contatto di superfici ossidabili: così pure l'albero potrà essere rivestito nel tratto che attraversa i supporti d'una guaina protettiva di bronzo. Si avranno poi (come del resto in tutti i grandi gruppi si ha sempre per la lubrificazione forzata) dispositivi assai semplici di sicurezza e di soccorso nel caso che la pressione dell'acqua data dalla pompa venisse improvvisamente a mancare.

2°) Nella maggior parte dei casi pratici, economia di potenza. A questo proposito, osserviamo come il coefficiente di viscosità dell'acqua sia a 20° $\frac{1}{100} \div \frac{1}{200}$ di quello degli olii

lubrificanti, e a 100° $\frac{1}{16} \div \frac{1}{30}$ circa. Ora, il coefficiente d'attrito è proporzionale alla radice quadrata del coefficiente di viscosità: per cui, prendendo per sicurezza il rapporto suddetto eguale a $\frac{1}{25}$, possiamo ritenere che a parità di tutte le altre condizioni la potenza perduta per l'attrito è con l'acqua non più di $\frac{1}{5}$ di quella perduta con l'olio. Soltanto esperienze rigorose potranno determinare esattamente il valore di questo rapporto: dalle prove eseguite, sembrerebbe che esso dovesse essere assai minore di $\frac{1}{5}$, tale è la scorrevolezza del perno;

considerazioni varie porterebbero infatti a diminuire assai questo valore. $I \frac{4}{5}$ che rimangono di guadagno, nella maggior parte dei casi compensano ad usura la maggiore potenza che va erogata nella pompa centrifuga per l'acqua, sostituita alla pompa ad olio per la lubrificazione forzata.

Ad esempio, se chiamiamo:

D = diametro del perno (in m.);

L = lunghezza delle camere C_1 (in m.);

Q = carico su due perni (in kg.);

η = rendimento della pompa centrifuga;

δ = gioco radiale (in m.);

λ = coefficiente d'attrito con lubrificazione forzata ad olio;

λ_1 = coefficiente d'attrito col sistema a pressione d'acqua;

e poniamo:

$$L = 1,5 D ; p_1 = \frac{Q}{2LD} = \text{cost.} ; p_0 = 1,2 p_1 ; \mu' = \mu'' = 0,6 ;$$

$$\eta = 0,6 ; \delta = 0,0025 D ; \lambda = 5 \lambda_1$$

trascurando completamente la potenza richiesta dalla pompa a olio per la lubrificazione forzata, troviamo che il sistema a pressione d'acqua, a parità di condizioni, dà un risparmio di energia se è:

$$80 \lambda n D^2 > \sqrt{Q}$$

nel qual caso la potenza guadagnata sarebbe:

$$\frac{0,04 \lambda Q n D - \frac{\sqrt{Q^3}}{2000 D}}{75} \text{ (HP)}$$

Se ora prendiamo i dati di una turbina a vapore normale da 3000 kW, a 3000 giri, avendosi:

$$n = 3000$$

$$Q = 5000 \text{ kg.}$$

$$D = 0,20 \text{ m.}$$

troviamo che si ha un risparmio di potenza se il coefficiente di attrito con la lubrificazione ad olio è: $\lambda > 0,007$.

Ora in questo caso il valore ottenuto in esperienze fatte dal Lasche nelle migliori condizioni è stato: $\lambda \geq 0,015$, donde risulta un risparmio di energia di circa 13 HP, che si aggiunge al risparmio del lubrificante.

3°) Maggior semplicità e minore costo dei supporti. — Invece di supporti a cuscinetti oscillanti e spesso anche con circolazione d'acqua di raffreddamento, oltre la circolazione forzata dell'olio, con cuscinetti rivestiti internamente di metallo

antifrizione, lavorati ed aggiustati con la massima cura, noi potremo avere supporti rigidi in sola ghisa, ottenuti da fusione seguita da una semplicissima lavorazione (spianatura e tornitura cilindrica).

4°) Tutti i vantaggi dell'albero rigido sull'albero flessibile. Spero che i risultati dell'applicazione di questo mio sistema alla pratica industriale confermeranno questi vantaggi: ad ogni modo, è iniziato il cammino sopra una nuova strada che credo potrà portare ad utili applicazioni.

□ □ SUL FUNZIONAMENTO DEL TUBO COOLIDGE IN TENSIONE CONTINUA O TENSIONE SINUSOIDALE RADDRIZZATA E LE CONSEGUENTI CARATTERISTICHE NELLO SPETTRO CONTINUO DEI RAGGI X □ □ □ □ □ □ □ □

ALDO PONTREMOLI

Il Kramers (1), colla analisi del processo radiativo provocato dall'avvicinarsi di un elettrone libero di data velocità ad una carica positiva, è riuscito a determinare teoricamente la intensità, per le varie frequenze, dello spettro continuo dei raggi X, irradiato in tutte le direzioni sotto tensione continua di dato voltaggio. Tale espressione, ricavata in base al principio di corrispondenza, ha favorevole riscontro con i dati sperimentali: in essa, come il Kramers stesso nota, non si tiene per altro conto dell'assorbimento dei raggi per opera dell'anticatodo e della determinazione di questo fattore correttivo faremo cenno altrove.

In questa nota ci proponiamo invece di esaminare come vari la distribuzione delle intensità per le varie lunghezze di onda quando si operi applicando al tubo Coolidge, anziché tensioni continue, delle tensioni sinusoidali raddrizzate: il metodo esposto potrà applicarsi a qualunque forma di tensione.

In questo primo trattamento supporremo che la corrente nel tubo sia costante anche sotto tensione sinusoidale raddrizzata, circostanza questa cui in realtà ci si approssima, raggiungendo la corrente il proprio valore di saturazione per tensione molto bassa rispetto a quella massima applicata ai morsetti dei tubi Coolidge nelle applicazioni di terapia profonda e di radiometallografia.

Il Kramers dà, per l'energia irradiata per cm² di anticatodo al secondo, tra le frequenze ν e $\nu + d\nu$, la formula

$$I_\nu d\nu = \frac{8\pi}{3\sqrt{3}l} \frac{e^2 h}{mc^2} \cdot s \cdot N \cdot (\nu_0 - \nu) d\nu = 4,95 \cdot 10^{-30} \cdot s \cdot N \cdot (\nu_0 - \nu) d\nu$$

essendo N il numero atomico dell'anticatodo, s il numero degli elettroni che colpiscono un cm² di anticatodo al secondo, l una costante (2), ν_0 la frequenza limite dello spettro, in accordo colla relazione di Einstein $eV_0 = h\nu_0$, ove e , h sono la carica dell'elettrone e la costante di Planck, V_0 è la tensione continua applicata al tubo.

Osservando che se i è la densità della corrente che attraversa il tubo, si ha $i = es$, si avrà anche

$$I_\nu d\nu = I_\lambda d\lambda = 4,95 \cdot 10^{-30} \cdot \frac{i}{e} N \left(\frac{eV_0}{hc} - \frac{1}{\lambda} \right) \frac{c^2}{\lambda^2} d\lambda \quad (1)$$

se $d\nu$ e $d\lambda$ sono ambedue positivi.

Riducendo la formula in chilovolt, milliampère, centimetri, si ottiene così

$$I_\lambda d\lambda = 2,80 \cdot 10^{-13} \cdot i \cdot N \left[8,09 \cdot 10^6 V_0 - \frac{1}{\lambda} \right] \frac{d\lambda}{\lambda^2} = A i N \left[B V_0 - \frac{1}{\lambda} \right] \frac{d\lambda}{\lambda^2}$$

(1) Kramers - Phil. Mag. 46, pag. 836, 1923.

(2) Il Kramers assume l come costante ed eguale a 6: tale numero sarebbe realmente funzione della velocità, ma varia poco al mutare di essa.

Da tale espressione si ricava facilmente che I_λ è massimo per $\lambda_{\max} = \frac{3}{2} \lambda_0 = \frac{3}{2} \frac{1}{B V_0}$ e che l'energia totale I , irradiata al secondo per cm² di anticatodo, ha per valore

$$I = \int_{\lambda_0}^{\infty} I_\lambda d\lambda = \frac{A B^2}{2} \cdot i N V_0^2 = 8,95 \cdot i V_0^2 \cdot N$$

Supponiamo ora di operare con una tensione sinusoidale raddrizzata $v = V_0 |\sin \varphi|$ e che il valore della densità di corrente sia ancora in permanenza i .

Si vede subito che, fissata una generica λ , contribuiranno ivi alla densità della radiazione emessa in un quarto di periodo, tutte e solo le tensioni variabili tali che $\lambda \geq \frac{1}{B v}$; dovranno quindi contribuire in λ alla emissione tutte le tensioni tali che $V_0 \geq v \geq \frac{1}{\lambda B}$. E, considerando la variabile φ per ottenere la intensità totale E_λ dell'energia irradiata in un quarto di periodo tra λ e $\lambda + d\lambda$, occorrerà integrare fra i limiti $\frac{\pi}{2} \geq \varphi \geq \arcsen \frac{1}{\lambda V_0 B}$ come risulta da facili considerazioni.

Si avrà pertanto dalla (1), osservando che $\varphi = \frac{2\pi}{T} t$

$$E_\lambda \cdot d\lambda \cdot \frac{T}{4} = \frac{T}{2\pi} \frac{A i N d\lambda}{\lambda^2} \int_{\arcsen \frac{1}{\lambda V_0 B}}^{\frac{\pi}{2}} (B V_0 \sin \varphi - \frac{1}{\lambda}) d\varphi = \frac{T}{2\pi} A i N \left[\sqrt{B^2 V_0^2 \lambda^2 - 1} - \arccos \frac{1}{B V_0 \lambda} \right] \frac{d\lambda}{\lambda^2}$$

Pertanto in un secondo, supponendo che in tale intervallo sia compreso un numero intero di periodi, si avrà

$$E_\lambda d\lambda = \frac{2}{\pi} A i N \left[\sqrt{B^2 V_0^2 \lambda^2 - 1} - \arccos \frac{1}{B V_0 \lambda} \right] \frac{d\lambda}{\lambda^2}$$

relazione che ci dà l'intensità in tensione sinusoidale raddrizzata, nelle ipotesi suesposte, e che rivela una distribuzione di energia spettrale completamente diversa da quella ottenuta con tensioni continue: unica caratteristica comune è l'inizio dello spettro per $\lambda_0 = \frac{1}{B V_0}$, come deve essere, perchè la relazione di

Einstein ci assicura che la minima lunghezza d'onda raggiunta dallo spettro complessivo è quella corrispondente all'inizio dello spettro parziale dovuto all'istante in cui la tensione è massima.

Quale è l'energia totale E irradiata nelle presenti condizioni? Integrando risulta

$$E = \int_{\lambda_0}^{\infty} E_\lambda d\lambda = \frac{A B^2}{4} i N V_0^2 = 4,47 i V_0^2 N = \frac{I}{2}$$

cioè, a parità di milliampère e per tensione massima eguale a quella continua, l'energia totale irradiata in tensione continua è doppia di quella irradiata sotto tensione sinusoidale raddrizzata.

In queste condizioni però la potenza erogata al tubo è minore di quella datagli in tensione continua: esattamente se

W_{cont} e W_{alt} sono le potenze nei due casi, è $W_{\text{cont}} = \frac{\pi}{2} W_{\text{alt}}$.

Pertanto per avere dati confrontabili, cioè stessa potenza e stessa tensione massima, occorre moltiplicare, sotto tensione

sinusoidale raddrizzata, la corrente per $\frac{\pi}{2}$. Potremo quindi

concludere che, a parità di potenza e con tensione massima eguale a quella continua, la energia totale irradiata sotto tensione continua è $\frac{4}{\pi}$ volte quella irradiata sotto tensione sinusoidale raddrizzata: è cioè 1,27 volte maggiore.

La lunghezza d'onda per cui l'intensità è massima si è spostata, sotto la eccitazione raddrizzata, verso le grandi lunghezze, da $\lambda_{\max} = 1,50 \lambda_0$ a $\lambda_{\max} = 1,76 \lambda_0$. Altra rimarchevole caratteristica è la mutata pendenza della tangente alla curva delle intensità in λ_0 . Infatti se θ è l'angolo che detta tangente forma coll'asse delle lunghezze d'onda, si ha sotto tensione continua $\tan \theta = B^2 V_0^2 \lambda^2$, mentre è $\tan \theta = 0$ nell'altro caso. Cioè, mentre sotto tensione continua la tangente dell'angolo che la tangente alla curva in λ_0 forma coll'asse delle λ aumenta colla quarta potenza della tensione, sotto tensione sinusoidale raddrizzata, l'asse delle λ è sempre tangente in λ_0 alla curva, qualunque sia il valore della tensione applicata.

Non sarà inutile osservare come questo fatto possa portare qualche dubbio nelle determinazioni spettrografiche della tensione massima ai morsetti del tubo: si tenderà infatti ad assumere una tensione massima minore di quella realmente agente.

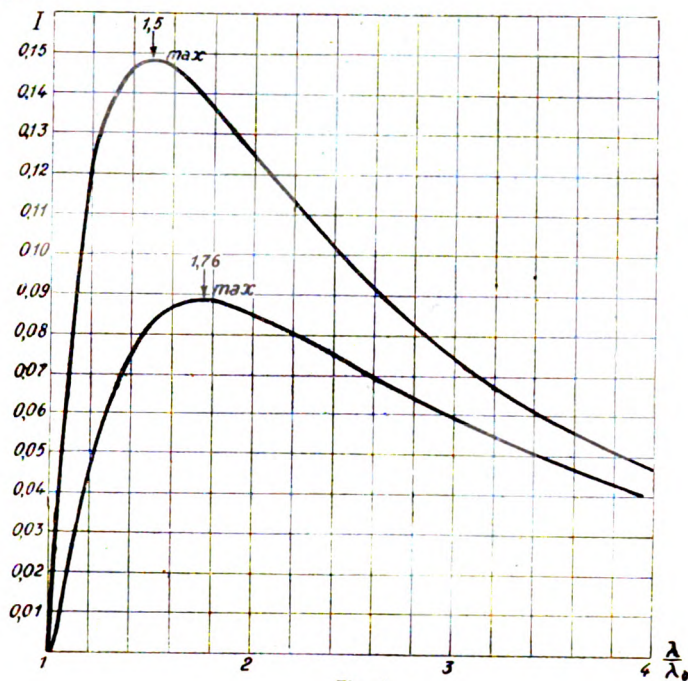


Fig. 1.

La fig. 1 riporta la distribuzione delle intensità irradiate per le varie lunghezze d'onda da uno stesso anticatodo, a parità di potenza e tensione continua uguale alla massima sinusoidale raddrizzata V_0 : la scala delle intensità — al mutare della corrente i e di V_0 — varia proporzionalmente ad $i V_0^2$. La curva attestante una intensità maggiore è quella ottenuta a tensione continua.

Le differenze caratteristiche trovate sono in parte qualitativamente note agli specialisti, come l'aumento della intensità verso le piccole lunghezze d'onda in tensione continua e lo spostamento del massimo verso le grandi lunghezze in tensione alternata: alcuni microfotogrammi ⁽³⁾ di radiazione X continua eseguiti in questo Istituto, giustificano qualitativamente tutte le circostanze descritte. Una analisi quantitativa verrà fatta non appena pronti i particolari dispositivi, attualmente in costruzione, per la misura della distribuzione energetica alle varie frequenze, sotto una tensione e una corrente di forma qualunque.

Istituto di Fisica Complementare della R. Università di Milano. - Giugno 1926.

⁽³⁾ Sento il dovere di ringraziare sentitamente la casa Kipp e Zonen di Delft (Olanda) che ha messo a nostra disposizione il microfotometro di Moll e altro prezioso materiale di ricerca.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Ancora sugli accumulatori leggeri tipo Pouchain.

Riceviamo:

Su le considerazioni svolte a suo tempo intorno a questo tipo di accumulatore, in seguito alla prima conferenza dell'Ing. Palestino ⁽¹⁾, speravo di non dover ritornare, nella attesa che esperienze seriamente seguite in laboratorio, o risultati diretti di prove industriali, prolungate ed estese quanto necessario, avessero secondo il pronostico della Redazione della nostra Rivista definitivamente chiarito le reali qualità del nuovo elemento.

Ora però l'Ing. Palestino nella sua conferenza recentemente pubblicata conferma nella bontà assoluta di esso, la sua piena fiducia in base ai risultati di esperienze, che sotto la sua direzione, hanno eseguito per lunghi mesi alcuni ingegneri sopra due elementi a piombo, di cui non è denunciata la provenienza, e sopra due elementi Pouchain, allo scopo di accertarne il comportamento dal punto di vista della

resistenza meccanica agli alti regimi di scarica prolungata. I risultati di tali esperienze sono riferiti in potenza media ed in quantità totale di energia erogata, così, al peso complessivo come a quello attivo di ogni elemento, per poter stabilire un confronto fra elementi di peso e voltaggio medio di scarica molto diversi fra loro.

Una discussione esauriente di essi non è possibile, atteso che delle esperienze su gli elementi a piombo e sul primo di quelli Pouchain non è denunciato il numero, ma è semplicemente detto che le cariche degli elementi a piombo vennero eseguite a un regime leggermente inferiore a quello massimo, indicato dalle Case costruttrici, e non vennero spinte a fondo, e che le scariche, iniziate a un regime di circa 2,5 watt per kg, vennero proseguite a regimi crescenti fino a che, raggiunto quello di 6,2 watt, e riscontrati nelle placche incurvamenti più o meno importanti, le esperienze vennero sospese.

I wattora ricavati per kg di peso attivo sarebbero in tal modo saliti a 23,9 e 21,6; ma queste cifre non hanno alcun valore assoluto, atteso che non è possibile ricostruire tutta la storia degli elementi, e la incompletezza della carica non permette di giudicare della vera capacità loro in quantità di energia.

Del primo elemento a zinco il Conferenziere dichiara che fu sottoposto a varie cariche e scariche, avvicinandosi quanto era possibile ai regimi già adottati per quelli a piombo, entro ai limiti consentiti dai mezzi disponibili di laboratorio; aggiunge però che la carica venne alquanto prolungata in confronto a quella degli elementi a piombo, per ottenere un lavoro superiore, senza spingere le cariche e scariche in modo da ottenere il massimo di capacità, e con ciò si sarebbero ottenuti a regimi variabili da 2,9 a 7,4 watt quantità complessive di energia di 44,8 a 42,6 wattora per kg di peso attivo, senza osservare il minimo deterioramento delle placche. Manca anche qui una indicazione precisa del numero delle cariche e scariche, e qualsiasi elemento per giudicare il limite della capacità in quantità di energia, onde il confronto con gli elementi precedenti risulta a questo riguardo del tutto inconcludente.

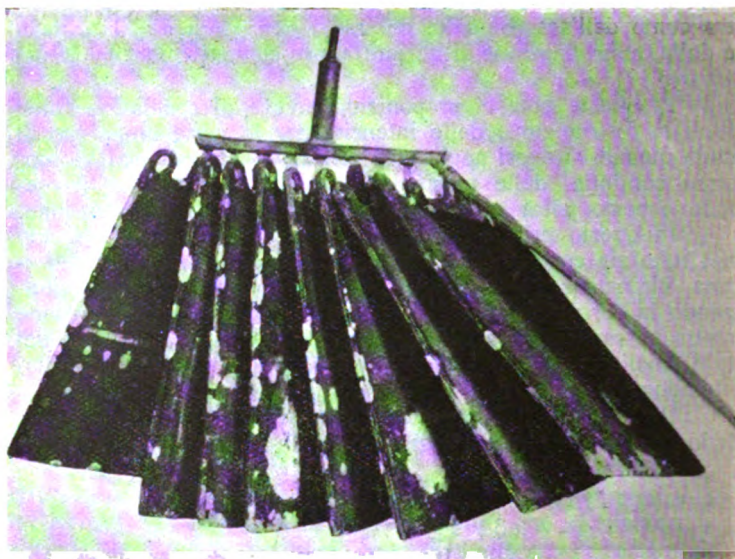


Fig. 1.

Le esperienze eseguite sul secondo elemento Pouchain, il cui peso attivo è inferiore a un terzo di quello degli elementi a piombo, e alla metà di quello a zinco precedente, sono riportate con maggiore dettaglio, dichiarando che la serie fu molto lunga e completa. Durante 150 scariche a regimi variabili da 3,3 a 24,0 watt per kg di peso complessivo (5,2 a 37,6 per kg di peso attivo) la quantità di energia ottenuta avrebbe corrispondentemente oscillato da 44 a 28 wattora per kg di peso attivo, senza che alla fine si potesse riscontrare nell'elemento il più lontano indizio di deterioramento.

Da questi risultati il Conferenziere fu tratto alla conclusione che l'accumulatore Pouchain, sottoposto in scarica prolungata a un regime quadruplo di potenza unitaria, rispetto a quello a cui fu constatato il deterioramento di quelli a piombo, non ha subito il minimo deterioramento; che la lastra positiva nell'accumulatore Pouchain lavora in condizioni migliori, e presenta una maggiore vitalità degli accumulatori a piombo; che uno dei gravi inconvenienti, da me denunciati a suo tempo, non esiste affatto, o per meglio dire non causa quelle disastrose conseguenze, che io gli ho attribuito, atteso che il deposito di zinco, che si forma in quantità maggiore nella parte bassa delle negative, non può generare corti circuiti, aderendo fortemente alla negativa, e restando separato dalla positiva mediante diaframmi di tali dimensioni, che al deposito non risultano superabili (?).

Ho già osservato che il paragone dell'accumulatore a zinco con quello a piombo non può ritenersi conclusivo dal punto di vista

⁽¹⁾ L'Elettrotecnica, 1925, numeri 20, 22, 23, 26.

generale, inquanto degli elementi a piombo non è denunziata la provenienza, nè è dichiarato il numero di cariche e scariche a cui essi vennero sottoposti, nè la semplice constatazione di un più o meno leggero incurvamento delle placche a regime forzato di scarica può nei riguardi della loro resistenza meccanica costituire un elemento dirimente di giudizio ⁽²⁾.

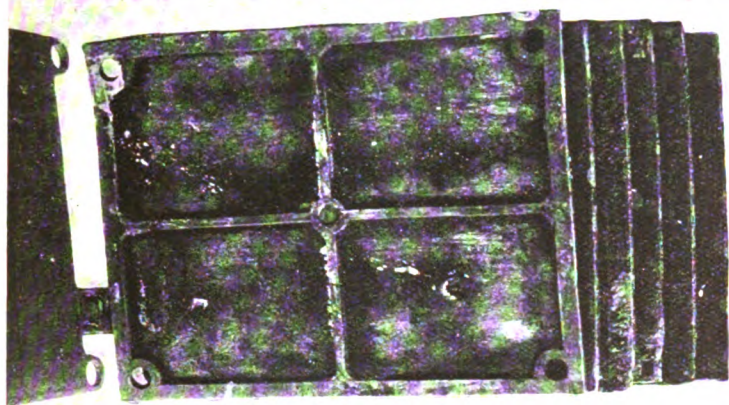


Fig. 2.

Che le placche positive, e non le negative, siano nei comuni elementi a piombo soggette in prevalenza alla contorsione, è d'altronde universalmente noto, onde la sostituzione di una placca negativa rigida come quella Pouchain ad una flessibile come quella di piombo, non può costituire sotto questo riguardo un particolare vantaggio, a meno che non si constatasse effettivamente un comportamento mi-

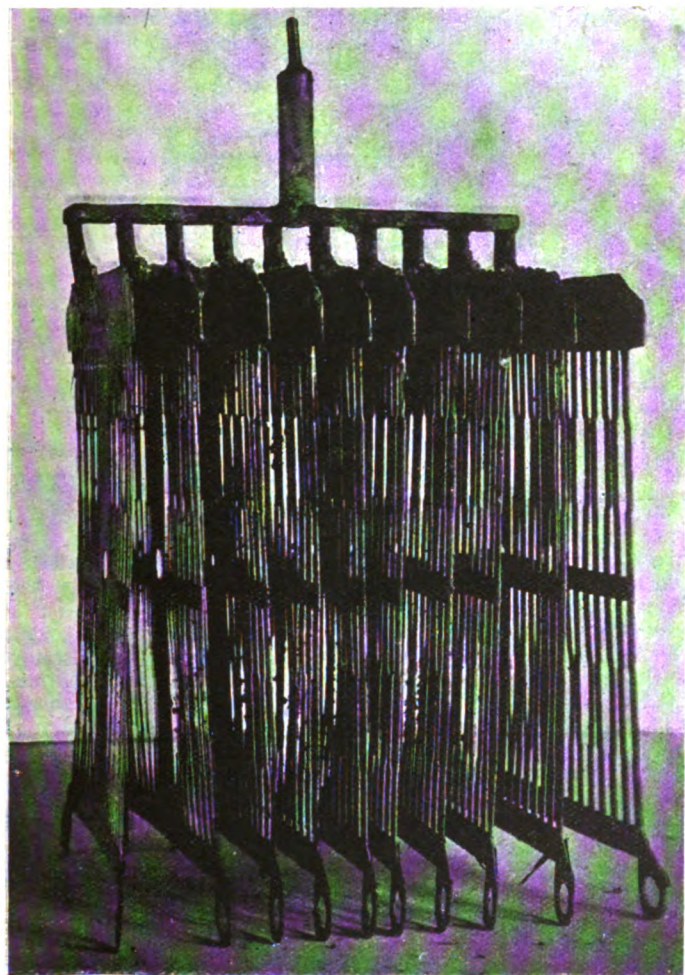


Fig. 4.

gliore delle placche positive; ora questo l'Ing. Palestrino afferma in base ai risultati delle sue esperienze, ma è in contraddizione col risultato disastroso delle esperienze, eseguite nell'Istituto delle Ferrovie

(2) E' ben noto in verità che elementi a rapida scarica possono sopportare impunemente centinaia di cariche e scariche a regimi ben più alti di quelli qui contemplati, senza subire la più piccola avaria.

di Stato, ove molte lastre positive rivelarono al contatto col liquido resistenze superficiali elevatissime, e tali da causare cadute formidabili di tensione, provocando una perdita di rendimento intollerabile, che lo stesso Ing. Pouchain credette di dovere ad esse esclusivamente attribuire.

Se poi il deposito di zinco abbia i caratteri di regolarità e aderenza alla placca negativa, che l'Ing. Pouchain denunzia, e risulti così innocuo come egli crede nei riguardi dei corti circuiti interni, potrà giudicare che esamini le poche fotografie che qui si riproducono, fra le molte rilevate in occasione delle esperienze predette, e che non sembrano aver bisogno di altri commenti.

Nella fig. 1 è riprodotto il complesso delle sei lastre positive di uno degli elementi, che rivelarono un comportamento irregolare fin dalle prime operazioni di carica e scarica, avendo subito la revisione sette mesi prima, e su di esse, segnatamente su la lastra quarta e su la sesta, appaiono vere e proprie stratificazioni di zinco in corrispondenza a due fori, scavati nei diaframmi contigui di legno, uno dei quali è riprodotto nella fig. 2.

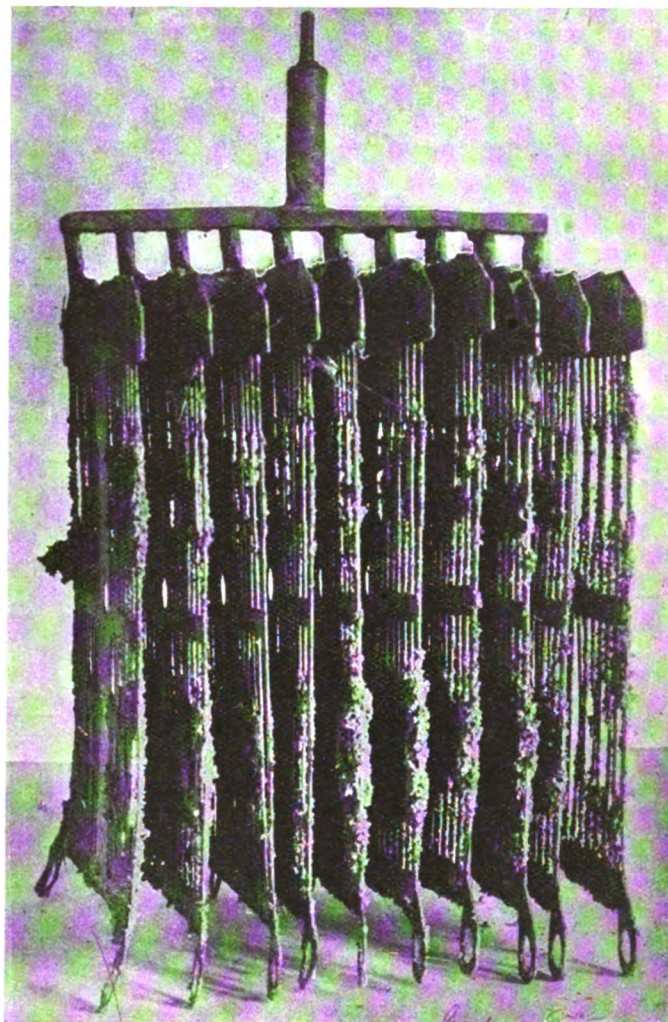


Fig. 3.

Lo stato delle lastre negative in questo medesimo elemento, ove esse non conservavano più alcuna traccia delle alette originarie di zinco, nè alcuna quantità di questo metallo aderente, onde la capacità dell'elemento era definitivamente caduta a zero, è nettamente percettibile nella fig. 3. Nella fig. 4 è raffigurato il complesso delle negative di un altro elemento, che si trovava in condizioni migliori, avendo subito la revisione da soli cinque mesi, ma dove la compattezza delle lamine di zinco appariva a sua volta già gravemente compromessa.

Se ora si intenda dall'Ing. Palestrino affermare la perfetta integrità delle sole lastre di rame argentato, che servivano di supporto alle farfalle di zinco costituenti la parte attiva dell'elettrodo negativo, la cosa può essere perfettamente legittima; ma se egli insiste sulla perfetta conservazione degli elementi dopo 150 cariche e scariche, eseguite in gran parte a regime forzato, escludendone anche il più lontano indizio di deterioramento, la dichiarazione certamente dovrà essere accolta sotto le maggiori riserve, al pari di quelle rosee previsioni, che egli formulò al tempo della sua prima conferenza, e che disgraziatamente non sembrano per ora confermate nè dai risultati pratici, nè da quelli di esperienze, condotte con indirizzo rigorosamente scientifico.

SUNTI E SOMMARI

IMPIANTI.

L'utilizzazione del torrente Orba in comune di Molare da parte della Società Officine Elettriche Genovesi. (L'Energia Elettrica, dicembre 1925-gennaio 1926).

Il torrente Orba nasce dall'Appennino ligure, nella regione di Voltri, ed ha nella parte superiore un corso aspro, incassato e tor-

Il bacino dell'Orba, a monte della presa, ha una estensione di 141 chilometri quadrati. Le misure di portata di cui si dispone, dimostrano che il torrente ha due periodi di morbida con piene, in primavera e autunno, ciascuno della durata di circa tre mesi, oltre ad un periodo di morbida invernale, generalmente senza piene. Vi è poi un periodo di quattro o cinque mesi di fortissima magra estiva. Si può ritenere di far conto su una portata media annuale di $5 \text{ m}^3/\text{s}$; essa corrisponderebbe, sul salto di 113 metri, a una potenza di circa 5500 kW, mentre nella centrale venne installato macchinario per 18.000 kW, per tener conto delle caratteristiche idrauliche dell'impianto e per sopprimere alle forti punte della rete di distribuzione. La produzione annua di energia è prevista in 20.000.000 kWh circa.

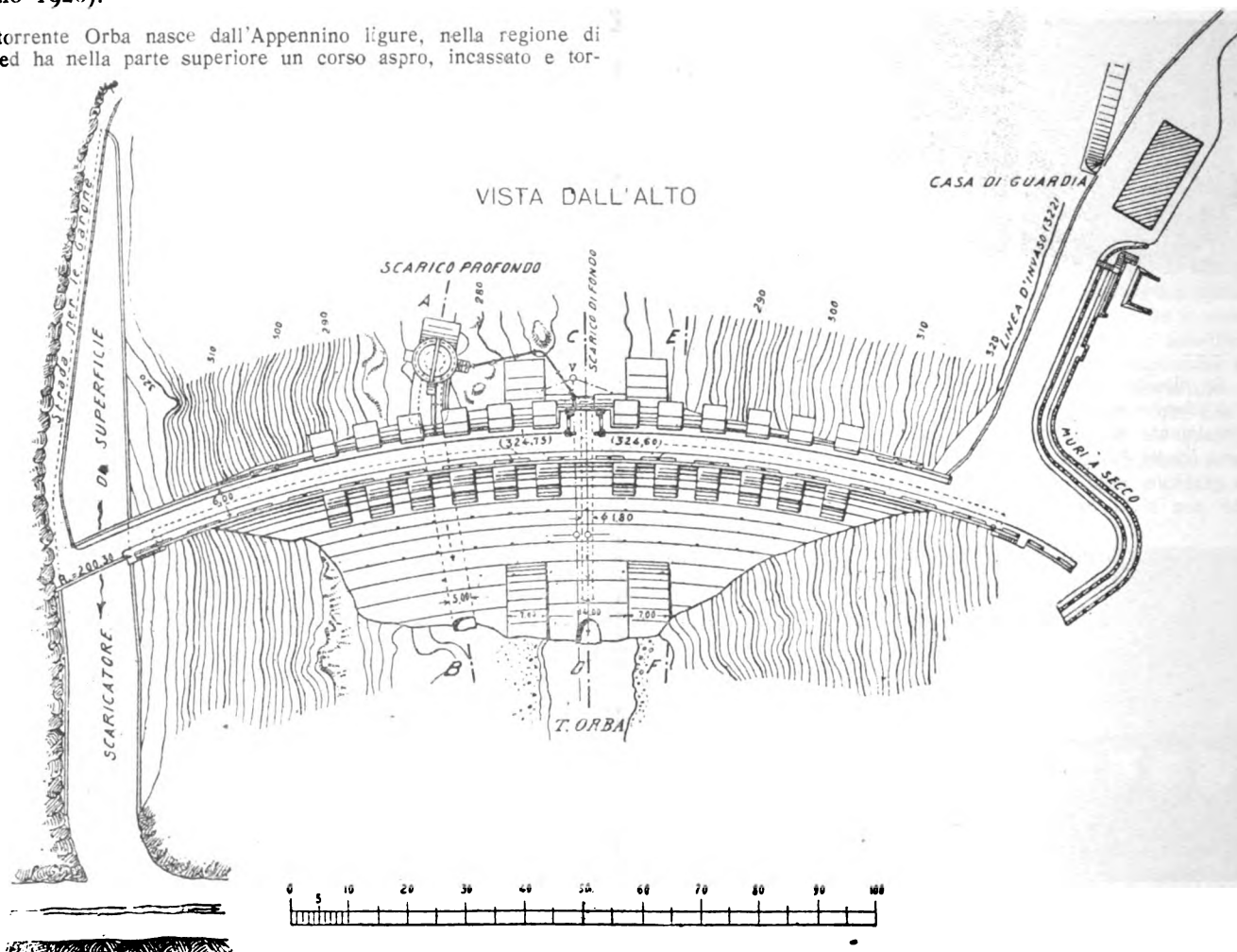


Fig. 1.

tuoso, fuorchè in alcuni punti nei quali il materiale di trasporto colmò la valle dandole un andamento pianeggiante. La natura geologica del bacino è costituita da zone serpentine impermeabili, ciò che spiega

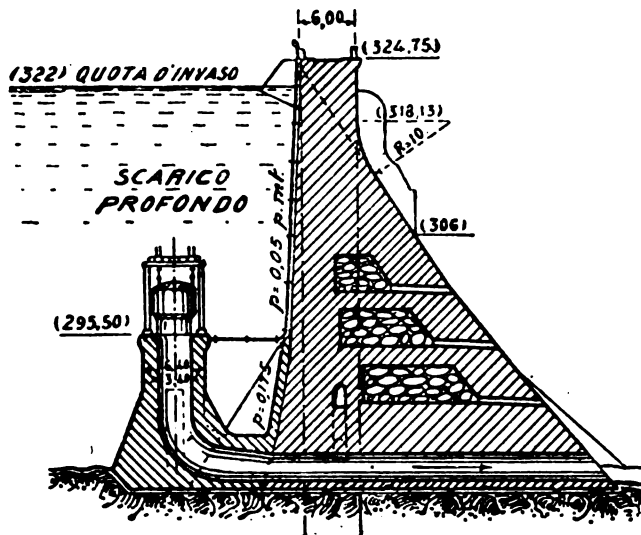


Fig. 2.

come i torrenti abbiano un grado di perennità molto scarso; nell'alta valle dell'Orba esistono però ancora delle foreste che migliorano il regime idraulico.

Mediante la costruzione di due dighe, si è sbarrato il torrente creando un serbatoio in località Ortiglieto, di forma serpeggiante, lungo cinque chilometri e largo al massimo 400 metri, col pelo massimo di invaso a quota 322. La capacità utile fra questa quota e quella (295) di massimo svasso, è di circa 17.000.000 di metri cubi.

La diga principale, costruita in località Bric Zerbino è impostata, sul fondo e sui fianchi, nella roccia viva. Essa è del tipo in muratura, a gravità, con pianta ad arco di 200 metri di raggio. Nella muratura di calcestruzzo di cemento, furono affogati grandi blocchi di serpentino. Nella parte inferiore della diga, vennero lasciati tre ranghi di cavità riempite con pietrame a secco e comunicanti con cunicoli di drenaggio che sboccano sul paramento a valle della diga.

Il paramento a monte è coperto con grosso intonaco di cemento, replicatamente verniciato di Inertol. Vi è anche un dispositivo di drenaggio costituito da una serie di pozzetti verticali raccordati da cunicoli inclinati e da una galleria di scarico; i cunicoli, praticabili, conducono inferiormente alla camera di manovra dello scarico di fondo.

Questo è situato nella parte centrale della diga e consiste in un tubo di ferro di m 1,80 di diametro, con valvola a farfalla, situato coll'asse a quota 280. Si è anche provveduto alla possibilità di chiudere l'imbocco del tubo mediante un tappo d'acciaio manovrato con argano dall'alto della diga, in modo da poter eseguire riparazioni alla valvola a farfalla, quando occorra. Il tappo consiste in un disco d'acciaio, con nervature, che è opportunamente guidato nella sua corsa a mezzo di speciali dispositivi; una apposita valvola permette di equilibrare la pressione sulle due facce del tappo quando esso debba essere risollevato.

Vi è inoltre una grande valvola a campana coll'imbocco a quota 295,50 e che può servire allo scarico rapido dell'acqua. L'imbocco, orizzontale, si trova alla sommità di una torretta costruita al piede della diga, e immette in un condotto di m 3,40 di diametro che, restringendosi gradatamente, attraversa tutto il corpo della diga. La val-

un trasformatore, oppure essere uniti in parallelo su sbarre a 5250 V. Dalle sbarre a 70.000 V partono due linee, di cui per ora una sola in esercizio. Ogni alternatore è provvisto di interruttore automatico con comando elettrico a distanza e di protezioni a massima e a corrente di ritorno. A monte e a valle dei trasformatori si trovano pure interruttori automatici con comando elettrico a distanza.

A valle della centrale fu costruito un bacino di compenso di 160 mila m³ per regolare i deflussi dell'Orba per utenze esistenti. La quota di fondo del bacino è a 204,50, mentre la quota massima a funzionamento normale arriva a 209.

La diga del bacino è costruita come un ponte a 8 luci di 6 metri con pilastri di due metri, poggianti su una platea generale ad archi rovesci; a valle è disposto uno scivolone con gabbioni di rete metallica, ricoperto da uno strato di cemento. Le luci del ponte sono regolate da paratoie comandabili a mano, o elettricamente a distanza. L'edificio di regolazione è situato in sponda destra: in esso l'acqua è introdotta mediante bocca di presa con paratoia e griglia. L'apparecchio di regolazione costruito analogamente alle campane dei moduli Ribera, comandate da galleggianti, scarica l'acqua in una vasca di calma dalla quale ritorna al fiume per uno stramazzo fisso.

R. S. N.

G. GUASTALLA — L'officina di Arquata Scrivia della Società Edison. (L'Energia Elettrica, giugno 1926, pag. 459).

L'Officina di Arquata Scrivia, costruita presso la stazione omonima della linea Tortona-Genova, serve al collegamento degli impianti alpini della Edison colle reti della Società Negri e delle Ferrovie dello Stato.

Ad essa giunge una linea a 130.000 V dalle centrali dell'Ovesca e un'altra linea, pure a 130.000 V, ora in costruzione, dalla centrale di Mede degli impianti della Cisalpina. Questa seconda linea tocca anche la cabina di Brugherio presso Milano. Una linea a 130.000 V parte poi dagli impianti dell'Ovesca per la cabina di porta Vigentina a Milano, la quale è anche collegata a Brugherio; con la costruzione imminente dei nuovi tronchi Brugherio-Musocco-Baggio, sarà completato un anello a 130.000 tutto intorno a Milano.

Oltre alle linee a 130.000 V, mettono capo all'Officina di Arquata anche due terne a 60.000 V della Società Negri. Numerose altre linee vi giungeranno in seguito e fra l'altre una a 130.000 volt proveniente dalla nuova grande centrale termoelettrica di Genova.

L'edificio dell'officina è costituito da cinque corpi di fabbrica. Il corpo centrale, di m 30 × 8,90, costituisce l'officina di riparazione; gli altri quattro corpi di fabbrica sono disposti perpendicolarmente ai lati maggiori dell'officina: da un lato si trovano la sala macchine e il locale quadri a bassa tensione, dall'altro lato il locale quadri a media tensione e il locale trasformatori e quadri a 130.000 volt.

L'officina, alla quale fa capo il binario di raccordo della ferrovia, è servita da una grue da 65 tonnellate. Essa contiene, gli impianti di circolazione e raffreddamento dell'olio dei trasformatori principali; un impianto unico per trasporto, asciugamento e filtraggio dell'olio, con autoclave e filtro-pressa; i ventilatori per il raffreddamento dei reostati delle macchine, con sistema di distribuzione dell'aria fresca; l'impianto di presa e circolazione dell'acqua di raffreddamento con due gruppi con motori asincroni a 500 V, e pompe da 30 litri al secondo e 75 metri di prevalenza; i trasformatori per servizi di illuminazione e per motori ausiliari; una batteria di accumulatori da 95 elementi per 216 ampere-ora; un impianto di segnalazione di eccesso di temperatura, di mancanza di circolazione d'acqua o d'olio, di scatto degli interruttori dei motori pompe o ventilatori, della chiusura delle bocche d'uscita dell'aria calda, ecc.

Il locale dei trasformatori e apparecchiatura a 130.000 volt ha le dimensioni di 45 m per 14,10 metri, ed è costruito in cemento armato. Nella parte centrale corre il carrello per trasporto dei trasformatori e degli interruttori. Lungo i due lati maggiori, all'altezza di m 11,80 sul pavimento corrono due corridoi nei quali sono disposti gli organi di manovra dei coltelli; i corridoi sono collegati da passerelle. Al piano terreno, su entrambi i lati maggiori sono costruite cinque celle; nelle prime tre sono collocati tre trasformatori e, rispettivamente sul lato opposto, i relativi interruttori; nelle due ultime celle su un lato vi sono gli interruttori delle due linee a 130.000 volt, e in quelle del lato opposto, i riduttori di corrente e di tensione.

Le due linee a 130.000 V entrano in un avancorpo attraverso una finestra di m 8,60 × 4. Le due terne di sbarre a 130.000 V sono sostenute dalle capriate del tetto. Gli interruttori a 130.000 sono collegati ai due sistemi di sbarre mediante terne di coltelli a rotazione. In un cunicolo longitudinale sotto il pavimento del locale, trovano posto le tubazioni d'acqua e d'olio.

La sala macchine, di 59 metri per 16,20 metri, è costruita in muratura di mattoni, con pilastri in cemento armato per sostenere le travi della grue da 40 tonnellate. Il carrello di trasporto dal locale trasformatori, può, attraversando l'officina, entrare nella sala macchine. Vi sono installati tre gruppi motore asincrono-alternatore da 6500 kW ciascuno, e tre condensatori sincroni da 6000 kW; sarà installato un quarto condensatore. I reostati delle macchine sono collocati in un corridoio longitudinale sotterraneo, ventilato. L'aria di raffreddamento per le macchine è presa dalla cantina del locale quadri 6000 V. Nella

sala macchine si trovano ancora un gruppo per la carica della batteria, e il quadro di manovra per i motori dei servizi accessori.

Il locale quadri a 60.000 V, di m 35 × 9,60, contiene al piano terreno sette interruttori tripolari a casse separate, a 6000 V, colle terne di coltelli e i trasformatori di misura di corrente e di tensione; al piano superiore vi sono le due terne di sbarre, i coltelli fra interruttori e sbarre, e gli ingressi delle quattro linee della Negri, coi relativi coltelli.

Il locale quadri a 4000 e 6000 V, di m 45 × 9,60, contiene al piano terreno le 12 celle di misura (per i sincroni, per i terziari dei trasformatori, per i motori asincroni, per i trasformatori), la partenza dei sei cavi e la sbarra di terra per l'alimentazione delle linee delle Ferrovie dello Stato coi relativi coltelli, quadri di manovra per i gruppi, per i trasformatori, per le linee, per i condensatori sincroni, ecc. Nella cantina vi sono gli arrivi dei cavi della sala macchine e del terziario dei trasformatori. Al piano superiore vi sono due terne di sbarre a 6000 V, 50 periodi, altre due terne a 4000 V, 16,5 periodi; 12 interruttori tripolari coi relativi coltelli, ecc.

Le linee provenienti dall'Ovesca e dalla Cisalpina, sono collegate ognuna alle sbarre attraverso un sistema di bobine Campos, un interruttore e due terne di coltelli. Dalle sbarre vengono alimentati i trasformatori trifasi a tre avvolgimenti: 14.500/8150/8000 kVA; 123.000 64.000-62.000-60.000 V al secondario e 6000 V al terziario, frequenza 50. Ogni trasformatore è collegato ai due sistemi di sbarre a 60.000 V, dalle quali partono quattro linee della Società Negri. La misura dell'energia fornita al circuito a 60.000 V dei trasformatori è fatta con tre wattmetri cogli equipaggi mobili coassiali in modo che si fa una sola lettura anche se i trasformatori alimentano circuiti non in parallelo.

I circuiti terziari dei trasformatori sono collegati alle sbarre a 6000 V, dalle quali sono alimentati i motori asincroni da 6500 kW, e i condensatori sincroni da 6000 kVA.

I condensatori sincroni della Compagnia Generale di Elettricità, a sei poli, 50 periodi, con eccitatrice accoppiata sono avviati a tensione ridotta mediante autotrasformatori; la regolazione dell'eccitazione è fatta col sistema Tirril.

I motori asincroni, del Tecnomasio Italiano, a 12 poli, 50 periodi, sono con indotto ad anelli sui quali sono derivati i reostati di avviamento. L'albero è già dimensionato per poter eventualmente in seguito accoppiare un gruppo Scherbius per la regolazione della velocità e del carico. Gli alternatori, a quattro poli, da 8600 kW, 4000 volt, frequenza 16,5, con eccitatrice coassiale, sono muniti di regolazione automatica Brown Boveri; ognuno di essi è collegato ai due sistemi di sbarre dalle quali partono i cavi per alimentare le linee delle Ferrovie.

Gli interruttori sono comandati a distanza elettricamente; quelli a 130.000 V e a 60.000 V, hanno il comando Magrini a moto-volano.

Sul banco di manovra a 50 periodi si trova un sistema di sbarrette di parallelo alle quali fanno capo, attraverso riduttori, le tensioni di tutte le linee a 130.000 V e a 60.000 V, e la tensione primaria e secondaria dei trasformatori; si può così fare il parallelo fra due qualunque elementi (linea con linea, trasformatore con trasformatore, linee con trasformatore). Vi è anche un apparecchio Brown Boveri per il parallelo automatico.

R. S. N.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

A. BOYAJIAN — Studio sperimentale circa la possibilità di risonanza nei trasformatori dovuta alla quinta e settima armonica. (Gen. El. Rev., marzo 1926, pag. 175).

In questi ultimi anni le perdite d'isteresi e per correnti di Foucault nei lamierini magnetici dei trasformatori sono andate sempre diminuendo.

Questo miglioramento ha indotto i costruttori, per ragioni di economia, ad usare valori maggiori dell'induzione nei nuclei. Però, non essendosi avuta dalle migliorate condizioni delle perdite che una piccola influenza sulla permeabilità del materiale, è risultato che all'impiego di densità maggiori è seguito un aumento della corrente di magnetizzazione e una maggiore distorsione della stessa rispetto alla sinusoidale fondamentale.

Tale distorsione, che è il risultato di armoniche superiori, può dar luogo, secondo alcuni autori, a fenomeni gravi di risonanza. La possibilità di risonanza dovuta in certe condizioni alla terza armonica è già stata riconosciuta e ai danni che ne potrebbero conseguire si è già provveduto con l'usare almeno uno degli avvolgimenti dei trasformatori a triangolo.

Le apprensioni relative alle armoniche superiori alla terza, per esempio alla quinta e alla settima sono, più che altro, derivate da studi teorici fondati su ipotesi, che, secondo l'A., non hanno avuto conferma sperimentale.

Infatti può sembrare strano che l'industria non abbia mai constatato attraverso l'esperienza i dannosi effetti, sui quali appunto si vorrebbe da qualche autore richiamare l'attenzione dei costruttori.

Si sono fatte perciò alcune prove di laboratorio per accertare attraverso esperimenti, se si possa riscontrare qualche fenomeno, dovuto alla quinta e settima armonica, che fino ad oggi fosse sfuggito.

Vennero preparati alcuni circuiti in modo da ottenere le massime condizioni di risonanza. Le prove furono fatte con vari valori di induzioni, bassi, medi ed elevati e l'A. è pervenuto alle seguenti conclusioni:

1) Per ciò che concerne la sicurezza dei trasformatori, le massime quinta e settima armonica di tensione e di corrente sono risultate assolutamente troppo piccole perchè possano costituire un qualsiasi pericolo; le massime armoniche di tensione, prodotte per risonanza, furono soltanto del 13 % e furono ottenute con una densità di 15.600 Gauss, valore molto superiore a quelli comunemente usati.

Le massime armoniche di corrente che poterono essere prodotte per risonanza avrebbero aumentato di meno del 5 % il valore efficace della corrente normale a induzioni elevate e di meno del 2 % a basse induzioni.

2) I valori massimi della quinta e settima armonica di tensione risonanti risultarono dello stesso ordine di grandezza per valori d'induzione compresi fra 9000 e 13.000 Gauss.

3) Per quanto riguarda l'influenza sui telefoni, la risonanza dovuta alle armoniche produce seri disturbi anche a induzioni basse, per es. a 9400 Gauss, valore col quale si sono eseguite delle prove.

Evidentemente se i valori comunemente usati della densità dovessero rendere un trasformatore inservibile per la possibilità di disturbi ai telefoni, le induzioni che si dovrebbero impiegare per evitare tali disturbi renderebbero impossibile per ragioni di economia l'uso dei trasformatori. Il problema va dunque risolto con mezzi diversi da quelli che non siano una diminuzione della densità. Tali mezzi esistono e non è proposito dell'A. di parlarne nell'articolo.

4) Una forte risonanza può soltanto avvenire con corrente di carica, cioè con nessuna potenza wattata connessa al secondario. Ora è molto raro il caso che il fattore di potenza della corrente di linea si riduca a quello di una pura corrente di carica; ma supposto anche ciò, a meno che la corrente di carica non sia di un particolare valore, nessuna risonanza può avvenire.

Per meglio comprendere le prove che sono state eseguite l'A. dà la seguente teoria del fenomeno; se una data armonica della corrente magnetizzante è soppressa, una armonica di tensione dello stesso ordine di quello della corrente apparirà nel flusso e quindi nella tensione; motivo per cui il nucleo, supposte sopprese le armoniche della corrente magnetizzante, può essere immaginato come un generatore delle corrispondenti armoniche.

Il circuito di ritorno delle armoniche può essere notevolmente variato variando le costanti del circuito secondario e così si può ottenere la condizione di risonanza per l'armonica desiderata.

Per le prove furono impiegati tre trasformatori monofasi connessi a triangolo per una potenza complessiva di 300 kVA. Il primario a 2300 volt era eccitato da un generatore da 200 kVA e sul secondario connesso a stella per 440 volt, si aveva un carico capacitativo costituito da diverse unità ciascuna di 9,2 μ F. Un regolatore di campo serviva a variare la tensione di alimentazione.

Siccome in ogni prova di risonanza s'incontrano delle difficoltà nel variare gradualmente le costanti del circuito, alla variazione del carico fatta per 1/2 o 1/4 di unità si aggiunse in un primo metodo la variazione di velocità del generatore e in un secondo si fece impiego di un regolatore ad induzione inserito fra il trasformatore ed il carico.

In entrambi i casi la prova, s'intende, avveniva con un certo valore dell'induzione nel ferro.

Col primo metodo una persona osservava attraverso il carico capacitivo la curva della tensione e della corrente nell'oscillografo, mentre un'altra faceva variare la velocità dell'alternatore per poter localizzare i punti di risonanza. Col secondo metodo una persona poteva osservare l'oscillografo e nello stesso tempo, manovrando il regolatore, fissare i punti di risonanza.

In entrambi i casi tali punti erano riconosciuti dall'apparenza della curva della corrente.

Due tabelle riprodotte nell'articolo danno alcuni valori della quinta e settima armonica risonanti di corrente e di tensione in percento delle rispettive fondamentali. Come si era detto in principio, il valore massimo di una data armonica è circa lo stesso sia alle basse che alle medie induzioni e non è molto superiore alle alte.

Diversi oscillogrammi sono riprodotti nel testo per le diverse condizioni di risonanza, che si sono potute ottenere con entrambi i metodi.

C. G. E. (*)

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

W. H. ROWNEY — Storia delle sottostazioni automatiche per varie applicazioni. (Gen. El. Rev., marzo 1926, pag. 190).

Lo studio dell'A. è in parte retrospettivo, in parte descrittivo dello stato attuale delle sottostazioni automatiche, e in parte contiene previsioni per il futuro circa il funzionamento e l'applicazione di esse.

Una delle prime sottostazioni automatiche con convertitrici per servizio di trazione fu impiantata circa tredici anni fa; ma l'automatismo di essa si limitava al fatto di essere comandata a distanza da

un'altra sottostazione che si trovava ad 1,5 km circa di lontananza. In seguito si presentò il problema di realizzare delle sottostazioni per trazione veramente automatiche, nelle quali cioè, ad una data richiesta di carico, una macchina potesse essere automaticamente messa in moto e collegata alla rete, il carico potesse essere opportunamente ripartito e in fine la macchina fosse automaticamente messa fuori servizio al cessare della richiesta. La difficoltà più grave da superare nella risoluzione di questo problema non fu tanto quella di avviare o arrestare automaticamente la macchina, quanto di trovare il modo di collegarla automaticamente al momento opportuno alla rete a corrente continua e di proteggerla automaticamente da sovraccarichi. Dopo studi e prove si trovò che una data resistenza inserita nel circuito indotto della macchina nel momento in cui essa veniva collegata ad alimentare la linea di contatto, e così disposta che potesse essere messa in corto circuito, sezione per sezione, durante il periodo in cui la macchina veniva caricata, costituiva il migliore mezzo per eseguire il collegamento della convertitrice alla linea. Inoltre la stessa resistenza inserita sezione per sezione in caso di sovraccarichi era il mezzo migliore per limitare la corrente della macchina.

Dopo queste prime prove, il sistema venne esteso a centinaia di sottostazioni automatiche funzionanti ancor oggi con perfetta soddisfazione. Di qui fu poi preso lo spunto per altri perfezionamenti, quale quello di inserire la resistenza in caso di sovraccarico e nello stesso tempo aprire l'interruttore dal lato corrente continua per poi richiuderlo automaticamente dopo un certo tempo escludendo la resistenza gradualmente; ciò può ripetersi tre volte finché, persistendo il sovraccarico, la macchina viene messa definitivamente fuori servizio e ne viene dato avviso al centro ripartitore del servizio.

Nel campo della trazione l'automatismo è applicato più frequentemente alle convertitrici che non ai gruppi convertitori. Esistono tuttavia sottostazioni con gruppi automatici; nei primi impianti fu applicata la stessa idea di adottare resistenze limitatrici del carico; in seguito però, per ridurre il costo di tali resistenze, si venne ad una combinazione di questo sistema con quello di ottenere una riduzione del campo; fu anche provato con successo in un gruppo da 2000 kW di una sottostazione della New York Central Railway Co. un comando a forza controelettromotrice. Si tratta di un piccolo gruppo di conversione, la cui dinamo abbassa la tensione del campo in derivazione della dinamo del gruppo principale. Questo campo è alquanto più intenso di quello che sarebbe in una macchina normale e perciò si ottiene una regolazione della tensione istantanea per mezzo della piccola dinamo.

Sviluppo notevole hanno avuto anche gli interruttori a richiusura automatica per comando di alimentatori. Anche qui dapprima si fece uso di resistenze per la limitazione del carico, cui si aggiunse in seguito l'uso di interruttori ultra rapidi a richiusura automatica capaci di distinguere un carico reale da un sovraccarico dovuto a un guasto.

Anche nel campo delle centrali l'automatismo si è andato estendendo dopo aver preso le mosse dalle sottostazioni di conversione. Qui il primo impianto automatico fu eseguito per un condensatore sincrono da 3000 kVA funzionante a Hazel Green. In seguito fu messa in funzione la centrale di Cedar Rapids, Iowa, con tre unità da 500 kW e attualmente si hanno unità fino a 7500 kVA comandate automaticamente.

Tornando al campo delle sottostazioni troviamo che la Kansas City Power and Light Company ha adottato delle convertitrici a comando automatico anche per il servizio di distribuzione a corrente continua col sistema Edison a tre fili.

Nel campo della trasmissione, coll'estendersi delle reti e collo sviluppo del dispositivo azionato da motorino per la manovra degli interruttori in olio, la diffusione degli equipaggiamenti a richiusura automatica è divenuta grandissima. In alcuni casi poi i sistemi di comando automatico sono completati col comando a distanza dall'ufficio del soprintendente del movimento o del servizio. L'A. chiude l'articolo colla previsione di una sempre più larga diffusione dei sistemi automatici di comando negli impianti elettrici.

C. G. E.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

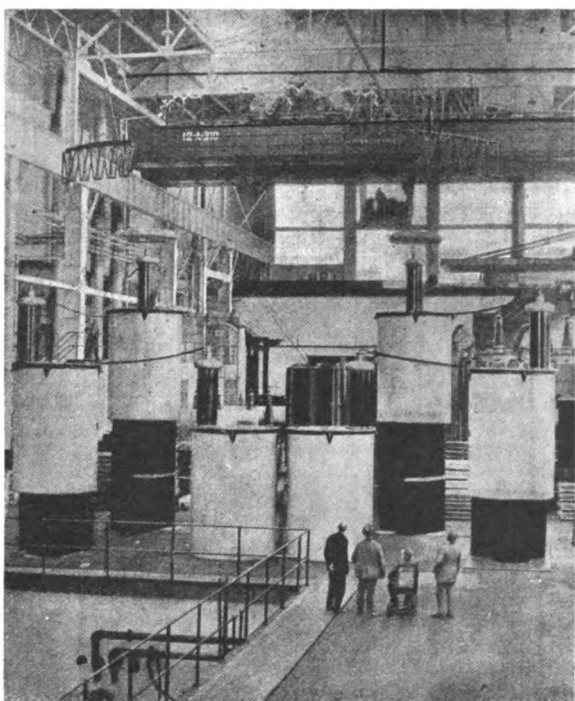
MOTORI ELETTRICI.

Un nuovo tipo di motore rapido per comando di macchine utensili è descritto nella Elektr. Zeit del 7 gennaio 1926. Il motore di funzionamento semplice e sicuro e di robusta costruzione, è costituito come da due motori concentrici alimentati entrambi alla tensione della rete di servizio; il motore esterno è alimentato attraverso morsetti nel modo solito, mentre quello più interno è alimentato attraverso anelli. Ciò è reso necessario dal fatto che lo statore del motore interno non è fisso, ma ruota solidalmente col rotore del motore esterno; in tal modo la frequenza della corrente d'alimentazione si aggiunge a quella della rotazione dello statore. Per ottenere delle velocità intermedie, vi sono dei dispositivi per variare il numero dei poli. Si possono così ottenere parecchie velocità comprese fra quelle di 3000 e 6000 giri al minuto.

(*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile, della Co. Gen. di Elettricità.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI

Un impianto per prove a tensione fino a 2.000.000 di volt, è stato costruito per il laboratorio della Leland Stanford University. L'impianto è fornito di vari trasformatori che vengono opportunamente connessi. Due trasformatori sono isolati per 350.000 V verso terra



mediante cilindri isolanti; altri due sono isolati verso terra nello stesso modo, per 700.000 V. Occorrono tre di questi cilindri isolanti per sostenere ciascuno dei trasformatori che pesano 24.000 kg circa. Il dispositivo è stato costruito nelle Officine di Pittsfield della General Electric Co.

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ASSOCIAZIONI, ECC.

Concorsi per monografie di radiotecnica. — Il Comitato Italiano di R. T. Scientifica ha bandito un concorso con premio di L. 4000 per una monografia sopra uno dei temi seguenti:

- 1) Studio della scintilla elettrica, con particolare riguardo al suo comportamento, nella eccitazione ad impulso nei circuiti radio-telegrafici.
- 2) Stato attuale ed esame critico dei diversi metodi per attenuare gli effetti parassiti naturali nelle trasmissioni radio elettriche.
- 3) Esame e studio riassuntivo del così detto fenomeno del « fading » (evanescenza).
- 4) Metodi di misura di piccolissime capacità ed induttanze sia localizzate, sia distribuite, con particolare riguardo alla misura della capacità propria delle bobine.
- 5) Esame critico delle formule in uso per il calcolo della resistenza, ad alta frequenza, delle bobine. Importanza delle diverse cause determinanti la divergenza tra i risultati del calcolo e quelli della esperienza.
- 6) Studio oscillografico, ad alta frequenza, delle caratteristiche dei triodi.
- 7) Studio delle oscillazioni che possono determinarsi nei circuiti radiotelegrafici a contatti cristallini.

Specialmente allo scopo di incoraggiare l'operosità dei radio-dilettanti, il Comitato ha altresì bandito un secondo concorso con premio di L. 3000 per una monografia su uno dei seguenti argomenti:

- 1) Misura della intensità di ricezione delle trasmissioni r. t. lontane.
- 2) Studio sistematico, nella ricezione con telaio, delle variazioni di direzione delle onde trasmesse da una stazione trasmittente.
- 3) Studio delle variazioni delle intensità nelle trasmissioni con onde cortissime.

Il Comitato si riserva di prendere in considerazione per ambedue i concorsi anche memorie su altri argomenti, differenti da quelli elencati, purchè trattino di materie attinenti alla tecnica delle radiocomunicazioni.

Il tempo utile per la presentazione delle monografie scade il 30 giugno 1927. Le monografie, redatte a stampa o in dattilografia, dovranno essere senza firma, e contrassegnate da un motto, ripetuto in una busta chiusa contenente il nome e l'indirizzo del concorrente. Il tutto dovrà essere inviato, entro il termine predetto, all'indirizzo: Prof. G. Vanni - Segretario Generale del Comitato Italiano di R. T. Scientifica - Viale Mazzini N. 8 - Roma (49).

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA uniformemente alla fascetta vecchia.

:: :: NOTE LEGALI :: ::

Sulla servitù di elettrodotto.

A pagine 150 e 708 del volume XII riportammo alcune note sulla « Servitù di Elettrodotto », servitù che tanto interessa i produttori ed i distributori di energia elettrica, poichè su di essa è basato tutto lo sviluppo delle linee aeree delle reti.

La legge del 1894 fa tuttora testo in materia e contro ad una possibilità da parte del Governo di modificare tale legge apportandovi delle limitazioni, come pareva dovesse avvenire nel 1920, insorse l'Associazione Nazionale degli Ingegneri ed Architetti Italiani che al Congresso di Firenze dell'ottobre del 1924 affermò che qualunque limitazione potesse essere imposta dallo Stato, allo sviluppo delle linee aeree, essa sarebbe sempre stata un regresso sulla legislazione in vigore. Il Congresso in questione nominò nel suo seno una Commissione per l'Elettrodotto coll'incarico di studiare e di riferire all'Associazione circa la possibilità di una riforma legislativa alla legge 1894 ed alle successive sue modificazioni, che sono però di scarsissima importanza.

Tale Commissione ha presentato i risultati dei suoi lavori il 16 febbraio 1926 formulando il voto che la legge del 1894 non sia modificata, e che, nell'ipotesi che lo Stato stabilisse il suo intervento in materia, esso non dovesse essere continuativo ma solo richiesto da una parte ad eliminare le controversie tecniche o ad accertare la capacità del distributore ad assolvere regolarmente il servizio di distribuzione.

Resta così per ora affermata la più ampia libertà da parte delle Società ad installare elettrodotti, solo osservando quelle limitazioni volute dalla legge a tutela della pubblica incolumità.

Data la grande importanza che nella vita nostra odierna hanno preso gli elettrodotti è però inevitabile il sorgere spesso di controversie tra il proprietario del fondo servente e l'utente dell'elettrodotto.

La Corte d'Appello di Bari con sua sentenza del 18 gennaio 1926, ha così deciso in uno di questi casi:

« La servitù di elettrodotto non è costituita senz'altro dal decreto ministeriale o prefettizio che l'autorizza ma sorge soltanto dopo che sia intervenuta tra il concessionario ed il proprietario del fondo un contratto o una sentenza che la impone e sia stata pagata la indennità prescritta. Fino a tal momento il proprietario del fondo suddetto ha sempre diritto ad una migliore sistemazione della costituenda servitù onde renderla meno gravosa e al pagamento della indennità non ostante che il precedente proprietario abbia tollerato l'esecuzione dell'impianto ».

E nel commento a tale massima la Corte di Bari osserva come ormai la dottrina e la prevalente giurisprudenza riconoscano esattamente come la servitù di elettrodotto non si costituisca « ope legis » colla concessione governativa ma che per la sua costituzione occorre anche il consenso scritto del proprietario del fondo servente od in sua mancanza la sentenza del giudice, e previo il pagamento delle indennità prescritte dalla legge.

Tale sentenza, benchè dica di osservare la giurisprudenza più recente è in contraddizione colla sentenza della Corte di Milano da noi citata a pag. 708 (anno XII) la quale ha deciso che per l'esistenza della servitù di elettrodotto non occorre l'atto scritto, e coll'altra sentenza pure della Corte di Milano citata a pag. 150 stesso anno.

Troppo lungo sarebbe seguire il ragionamento della Corte di Bari, il quale non persuade eccessivamente ritenendo assai più giusta la interpretazione data alla legge dalla Corte di Milano. Che la Corte di Bari poi non fosse essa stessa del tutto persuasa del suo asserto lo dimostra il fatto che, dopo di aver negato l'esistenza della servitù per mancanza di atto scritto, ha per altro affermato che: il proprietario del fondo servente « non può annullarla, per esser venuti meno i corrispettivi dovuti per la sua costituzione non consentendo l'interesse pubblico questo subitaneo mutamento di una condizione di cose create per lo stesso suo pubblico vantaggio ed il fatto stesso che in nome di tale interesse si possa imporre siffatto vincolo sulla proprietà privata pur nolente il proprietario, rende intuitivo che il semplice diritto leso del privato non possa modificare subitamente l'esistenza e le modalità del vincolo stesso poichè questo va oltre e sopra gli stessi rapporti patrimoniali dei privati ».

Tanto dunque valeva che la Corte di Bari, riconoscesse come ha riconosciuto la Corte di Milano che la servitù di elettrodotto poteva esistere senza atto scritto, e sarebbe così arrivata più presto alla conclusione a cui è dovuta necessariamente arrivare.

Le sfiammate dei trams.

A pag. 86 di quest'anno abbiamo riportata una sentenza della Corte d'Appello di Roma, tra certo F. C. e l'Azienda dei Trams di Roma, che, seguendo la prevalente giurisprudenza, faceva rientrare lo scoppio della valvola del motore in quei casi di forza maggiore per i quali viene esclusa la responsabilità della Società Concessionaria trattandosi di un danno derivante da incidente non imputabile a chi esercisce le linee tramviarie. Il Sig. F. C. ha denunziato alla Suprema Corte la sentenza stessa ma la Corte di Cassazione con sua recentissima sentenza del 12 giugno 1926 ha confermato in pieno la sentenza della Corte d'Appello escludendo la colpa contrattuale dal momento che si trattava di fenomeno inevitabile alla natura dei mezzi che la scienza e la tecnica apprestano pel funzionamento del servizio tramviario.

LA NOSTRA INDUSTRIA

In questa rubrica vengono pubblicate a titolo assolutamente gratuito ed a giudizio esclusivo della Redazione notizie riguardanti la produzione e lo sviluppo delle industrie nazionali.

Grandi alternatori per la nuova Centrale di Fadalto.

Gli Stabilimenti Elettrotecnici Ansaldo hanno ultimato il primo dei due alternatori da 22.000 kVA destinati alle grandi Centrali degli impianti del gruppo Piave-Santa Croce.

Detto alternatore è del tipo chiuso autoventilato, per accoppiamento diretto con turbina idraulica e risponde alle seguenti caratteristiche di funzionamento:

Potenza in servizio continuo	: 22.000 kVA con un carico induttivo di $\cos \varphi = 0,7$
Tensione ai morsetti	: 6000 a 6600 volt
Frequenza	: 42 periodi
Velocità al 1°	: 420 giri
Momento d'inerzia del rotore	: 380.000 kgm ²

L'eccitatrice è direttamente accoppiata all'estremità d'albero; la potenza necessaria per l'eccitazione nelle condizioni di marcia più sfavorevoli, è di 95 kW a 220 volt.

L'alternatore è munito di un reostato da inserire in serie sul circuito induttore dell'alternatore stesso e di reostato di campo per l'eccitatrice. I reostati possono essere comandati a mano oppure a distanza mediante apposito motorino elettrico.

I rendimenti a 6000 volt misurati secondo le Norme dell'A. E. I. escludendo le perdite addizionali, sono i seguenti:

a pieno carico	$\cos \varphi = 1$	97 %	$\cos \varphi = 0,7$	95,1 %
a mezzo carico		94,5 %		92,2 %

Tolleranze : 0,25 a pieno carico; 0,5 a mezzo carico.

Gli aumenti di tensione da pieno carico a vuoto sono i seguenti:

	6000 volt	6600 volt
per $\cos \varphi = 1$	20 %	13 %
per $\cos \varphi = 0,7$	33 %	25 %

L'alternatore può essere messo senza inconvenienti in corto circuito con l'eccitazione corrispondente al funzionamento normale a pieno carico con $\cos \varphi = 0,7$ alla tensione di 6600 volt. In tali condizioni la corrente di corto circuito è di 2,7 volte la corrente normale.

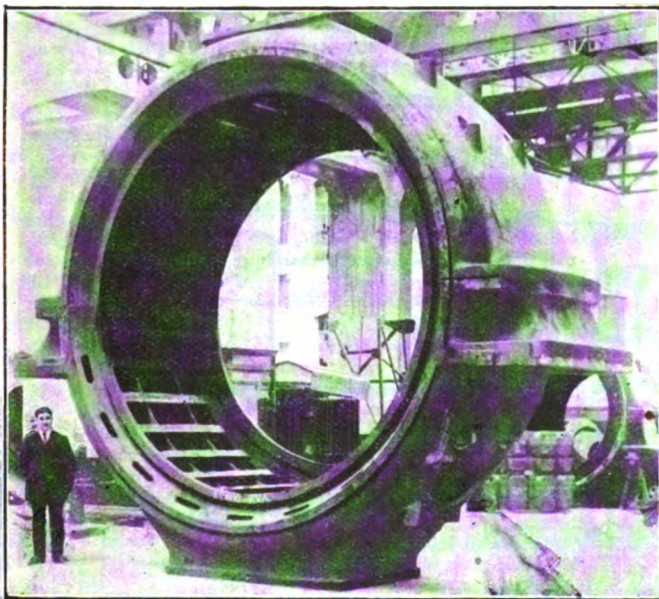


Fig. 1.

L'alternatore può marciare con un sovraccarico del 20 % per mezz'ora dopo aver raggiunto il regime di temperatura a pieno carico normale.

Durante il funzionamento a pieno carico e con tensione fino a 6600 volt i sovra riscaldamento massimi sono di 55° nel ferro e di 65° nel rame.

La sovratemperatura massima nel ferro e nel rame dell'induttore non supera 55° C.

Con un sovraccarico del 20 % per mezz'ora la temperatura massima non supera di 10° C quelle sopraindicate.

Nei punti più caldi della macchina sono disposti appositi rivelatori termoelettrici a lettura diretta.

Per quanto riguarda gli isolamenti, ogni sbarra è stata provata a 30.000 volt e tutto il circuito indotto per un minuto primo a 15.000 volt applicati tra fase e fase e tra fase e massa. L'alternatore è stato provato per cinque minuti a 9000 volt.

La forma della curva della tensione a vuoto risulta praticamente una sinusoide; il coefficiente di deformazione massimo è del 3 %.

L'alternatore senza inconvenienti e durante cinque minuti primi può marciare alla velocità di 760 giri, corrispondente alla velocità di fuga.

La Carcassa in ghisa è divisa in due pezzi, i quali, avuto riguardo allo spessore relativamente piccolo, costituiscono un lavoro di fonderia non comune; essa è munita di nervature per fissare il pacco dei lamierini.

La carcassa è completamente chiusa dalle due parti da due cuffie in ghisa che, oltre ad assicurare la protezione delle testate delle bobine, permettono la circolazione dell'aria nelle condizioni volute.

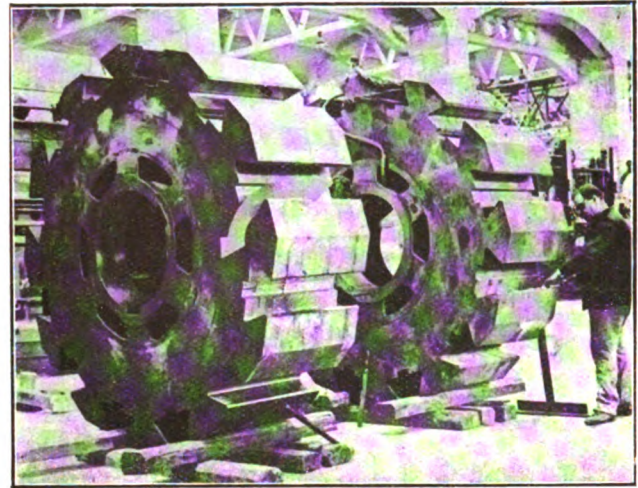


Fig. 2.

Il pacco è costituito da lamierini sottili, isolati con carta e suddiviso da numerosi canali, i quali aumentano la superficie irradiante e consentono un intimo contatto dei lamierini coll'aria di raffreddamento.

Il pacco è tenuto a sesto da numerose sbarrette in acciaio a coda di rondine finemente lavorate e fissate mediante viti alle nervature della carcassa. Cura speciale è stata posta nell'esecuzione del pacco onde ottenere una esatta sovrapposizione dei lamierini e rendere minimi gli interstizi fra i vari settori, opportunamente sfalsati a tale scopo. Il pacco è poi assicurato da una robusta flangia d'acciaio, mediante una doppia serie di bulloni. Delle alette di compressione in acciaio poste sotto la flangia, assicurano la compattezza del pacco anche all'estremità dei denti.

I canali sono aperti onde rendere massima la facilità di montaggio ed il ricambio delle bobine in caso di riparazione; il profilo della dentatura, opportunamente studiato, permette una distribuzione del flusso praticamente sinusoidale.

L'avvolgimento consta di due sbarre per canale. Ogni sbarra è formata di corda di fili smaltati onde ridurre al minimo le perdite per correnti di Foucault. Le estremità di ciascuna sbarra, trattate con processo speciale, sono liberate dallo smalto isolante e saldate in astucci di rame. Le sbarre massicce che costituiscono le connessioni frontali collegano le sbarre attive alle quali sono fissate con bulloni di ottone, ciò che facilita molto il montaggio e la sostituzione delle sbarre in caso di avarie.

Per isolare l'avvolgimento dalla massa sono stati adoperati dei tubi di micanite, fortemente pressati. Tali tubi vengono fabbricati, mediante processo speciale, in un reparto apposito attrezzato a tale scopo.

Le testate dell'avvolgimento presentano notevole robustezza e sono ancorate con cura speciale onde resistere senza inconvenienti alle sollecitazioni provocate dagli eventuali corto circuiti. Il dispositivo adottato evita qualsiasi deformazione.

I Supporti sono del tipo a lubrificazione automatica ad anelli. I cuscinetti sono con raffreddamento ad acqua. L'acqua circola entro serpentine in rame immersi nel metallo antifrizione, ciò che assicura una efficace sottrazione di calore. I cuscinetti sono pure previsti per lubrificazione forzata con olio sotto pressione.

Un particolare degno di rilievo è la forma sferica dei cuscinetti ad aggiustaggio, ciò che serve ad ovviare a sollecitazioni dovute a momento d'incastro e a ripartire uniformemente la pressione dell'albero.

Il basamento in ghisa su cui poggia la carcassa è in quattro pezzi ancorati alle fondazioni con robusti bulloni.

La Ruota polare è formata da due rotori uguali, distinti, onde facilitare la lavorazione e il montaggio e rendere più efficace il raffreddamento. Ciascuno di tali rotori è costituito da dischi di acciaio fucinato, montati a caldo su di una lanterna in acciaio fuso. Questa costruzione presenta il grande vantaggio di assicurare un controllo

perfetto delle qualità dell'acciaio e del lavoro di fucinatura, giacchè i dischi vengono piallati su tutt'e due le facce.

Il montaggio a caldo dei dischi è stato predisposto in modo tale che la tensione interna nel metallo, a montaggio eseguito, risulti leggermente superiore a quella alla quale sono sottoposti i dischi per effetto della forza centrifuga corrispondente alla velocità di fuga della turbina. In tal modo si ha la sicurezza di una forte aderenza dei dischi alla lanterna anche nelle peggiori condizioni di funzionamento.

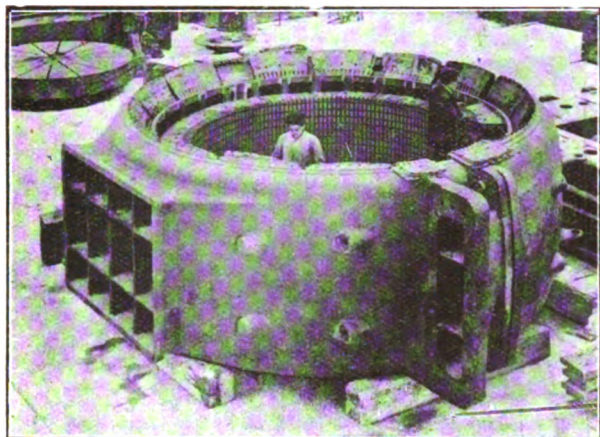


Fig. 3.

I *Nuclei polari* sono in acciaio fucinato, e sono fissati ai dischi per mezzo di coda di rondine ricavata per forgiatura, esattamente calibrata e con gli angoli arrotondati. Le espansioni polari sono in ferro laminato, per evitare le correnti di Foucault, e incastrate mediante

mente pressate e tenute a sesto da anelli di acciaio fuso, fissati ai poli con viti. Dei robusti telai in bronzo, solidamente fissati tra polo e polo, evitano qualunque deformazione laterale delle bobine induttrici.

Gli anelli collettori della corrente di eccitazione sono in bronzo e montati su lanterna in ghisa.

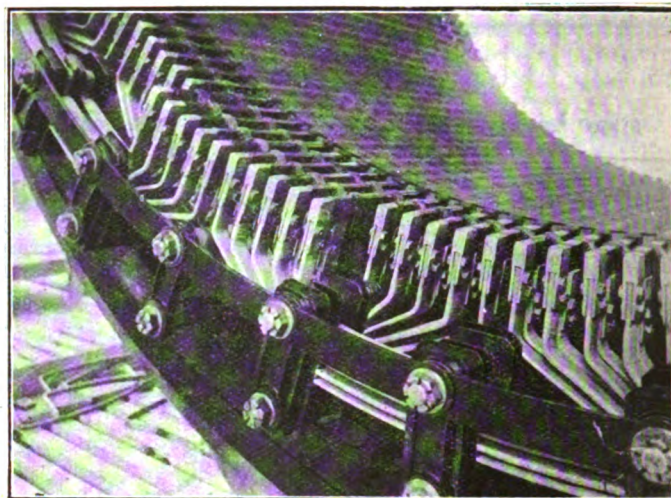


Fig. 4.

L'albero è in acciaio fucinato, con flangia d'accoppiamento alla turbina ricavata per forgiatura.

L'alternatore è del tipo chiuso auto-ventilato.

L'aria fresca aspirata dall'esterno della Centrale, viene intro-

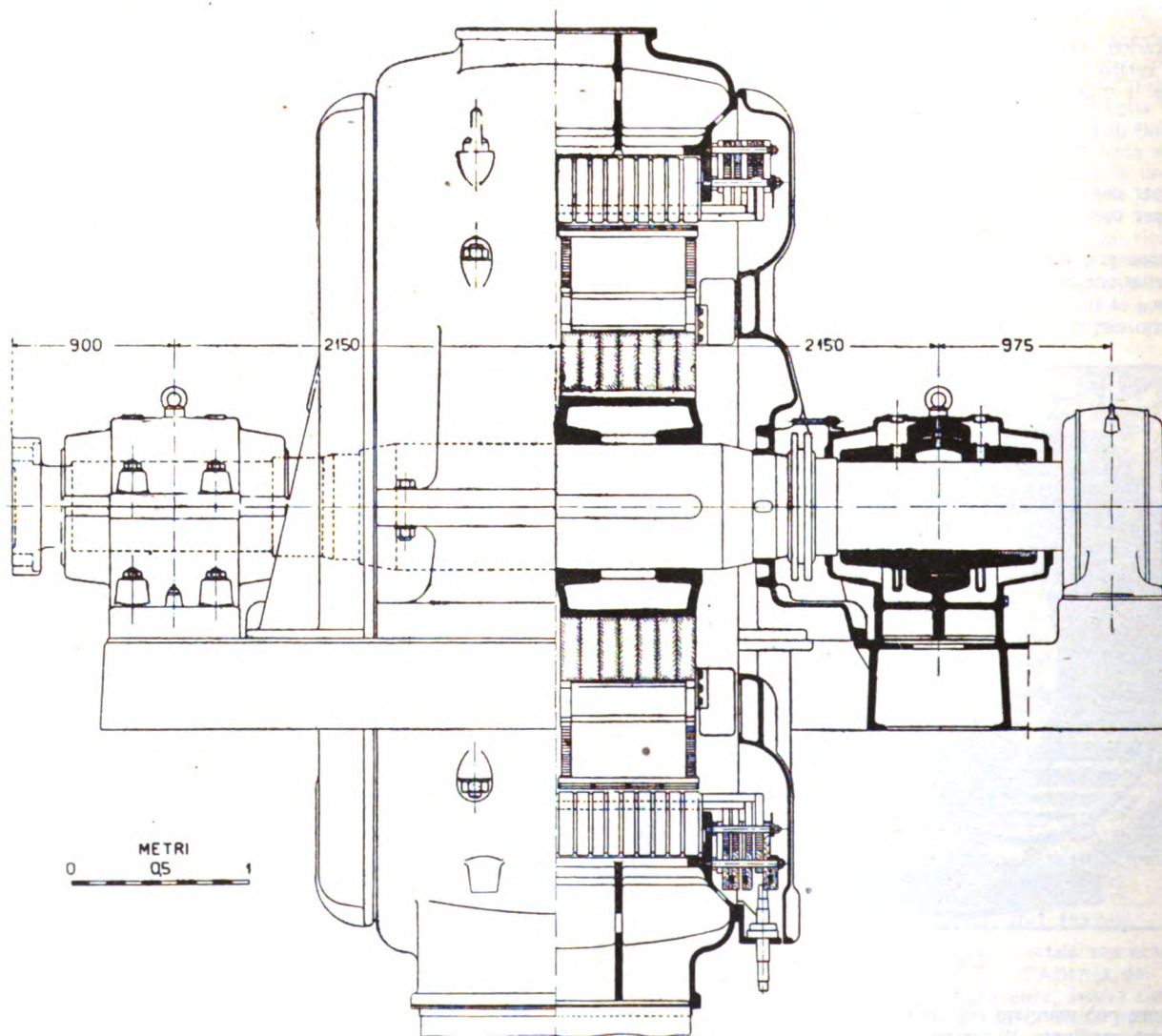


Fig. 5.

code di rondine sul nucleo. Cura particolare ha avuto lo studio della forma delle espansioni polari allo scopo di eliminare praticamente le armoniche di ordine superiore e per ottenere quindi una curva della f. e. m. praticamente sinusoidale.

Le bobine induttrici sono costituite di piattina nuda, con isolamento mediante anelli di presspan fra i diversi strati e sono salda-

dotta sotto le cuffie in prossimità dell'albero e, dopo avere raffreddato efficacemente le bobine induttrici, viene diretta, mediante alette convenientemente disposte sul rotore, contro la periferia interna dello statore e contro le testate e attraverso i numerosi canali radiali del pacco dei lamierini.

L'aria viene quindi convogliata nella parte esterna della carcassa

e avviata al canale di uscita, opposto al canale d'entrata dell'aria fresca.

Questo sistema di ventilazione, ha dato i migliori risultati, realizzando un raffreddamento molto efficace, senza dar luogo a un rumore eccessivo.

Nello studio e nella costruzione si sono seguiti criteri tecnici fusi a un sobrio senso di estetica, cosicchè, senza pregiudicare in alcun modo le caratteristiche di un perfetto funzionamento sia elettrico che meccanico, il complesso presenta un insieme armonico di linee e una struttura tecnicamente perfetta.

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani. (*)

- N. 209681 — CARPENTER R., EVAN H., CREED F. e CREED Cy Ltd.: Appareil électromagnétique particulièrement applicable comme relais, interrupteurs, moteurs ou dispositifs analogues. — 20-4-1922.
- N. 206402 — CASARTELLI E. e CHEZZA A. G.: Riduttore di tensione. — 11-1-1923.
- N. 203099 — CATTANEO F.: Dispositivo per generare correnti elettriche fra la terra e una superficie metallica immersa nell'acqua del mar. — 17-9-1921.
- N. 206993 — CAVALIERI DUCATI A.: Condensatore elettrostatico variabile a grande capacità. — 7-1-1922.
- N. 229954 — CHAPMANN A. E.: Contatto o morsetto elettrico perfezionato. — 18-4-1924.
- N. 204085 — COMPAGNIE GEN. D'ELECTRO-CERAMIQUE: Nouveau mode de constitution des isolateurs d'amarre. — 29-10-1921.
- N. 209131 — COMP. GEN. D'EL.: Isolatore. — 6-4-1922.
- N. 209132 — La stessa: Apparecchi stazionari ad induzione. — 6-4-1922.
- N. 209143 — La stessa: Sistema d'isolamento per morsetti ad alta tensione. — 7-4-1922.
- N. 206673 — La stessa: Sopperto isolante. — 23-1-1922.
- N. 209303 — COMPAGNIE AN. CONTINENTALE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS A GAS ET AUTRES APPAREILS: Dispositif de compteur électrique à dépassement et à éléments réglables indépendants. — 25-4-1922.
- N. 209304 — La stessa: Indicateur de maximum à éléments réglables pour compteur à électricité. — 25-4-1922.
- N. 206768 — COMPAGNIE DES FORGES ET ACIERIES DE LA MARINE ET D'HOME COURT: Dispositif de contrôle de commande à distance. — 3-1-1922.
- N. 188847 — COMPAGNIE FRANCAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDES THOMSON HOUSTON: Innovazioni nei sistemi di segnalazione senza filo. — 10-7-1920.
- N. 188858 — La stessa: Sistema di telefonia senza fili. — 10-7-1920.
- N. 209404 — La stessa: Dispositivo di sicurezza per guai commutatori per posti telefonici. — 6-4-1922.
- N. 209486 — La stessa: Sistema di messa in comunicazione telefonica per mezzo di distributore automatico di traffico. — 17-4-1922.
- N. 204083 — COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRO-CERAMIQUE: Nouvelle forme d'isolateurs pour isolateurs suspendus. — 29-10-1921.
- N. 204084 — La stessa: Nouveau dispositif pour assemblage des isolateurs suspendus. — 29-10-1921.
- N. 208628 — COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATERIEL D'USINES A GAZ: Perfectionnements aux instruments de mesure électriques. — 7-3-1922.
- N. 208400 — CORDENOT L.: Emploi du coridon en grains dans les mélanges de pâtes céramiques, soit porcelaine ou autres servant à faire les accessoires pour appareils électriques. — 14-3-1922.
- N. 209677 — CRAMER O. P.: Coupe circuit non fusible et à sensibilité réglable. — 20-3-1922.
- N. 207177 — D'AVENAS DE GUILLIN H. G. H.: Système de redresseur conjoncteur disjoncteur, pour génératrice de courant électrique alternatif. — 1-2-1922.
- N. 167756 — DE REGNAULD DE BELLESCIZE H. J. M.: Perfectionnements aux circuits récepteurs de télégraphie sans fils. — 25-6-1918.
- N. 208372 — DICTOGRAPH PRODUCT CORPORATION: Microphones téléphoniques. — 11-3-1922.
- N. 206261 — DORNIG W.: Transformateur à haute fréquence. — 21-12-1921.
- N. 206262 — Lo stesso: Procédé pour améliorer transformateurs de fréquence. — 20-12-1921.
- N. 206263 — Lo stesso: Condensateur pour grandes intensités. — 20-12-1921.
- N. 208600 — Lo stesso: Antenne d'émission et de reception pour télégraphie sans fils. — 2-3-1923.
- N. 208481 — ENGL J., MASSOLLE J. e VOGT H.: Dispositivo per la registrazione non deformata di suoni. — 23-2-1922.
- N. 208482 — Lo stesso: Tube a raggi catodici per la registrazione senza inerzia di frequenze elettriche. — 23-3-1922.
- N. 189199 — ERICH F. HUTTH G. m. b. H.: Sistema di commutazione per produrre oscillazioni in tubi a vuoto. — 6-7-1920.

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 37, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20% di sconto sulle tariffe normali, sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. — Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivo, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali).

- N. 230433 — FABBRICA APPARATI TELEFONICI & MATERIALI ELETTRICI: Sistema e dispositivo di spostamento angolare metrico di un asso che permette all'asse stesso di muoversi anche indipendentemente. — 15-5-1924.
- N. 209927 — FABRONI R.: Deviatore commutatore interruttore con doppia presa di corrente. — 9-5-1922.
- N. 206465 — FARRELL H. J.: Trasmettitore automatico per telegrafia senza fili, per telegrafia terrestre senza fili e per segnalazioni ottiche. — 23-1-1922.
- N. 209619 — F. I. A. T.: Sistema di regolazione della tensione di una dinamo soggetta a velocità variabili. — 10-4-1922.
- N. 230514 — FRANCIONI G.: Perfezionamento nelle tavolette di sostegno dei contatori elettrici. — 13-5-1924.
- N. 208413 — GESELLSCHAFT für ELEKTRISCHE INDUSTRIE A. G.: Rocchetto assorbente di corrente a terra. — 16-3-1922.
- N. 206820 — GESELLSCHAFT für DRAHTLOSE TELEGRAPHIE m. b. H.: Impianto ricevitore per telegrafia e telefonia senza fili. — 10-1-22.
- N. 209141 — GISMONDI M.: Perfezionamenti negli interruttori commutatori ed apparecchi analoghi. — 7-4-1922.
- N. 208767 — GLISENTI G. e PACOTTO C.: Nuovo sistema di perforazione di striscia di carta a scopo di trasmissione automatica di segnali telegrafici. — 27-3-1922.
- N. 230390 — GOSSI A.: Motore a corrente alternata polifase senza commutatore con velocità gradualmente variabile ad induttore ed indotto contemporaneamente rotanti. — 9-5-1924.
- N. 230479 — GRAHAM E. A.: Perfezionamenti agli apparecchi ricevitori telefonici. — 9-5-1924.
- N. 206411 — GROPPI A.: Dispositivo elettrico a funzione automatica a tempo per l'inserzione in circuito di apparecchi qualsiasi. — 11-1-1922.
- N. 208677 — GUARNIERI T.: Valvola elettrica a più fusibili ricambiabili senza spionatura. — 17-3-1922.
- N. 208291 — HACKETHAL DRAHT und KABELWERKE A. G.: Installation téléphonique. — 3-3-1922.
- N. 208049 — HAEFELY E. & C. A. G.: Dispositif aux transformateurs monophasés ou polyphasés pour haute tension pour stabiliser le chauffage, électrostatique, sur l'isolation libre des branches de haute tension. — 17-3-1922.
- N. 209218 — La stessa: Manchon isolant compound en papier enduit enroulé sous pression, notamment pour transmission et procédé pour sa fabrication. — 14-4-1922.
- N. 188229 — HENOCQUE V. A.: Procédé et dispositif pour transporter dans une direction déterminée une force électrique ou une oscillation quelconque. — 30-1-1920.
- N. 206225 — ILIOVICI A. D. et COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET MATERIEL D'USINES A GAZ: Dispositif de connexions pour wattmètres et compteurs de puissance et d'énergie active dans un circuit triphasé. — 14-12-1921.
- N. 209306 — ISARIA ZÄHLERWERKE A. G.: Rocchetto per elettromagnete. — 25-4-1922.
- N. 208720 — JULLIN A. J.: Perfectionnements aux dispositifs de réglage du débit et de la tension des dynamos à vitesse et charges variables. — 22-3-1922.
- N. 209311 — KRUPP F. A. G.: Interrupteur électrique à temps. — 25-4-22.
- N. 209312 — Lo stesso: Montage de protection contre un courant trop intense. — 25-4-1922.
- N. 230459 — LANDIS & GYR A. G.: Armatura di motore per contatori elettrici. — 6-5-1924.
- N. 209128 — LARGHI F.: Limitatore di corrente-elettrica perfezionata. — 5-4-1922.
- N. 209127 — Lo stesso: Innovazione nelle valvole a turacciolo per corrente elettrica. — 5-4-1922.
- N. 208518 — LEHMANN G. O.: Aspiratore di polvere per impianti telefonici. — 27-3-1922.
- N. 230237 — LIBERMANN D.: Ricevitore portatile per telegrafia e telefonia senza fili. — 26-3-1924.
- N. 209320 — LUCINI A.: Elettro-interruttore e dispositivo di perfezionamento per interruttori a leva. — 22-4-1922.
- N. 209019 — LUMA WERKE (Soc. An.): Disposizione per la sospensione senza attrito di un'anima di ferro in un solenoide magnetico. — 25-3-23.
- N. 209020 — La stessa: Accoppiamento automatico per motori elettrici di avviamento. — 25-3-1922.
- N. 209022 — La stessa: Attacco delle spazzole di carbone delle macchine elettriche. — 25-3-1922.
- N. 209023 — La stessa: Molla per spazzole di carbone sulle dinamo ed elettromotori. — 25-3-1922.
- N. 230355 — LUSCIA F.: Sistema di installazione elettrica per la produzione di scintille o perle luminose, secondo figure e disegni determinati. — 3-5-1924.
- N. 230285 — MAITRE A. H. e M. V. H. G.: Dispositivo ammortizzatore per contatto interruttore per organi vibranti elettromagnetici. — 2-5-1924.
- N. 189758 — MARCONI'S WIRELESS TELEGRAPH Cy Ltd.: Perfezionamenti nei dispositivi termo-jonici per la telegrafia e telefonia senza fili. — 7-8-1920.
- N. 189794 — La stessa: Perfezionamenti nei sistemi ad antenna impiegati nella telegrafia e telefonia senza fili. — 12-8-1920.
- N. 189866 — La stessa: Perfezionamenti negli amplificatori e rivelatori termionici di oscillazioni elettriche. — 23-8-1920.
- N. 200565 — La stessa: Metodo ed apparecchio perfezionato per ricevere segnalazioni senza filo. — 4-7-1921.
- N. 200661 — La stessa: Perfezionamenti negli impianti aerei per segnalazioni senza filo. — 19-7-1921.
- N. 209481 — MARR A. e CHALMERS A. M.: Perfezionamenti riguardanti i diaframmi di vibrazione di apparecchi riproduttori di suono. — 15-4-22.
- N. 194799 — MESSER A.: Commutateur électrique. — 10-1-1921.
- N. 208671 — LA METALLURGIQUE ELECTRIQUE: Protection de réseaux bouclés. — 15-3-1922.
- N. 230429 — NAVONI U.: Interruttore automatico a pressione per motori elettrici. — 10-5-1924.
- N. 209036 — NEU L.: Pile hydro-électrique alcaline. — 29-3-1922.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA

La mattina del 4 luglio p. p. alle ore 10,30, in un'aula dell'Istituto Tecnico Aldini-Valeriani gentilmente concessa, ebbe luogo una riunione dei Soci della Sezione per ascoltare una comunicazione dell'Ing. Pietro Brunè sui «Supporti a pressione di liquido».

Il Conferenziere, avuta la parola dall'Ing. Rimini, Presidente della Sezione, espose ai numerosi presenti, Soci ed Invitati, una breve rassegna sullo stato attuale della tecnica dei supporti per alte velocità, cui fece seguire la descrizione particolareggiata di un tipo da lui ideato a pressione d'acqua del quale poi mostrò il funzionamento su un modello effettivo da lui stesso costruito, e che funziona perfettamente alla velocità di 19.000 giri al minuto, con un peso della parte rotante di ben 14 kg.

La comunicazione, della quale pubblichiamo il testo in altra parte di questo fascicolo, ha vivamente interessato i Soci che ne coronarono la fine con un caloroso ben meritato applauso. Poscia il Conferenziere si è intrattenuto coi presenti cui ha cortesemente fornito tutte le dilucidazioni che venivano richieste sull'interessante apparecchio.

* *

SEZIONE DI FIRENZE

Assemblea ordinaria dei Soci del 30 marzo 1926.

La seduta si apre ad ore 21,45.

Il presidente, in un rapido riassunto, riepiloga l'attività della Sezione dal 10 Febbraio 1925 al 25 Marzo 1926.

Nel Maggio 1925 la Sezione di Firenze si è fatta promotrice di una mostra nazionale di materiale radiotelefonico che si è tenuta con esito molto lusinghiero per il numero notevole degli espositori e dei visitatori. Ha indetto pure alcune visite di carattere tecnico e cioè:

Visita agli impianti industriali di Colle Val d'Elsa.

Visita alla Sottostazione termica di Rifredi della Soc. Mineraria ed Elettrica del Valdarno.

e sono state tenute numerose conferenze

Ing. P. Martinez - La bussola giroscopica.

Prof. Abetti - La torre solare di Arcetri.

Ing. Del Valle - Oscillazioni climatiche.

Ing. A. Picchi - Il Turboalternatore Asea.

Prof. V. Ronchi - I reticoli.

Ing. A. Cutica - Lo stato attuale della elettrificazione ferroviaria in Italia.

Ing. G. Martinez - Apparecchi domestici di riscaldamento elettrico.

Il Presidente invita poi il Cassiere, Rag. Sermanni, a dar lettura del Bilancio consuntivo 1925 e preventivo 1926.

Il Presidente, fornite alcune delucidazioni richieste dai Soci Rampoldi e Rubbieri, prega l'Assemblea di eleggere due soci a Consiglieri rappresentanti la Sezione presso il Consiglio Generale e di approvare la nuova edizione del Regolamento della Sezione nel testo inviato a ciascun Socio.

Procedutosi alla votazione risultano: Votanti 75.

Approvano i bilanci consuntivo e preventivo 70 Soci - Schede nulle 5. — Sono eletti a Consiglieri rappresentanti la Sezione del Consiglio Generale i signori:

Elena Ing. Sebastiano con voti 69 - Voti dispersi 6.

Montolfi Ing. Alberto, con voti 71 - Voti dispersi 4.

Poichè il numero dei votanti non ha raggiunto la metà più uno dei Soci, come è richiesto dal Regolamento per la validità della nuova edizione aggiornata del Regolamento della Sezione, viene stabilito di ripetere la votazione stessa per referendum.

La seduta viene tolta alle ore 23,15.

*

Nei giorni 5 e 6 Aprile ad ore 21 il Dott. Ing. Cesare Rimini, Presidente della Sezione di Bologna, ha ripetuto nei locali della nostra Sezione le sue conferenze sopra la «Teoria e rappresentazione geometrica delle correnti alternate» interessando vivamente l'uditorio. Non si dà riassunto delle Conferenze dell'Ing. Rimini poichè il testo completo venne pubblicato nel giornale.

*

Il 20 Aprile ad ore 21 il Dott. Ubaldo Sequi ha tenuta ai Soci delle Sezioni riunite dell'A.E.I. e dell'A.N.I.A.I. una brillante conferenza su «Le battaglie per l'energia - Il carbone bianco e nero - Le centrali a lignite».

Iniziato il suo dire, premettendo come egli sia da molti anni uno strenuo propugnatore della utilizzazione delle ligniti nel bacino del Valdarno, il Conferenziere illustra le varie vicende che hanno condotto nel 1907 all'impianto della Centrale Elettrica di Castelnuovo, primo nucleo che ha dato vita alla Società Elettrica del Valdarno.

Esamina poi il problema generale dell'energia in Italia in relazione al carbon bianco utilizzato ed ancora disponibile, ed espone le statistiche dei consumi mondiali di energia per abitante facendo rilevare come l'Italia sia ancora distante a questo riguardo dalle nazioni che si trovano al primo posto.

Il Conferenziere si addentra poi in una rapida confutazione degli argomenti di cui si valgono gli oppositori delle ligniti a sostegno della loro contrarietà e illustra come potrebbero convenientemente venire impiantate centrali a ligniti in Toscana e in Basilicata.

Imposta poi in modo chiaro la questione economica e finanziaria che occorre risolvere per la creazione di una grande industria nazionale dei combustibili; illustra i principali impianti ora esistenti in Italia e all'estero per lo sfruttamento dei combustibili fossili.

In fine, accennato come dovrebbe essere adottata una forma di protezione economica di ogni iniziativa per lo sfruttamento delle ligniti, che si dimostri seria e tecnicamente meritevole, conclude illustrando i sistemi di organizzazione finanziaria delle industrie di distribuzione elettrica degli Stati Uniti con la partecipazione dei consumatori al capitale azionario.

La conferenza è stata vivamente applaudita dall'uditorio insolitamente numeroso.

*

La sera del 27 Aprile ad ore 21,15 alla presenza degli scrutatori designati, si procede allo scrutinio della votazione per l'approvazione della nuova edizione del Regolamento della Sezione. Risultano: Votanti N. 130 - Approvano N. 129 - Non approvano N. 1.

Resta pertanto approvata la nuova edizione del Regolamento della Sezione.

*

A complemento della Conferenza del Dott. Sequi, la sera del 15 Maggio l'Ing. Aldo Mandò ha intrattenuto i Soci delle Sezioni riunite dell'A.E.I. e dell'A.N.I.A.I. su «il Contributo delle nostre ligniti alla risoluzione del problema termoelettrico italiano».

Il Conferenziere, dopo aver dimostrato con l'appoggio di numerosi dati statistici come le riserve mondiali di carbone e di petrolio vadano rapidamente esaurendosi e dopo avere accennato alle ripercussioni particolarmente gravi che per questo rapido esaurimento si potranno avere in Italia, aggiunge che è sacrosanto dovere di Italiani riflettere seriamente nelle particolari nostre condizioni e sfruttare sapientemente i combustibili nazionali.

Dimostrato poi come non risulti conveniente il trasporto della lignite lontano dalla miniera, esamina in qual modo con impianti antiquati sia attualmente utilizzata la lignite per la produzione di energia elettrica nel Valdarno ed espone i vari sistemi per una utilizzazione razionale di questi combustibili, addentrando in un esame minuto dei processi relativi, che il Conferenziere raggruppa in quattro categorie: a) combustione su griglia; b) combustione a lignite polverizzata; c) gassificazione con ricupero solfato ammonico e catrame; d) distillazione parziale o totale.

L'Ing. Mandò illustra poi il suo progetto per la Centrale già in costruzione, di Gualdo Cattaneo in Umbria, per la quale è previsto un consumo di lignite per kWh prodotto di circa kg. 2,500.

Infine il Conferenziere, sempre seguito con grande interesse dai presenti, dopo avere accennato alla possibilità di sfruttamento dei giacimenti lignitiferi dell'Italia Meridionale e della Settentrionale, conclude augurandosi che cessi la campagna denigratrice contro ogni iniziativa per la utilizzazione dei nostri combustibili.

*

Il 13 giugno ha avuto luogo una gita sociale con l'intervento di circa quaranta Soci e loro Signore e Signorine col seguente programma che malgrado il tempo poco propizio è stato esattamente seguito.

Partenza da Firenze in treno per Pistoia - Visita alla Cabina locale della Soc. per le Forze Idrauliche dell'Appennino Centrale - Partenza da Pistoia in Autobus per una gita turistica sull'Appennino e colazione al sacco nella Macchia degli Antonini - Arrivo a Pescia - Visita alla Cabina di Pescia della Soc. Ligure Toscana di Elettricità - Visita alla Villa di Collodi - Breve fermata a Montecatini - Arrivo a Pistoia e ritorno a Firenze in treno.

La gita si è svolta tra la più viva cordialità dei partecipanti che hanno trovato cortesissime e signorili accoglienze sia alla Cabina di Pistoia, dove ha fatto gli onori di casa lo stesso Direttore e Consigliere Delegato della Società Ing. Gicacchino Banti, sia alla Cabina di Pescia dove era a riceverli l'Ing. Cavallero. A Pistoia e a Pescia le due Società Elettriche hanno offerto ai gitanti sontuosi rinfreschi.

La Società per le Forze Idrauliche dell'Appennino Centrale ha offerto inoltre, con squisita gentilezza, a tutte le Signore e Signorine intervenute una magnifica scatola di dolci.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Fondamenti dell'elettromagnetismo e calcolo vettoriale.

Sul modo migliore di enunciare e di interpretare le leggi fondamentali dell'elettromagnetismo ed in particolare la legge dell'induzione, si accendono ogni tanto le discussioni nella stampa tecnica. Anche nel nostro giornale la questione fu trattata or non è molto dal Lombardi e dal Giorgi, e non è certo ancora spenta l'eco della discussione assai più ampia che alcuni anni or sono fu sviluppata sulle nostre colonne. Assai opportunamente pertanto l'illustre Prof. Donati volle trattare la questione in una interessantissima conferenza alla Sezione di Bologna mostrando la intrinseca saldezza di quanto da gran tempo il Maxwell aveva divinato, quasi più che dedotto. Il Prof. RIMINI, Presidente della Sezione di Bologna, ha diligentemente raccolto le parole del Maestro e le ha parafrasate nello scritto che oggi pubblichiamo; al quale assai opportunamente ha creduto di aggiungere una nota di carattere matematico sul significato degli operatori vettoriali dei quali si era valso il Donati nella sua esposizione. L'uno e l'altro scritto rappresentano uno di quei felici ritorni alle sorgenti della scienza pura di cui moltissimi tecnici sentono sempre vivo il desiderio e che noi ci augureremmo di poter additare più frequentemente nel nostro giornale.

Le sovratensioni negli impianti elettrici.

A complemento della sua comunicazione dello scorso anno, il Prof. REBORA presentò a Brescia la breve nota che oggi pubblichiamo, per aggiungere nuove notizie su fenomeni di sovratensione da lui direttamente osservati. Data la grande difficoltà di raccogliere sistematicamente dati statistici in materia — che pure sarebbero di un valore grandissimo per il progresso tecnico degli impianti elettrici — non si può che essere grati al collega Rebora che con tanta cura si è dato da anni, a raccogliere personalmente notizie, a coordinare e catalogare fatti e constatazioni in un campo tanto arduo ed in cui la maggiore parte dei fenomeni più interessanti, sfugge all'attenzione del personale. Dalle sue osservazioni il Rebora è stato tratto a ribadire vivamente la sua opinione « antiprotezionista » in fatto di sovratensioni, suscitando la più vivace delle discussioni avutesi quest'anno al Congresso; ma, senza voler pronunciare un giudizio fra i due opposti partiti, non si può negare la forza di molte delle argomentazioni o piuttosto dei fatti citati dal Rebora, e si deve riconoscere che lo scetticismo verso la maggior parte dei dispositivi di protezione, si va sempre più diffondendo fra i tecnici. Con le alte ed altissime tensioni, la realizzazione degli impianti autoprotetti è probabilmente solo ormai una questione economica e rimane solo da vedere se il maggior costo derivante dagli aumentati coefficienti di sicurezza possa essere compensato dalla riduzione dei danni diretti ed indiretti causati dalle scariche.

LA REDAZIONE.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

NUOVE OSSERVAZIONI SUI FENOMENI CHE MINACCIAANO GLI IMPIANTI ELETTRICI

GINO REBORA

Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell'A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

Alla XXX Riunione della A. E. I. nell'ottobre 1925 a Napoli ho avuto occasione di presentare uno studio sui fenomeni che minacciano gli impianti elettrici (¹). Ho continuato le mie osservazioni ed ecco qualche risultato.

1. - Transitori provocati da fenomeni atmosferici.

A conferma di quanto ho già segnalato nella citata Memoria, riferisco, tra gli altri un fatto tipico il quale serve a dimostrare ancora una volta quanto scarso debba essere l'effetto di apparecchi e dispositivi installati nelle Centrali e nelle cabine destinati ad eliminare l'azione di transitori suscitati da fenomeni atmosferici.

Una linea a 40 kV lunga 52 km, costituita da una terna in rame di 3 x 60/10 su palificazione in ferro, lontana da ogni altra linea elettrica, collega una centrale ad una cabina.

La linea viene staccata sia alla Centrale, sia alla cabina ed in ambedue è messa stabilmente a terra mediante terne di robusti coltelli (terra buona). In tali condizioni, durante i temporali e spesso anche con tempo sereno si notano scariche dai fili e la linea stessa non può essere toccata.

2. - Mancata azione di scaricatori.

Ho affermato ripetutamente che gli scaricatori sin qui usati, qualunque sia il loro tipo, non rispondono al loro scopo.

Cito un nuovo fatto:

In un impianto a 10 kV, 50 periodi, conduttura in cavo, un corto circuito sulla rete provoca una violenta sovratensione.

Nel quadro (fig. 1) fra A e B (sviluppo circa 12 m) non si produce alcun guasto. Restano intatti apparecchi, interruttori, riduttori di corrente e di tensione, trasformatori e linee derivate. Solo scoccano archi violentissimi fra le sbarre distanti circa 30 cm tra loro alla estremità B.

In C esiste una batteria di scaricatori a distanze esplosive multiple con spinterometro regolato a circa 10 mm. Nessuna traccia di funzionamento su di esso. La distanza media fra la sede degli archi violenti e lo scaricatore è di un paio di metri.

3. - Valore delle sovratensioni.

La distanza fra i punti tra i quali scoccano scintille in occasione di fenomeni transitori provocati, per es., da corto circuito e messa a terra può fornire un elemento di misura grossolano della diff. di pot. istantanea manifestatasi fra quei determinati punti.

Spesso rimane traccia precisa del percorso della scarica.

(¹) La osservazione dei fenomeni che minacciano gli impianti elettrici - G. REBORA A. E. I. Ottobre 1925.

Occorre premettere però qualche osservazione circa il modo di interpretare i fatti.

La distanza tra due elettrodi e la differenza di potenziale capace di provocare una scarica fra di essi sono legate da leggi complesse. La distanza esplosiva infatti non è, come si sa, semplice funzione della lunghezza che intercede tra gli estremi fra i quali la scarica avviene. Basta rammentare: il genere di scarica elettrica, il diverso comportamento di elettrodi a punta d'ago, a cono, a sfera, la presenza di effetti corona, ecc.

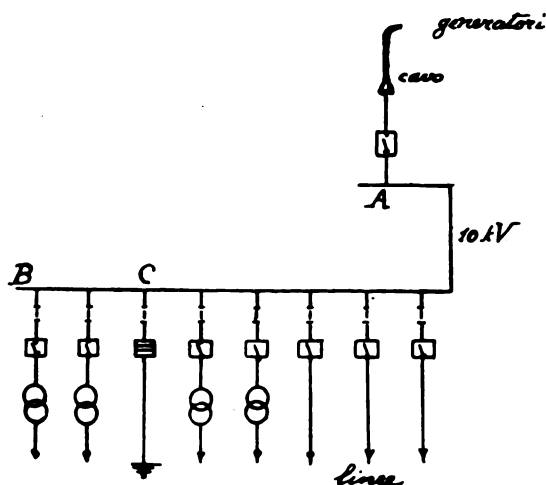


Fig. 1.

Fino dal 1913 (vedi G. REBORA: *Le distanze esplosive negli impianti elettrici* - A. E. I., 15 dicembre 1913), mi ero posto il problema di indagare come si comportavano agli effetti della scarica distruttiva gli elettrodi accidentali come: pareti, telai in ferro, conduttori diversi, ecc., non facilmente classificabili né assimilabili a forme geometriche definite.

Sperimentando a frequenza industriale sino a 100 kV, poiché tale era il limite della tensione di cui allora potevo disporre in laboratorio, avevo determinato una curva fra distanza esplosiva e valore efficace della tensione corrispondente sia usando come elettrodi due aghi sia impiegando parti diverse delle strutture più comuni dei quadri (pareti di calcestruzzo, muratura, telai ferro, conduttori di punta e di fianco, ecc.).

Risulta dalle prove accennate che nei quadri si possono avere scariche a tensione minore di quella relativa alle punte d'ago.

Io ritengo che come dato di orientamento si possa assegnare alla tensione di scarica per ogni data distanza un valore compreso tra quello fornito dalle punte d'ago e quello della curva da me determinata nelle esperienze sopracitate. Sempre ammettendo che il transitorio si comporti agli effetti della distanza esplosiva come le scariche ottenute in laboratorio con frequenze industriali. Di modo che i numeri da me esposti nella tabella vanno ritenuti come indici o parametri piuttosto che come valori assoluti.

Naturalmente la distanza tra due punti che hanno dato origine ad una scarica distruttiva determina un minimo della tensione probabile.

La presenza nel sistema di punti più avvicinati che a logica apparente avrebbero dovuto provocare a preferenza l'innescarsi della scintilla non va invocata in simili fenomeni nei quali la differenza di potenziale transitoria si localizza in determinati punti.

Tanto che è frequente il caso di scariche tra punti rappresentanti nel sistema un massimo di distanza.

Aggiungo infine che archi lunghissimi possono accendersi fra elettrodi molto distanti tra loro.

Ma questo fenomeno non va confuso colla prima scarica distruttiva. Il formarsi dell'arco è dovuto inizialmente ad una scarica governata dalla differenza di potenziale in un punto e dalla forma degli elettrodi tra i quali viene a manifestarsi e da altri elementi accessori di ambiente, ma poi la via aperta è seguita da una corrente formante un vero arco che dipende anche dall'entità dell'impianto: arco il quale può allungarsi in presenza di vapori conduttori, deformandosi per ragioni elettromagnetiche e termiche.

Non è raro il caso di archi dell'ordine di qualche metro in grandi impianti a 70 kV.

Ma ripeto, questo fatto secondario non va confuso collo scoccare della prima scintilla.

La tabella seguente dà qualche cifra interessante. Si tratta di osservazioni fatte in impianti diversi, tutti di potenza notevole.

N.	Tensione del sistema (tra 2 fili) kV _{eff.}	Distanza tra i punti fra i quali è scoccata la scintilla cm	A Tensione corrispondente alla distanza esplosiva tra punte d'ago kV _{eff.}	B Tensione corrispondente alla distanza esplosiva secondo prove Rebora kV _{eff.}	Punti tra i quali è scoccata la scintilla
1	70	125	470	305	tra conduttore e massa
2	40	60	230	185	tra conduttore e massa
3	10	30	120	100	tra sbarre di rame
4	8	21	90	73	tra sbarre di rame
5	5	12	62	48	tra morsetti di alternatore

Le colonne A, B danno i valori probabili entro i quali si può ritenere compresa la differenza di potenziale realmente verificatasi tra i punti in esame.

Tale differenza di potenziale è quindi salita negli esempi citati ad ordine di grandezza di 6 ÷ 12 volte la tensione normale di servizio.

Uno studio più approfondito ci permetterà di precisare meglio i rapporti tra queste sopratensioni e gli elementi in giuoco: tensione, potenza di impianto, caratteristiche elettromagnetiche delle condutture, delle macchine, degli apparecchi. Noto che l'effetto di certi punti speciali della installazione (gli isolatori passanti, per es.), è particolarmente sentito.

Il paragone fra distanze esplosive e tensioni è istituito, ripeto basandosi sulle esperienze a frequenze industriali. Sarà utile però cercare di precisare le vere caratteristiche di queste scariche provocate dai transitori così frequenti nell'esercizio delle centrali elettriche; solo allora si potrà giungere ad un controllo sicuro.

□ SU ALCUNE QUISTIONI ATTINENTI AI FONDAMENTI DELL'ELETTROMAGNETISMO □ □ □ □ □ □ □

C. RIMINI



Da una comunicazione del prof. L. Donati
alla Sezione di Bologna - 25 aprile 1926

In una attenta disamina dei principi dell'Elettromagnetismo, presenta un particolare interesse lo studio della legge generale dell'induzione elettromagnetica.

Questa legge si suole enunciare in due forme diverse, l'una delle quali si presta particolarmente alla descrizione dei fatti induttivi che hanno luogo in un circuito elettrico, considerato nella sua integrità, pel quale vari il flusso magnetico concatenato, mentre l'altra è più propriamente adatta a render conto dello stesso fenomeno, quale esso si presenta relativamente a porzioni di circuiti che si muovono in campi magnetici (moto relativo).

Sotto la prima forma, la legge si enuncia dicendo che ogni qualvolta viene comunque a variare il flusso di induzione magnetica concatenato con un circuito elettrico, in questo si determina una f. e. m. proporzionale alla variazione, riferita all'unità di tempo e presa negativamente, del flusso o numero di linee abbracciate dal circuito, essendo il verso di valutazione del flusso legato al modo solito al verso in cui si imagina percorso il circuito.

Sotto la seconda forma, essa dice invece che ogni qualvolta un conduttore si muove in un campo magnetico, in guisa da tagliare le linee di questo, esso diviene sede di una f.e.m. proporzionale al numero delle linee tagliate nell'unità di tempo, ove al solito al numero delle linee si deve attribuire un certo segno, determinato in relazione al senso secondo cui si verifica il taglio relativamente a quello stabilito come positivo sul conduttore.

Si è molto discusso su questi enunciati per decidere quale dei due corrisponda alla effettiva legge dell'induzione elettromagnetica, ma tale discussione è, a nostro avviso, oziosa, perchè essi si equivalgono in ogni caso, se interpretati a dovere.

Innanzitutto occorre osservare che, per la corretta applicazione, è essenziale supporre che i circuiti o parti di circuiti considerati si mantengano, durante il corso del fenomeno, *costituiti dalle medesime parti materiali*. Con ciò non è escluso che essi possano subire delle deformazioni, sia nel loro complesso, sia nelle loro parti elementari, ma le eventuali deformazioni debbono essere tali che i circuiti non cessino dall'essere costituiti dalle medesime parti concrete. Se, ad es., queste parti sono filiformi, potranno esse singolarmente subire degli allungamenti o delle contrazioni, ma dovranno, durante le fasi del fenomeno mantenere inalterati i loro rapporti di *contiguità*, escludendosi cioè che intervengano fatti capaci di alterare la successione degli elementi, facendone *scompare* alcuni od *apparire* altri. Per chiarire questa osservazione basterà riferirsi ad una nota esperienza: un circuito elettrico, costituito da un lungo filo isolato avvolto sopra la zona neutra di un tamburo di materiale ferromagnetico magnetizzato permanentemente o eccitato da una corrente costante, viene fatto svolgere dal tamburo stesso e contemporaneamente viene fatto avvolgere sopra un altro tamburo non magnetico in guisa che la lunghezza totale non vari, mentre varia il numero delle spire che si concatenano col primo tamburo, il che esige, naturalmente, la esistenza di un contatto strisciante cui fa capo la estremità del filo opposta a quella che viene svolta. In queste condizioni, per quanto, durante l'operazione, risulti manifestamente variabile il flusso magnetico concatenato col circuito, non si nota in questo alcuna produzione di f. e. m. indotta, e ciò in apparente contrasto col primo enunciato. Ma gli è che in questo caso, in causa del contatto strisciante, vien meno la predetta condizione essenziale, inquantochè, durante l'esperienza, ad ogni nuova parte del circuito che si slaccia o che va ad abbracciare il flusso magnetico del primo tamburo, v'è una corrispondente parte *non pertinente al filo* che viene *introdotta o asportata*, a mezzo del contatto strisciante; quindi non si può più ritenere che il circuito stesso si mantenga inalterato nelle parti materiali che lo costituiscono.

Chiarite così le condizioni di validità del principio per evitare ogni equivoco nella sua effettiva applicazione, possiamo facilmente renderci conto della perfetta equivalenza dei due enunciati, che sono l'uno deducibile dall'altro. Per es., per dedurre il secondo dal primo basterà supporre che la variazione del flusso concatenato con l'intero circuito sia dovuta al moto di una sola porzione di questo (questo moto sarà necessariamente tale da addurre deformazioni nelle singole parti elementari, ma secondo quanto sopra è stato spiegato, dovrà intendersi che ciò avvenga senza alterare la contiguità delle parti stesse); in tal caso la *variazione del numero di linee abbracciate* dal circuito corrisponde manifestamente al *numero delle linee tagliate* dalla porzione di circuito considerata, con che è dimostrato che il secondo enunciato è conseguenza del primo. Ma viceversa, applicando il secondo enunciato a tutti i singoli elementi costituenti un intero circuito, e sommando algebricamente i risultati, si perviene manifestamente all'enunciato primo.

Si potrebbe obiettare che il ragionamento precedente concerne il solo caso in cui la variazione di flusso è dovuta a moto (relativo fra circuito e campo), e quindi non sembra applicabile a quei fenomeni di induzione elettromagnetica — pei quali specialmente si suole riferirsi al primo enunciato — che si verificano per *variazione del campo*, senza che abbia luogo moto relativo di questo rispetto al circuito, e ai quali, a prima vista, pare non possa prestarsi il secondo enunciato. Ma si può rispondere considerando che se, per fissare le idee, ci riferiamo ad un campo *nascente*, originato da una corrente che viene immessa in un opportuno conduttore, la creazione del campo, per quanto rapida, non è istantanea, e consiste essenzialmente nell'originarsi di linee magnetiche, le quali incominciano con l'avvolgere il conduttore considerato e vanno poi ad invadere tutto lo spazio fino a raggiungere una certa distribuzione che corrisponde appunto al campo magnetico supposto. Ora, durante tale propagazione, le linee che andranno a costituire il flusso abbracciato dal circuito, debbono necessariamente tagliare gli elementi materiali di quest'ultimo: con che, nei riguardi della variazione del flusso, resta perfettamente ristabilita la identità col precedente caso del moto relativo del campo e del circuito.

Si può dire dunque che la differenza fra i due enunciati è classificabile fra quelle che si riscontrano in tutti i casi in cui si studia un fenomeno dal punto di vista della sua manifestazione *collettiva o integrale* (primo enunciato, che concerne il

comportamento di un circuito, considerato nella sua integrità), o della sua manifestazione *individuale o elementare* (secondo enunciato, relativo ai singoli elementi di un circuito). La cosa non è nuova; anzi la Matematica e la Fisica sono ricche di esempi analoghi; basterà a tale proposito ricordare che lo studio delle funzioni può farsi sia per mezzo della loro espressione finita che per via differenziale, che lo studio della proprietà dei gas può farsi sia partendo dalle manifestazioni di masse finite di essi, sia esaminando il comportamento delle parti elementari (molecole) che li compongono; ed è così che, a mo' d'esempio, la legge di Boyle ci appare sia come la espressione di una proprietà degli ammassi gassosi considerati a sè, sia come la conseguenza dinamica di uno stato cinetico di cui sono dotate le particelle costituenti gli ammassi stessi, ecc., ecc.

Quel che importa aver sempre presente, lo ripetiamo, è che la condizione essenziale per la validità dell'enunciato della legge d'induzione è rappresentata dal fatto che il circuito o parte di circuito cui lo si vuol riferire risulti sempre composto delle medesime parti materiali, nel senso che più sopra è stato dichiarato.

Giova considerare anche una terza forma che si può dare all'enunciato della legge d'induzione elettromagnetica. All'uopo, osserviamo che se con ϵ si indica la f. e. m. indotta in un circuito elettrico percorso dalla corrente i per effetto della variazione $d\Phi$ del flusso magnetico con esso concatenato, avvenuta nel tempo dt , si ha:

$$\epsilon = - \frac{d\Phi}{dt},$$

donde, moltiplicando per $i dt$:

$$\epsilon i dt = - i d\Phi.$$

Il primo membro rappresenta il lavoro elettromotore della f. e. m. ϵ in corrispondenza del *flusso di elettricità* $i dt$ passato nel tempo dt ; il secondo membro rappresenta con segno cangiato, il lavoro magnetomotore compiuto dalla forza magnetomotrice $4 \pi i$ in corrispondenza al *flusso di magnetismo* $\frac{d\Phi}{4 \pi}$

passato nello stesso tempo, cosicchè la precedente equazione permette di enunciare la legge d'induzione dicendo che *quando in un circuito hanno luogo fenomeni di induzione elettromagnetica, questi sono commisurati in guisa che il lavoro elettromotore prodotto dalla f. e. m. indotta risulta uguale e contrario al lavoro magnetomotore della corrente*.

Se poi si indica con E la somma algebrica delle f. e. m. attive nel circuito, e di origine esterna, cioè di quelle che sono *imprese* al circuito, e con R la resistenza, si avrà:

$$E + \epsilon = Ri,$$

donde:

$$E i dt + \epsilon i dt = Ri^2 dt.$$

e, combinando con la precedente:

$$E i dt - Ri^2 dt = i d\Phi,$$

la quale mette in evidenza che il lavoro elettromotore $E i dt$ fornito al circuito, diminuito della parte ($Ri^2 dt$) che si trasforma in calore per effetto Joule, viene tutto utilizzato sotto forma di lavoro magnetomotore ($i d\Phi$), e, poichè questo corrisponde all'aumento dell'energia del campo, la equazione precedente non è che la traduzione del *bilancio energetico* del circuito considerato.

A conseguenze del tutto analoghe si perviene se, anzichè un solo circuito, si considera un sistema di circuiti, e sempre si verifica che, prescindendo dal calore svolto per effetto Joule, al lavoro elettromotore impresso al sistema corrisponde una identica produzione di lavoro magnetomotore, la quale alla sua volta è misurata dall'aumento dell'energia del sistema stesso.

Ma se dalla considerazione di un sistema siffatto si passa a quella di una sola sua parte, composta ad es., di un solo circuito, il bilancio non si salda così semplicemente, in quanto che, per un solo circuito facente parte di un sistema, il lavoro elettromotore impresso non si compone soltanto delle parti pertinenti alle f. e. m. ad esso impresse, ma anche di quelle dovute alle f. e. m. indotte dagli altri circuiti, e si ha quindi che, anche prescindendo dal calore Joule, la differenza fra lavoro elettromotore e lavoro magnetomotore non è più nulla, come nel caso del circuito isolato, ma corrisponde invece ai contributi energetici che al circuito considerato provengono per parte di tutti gli altri circuiti presenti. Infatti, come sopra s'è detto, per ottenere il bilancio generale, occorre considerare simultaneamente l'intero sistema.

*

Le precedenti considerazioni trovano la loro applicazione anche quando dai circuiti intesi nel senso ordinario come sopra si passa alle concezioni più generali ed elevate concernenti i principii dell'elettromagnetismo sintetizzati nelle due equazioni fondamentali di MAXWELL-HERTZ di cui vogliamo dare ora un rapido cenno.

Prese nella loro *forma integrale* tali equazioni sono:

$$(1) \quad \begin{cases} \int_l \mathbf{H} \times d\mathbf{l} = 4\pi A \int_\sigma (\mathbf{u} \times \mathbf{n}) d\sigma \\ \int_l \mathbf{E} \times d\mathbf{l} = -4\pi A \int_\sigma (\mathbf{v} \times \mathbf{n}) d\sigma \end{cases}$$

dove:

$\mathbf{E}$, $\mathbf{H}$ sono i vettori della forza elettrica e magnetica;
 $\mathbf{u}$, $\mathbf{v}$ sono i vettori della *corrente elettrica totale* e della *corrente magnetica*, per unità di superficie;
 l è una qualunque linea chiusa percorsa in un certo verso;
 $d\mathbf{l}$ è l'elemento lineare (vettore geometrico) di l ;
 σ è una qualunque superficie aperta *avente per contorno* la linea l ;
 $\mathbf{n}$ è un vettore unitario diretto secondo la normale condotta a $d\sigma$ sulla faccia dalla quale il verso di l appare positivo (antiorario);
 A è la costante elettromagnetica (inversa della velocità della luce nel vuoto);
 $\times$ è il segno di prodotto scalare o interno.

Esse esprimono in generale che la *circuitazione* della forza magnetica lungo la linea l , corrisponde al *flusso* della corrente elettrica attraverso σ , e che la circuitazione della forza elettrica lungo la stessa linea, corrisponde al *flusso* attraverso σ della corrente magnetica, con segno cangiato.

Quanto alle correnti $\mathbf{u}$ e $\mathbf{v}$, esse sono rappresentate in generale da:

$$\mathbf{u} = \frac{d\mathbf{D}}{dt} + \mathbf{c} \quad \mathbf{v} = \frac{1}{4\pi} \frac{d\mathbf{B}}{dt}$$

dove $\mathbf{D}$, $\mathbf{B}$ sono i vettori dello *spostamento elettrico* e della *induzione magnetica* (cosicchè $\frac{\mathbf{B}}{4\pi}$ rappresenta lo *spostamento magnetico*), legati alle rispettive forze $\mathbf{E}$ ed $\mathbf{H}$ da:

$$\mathbf{D} = \frac{k\mathbf{E}}{4\pi}, \quad \mathbf{B} = \mu\mathbf{H},$$

essendo k e μ i valori, in ciascun punto dello spazio, delle costanti caratteristiche del mezzo (costante dielettrica e permeabilità magnetica) supposto isotropo, e $\mathbf{c}$ significando la *corrente conduttiva*, mentre $\frac{d\mathbf{D}}{dt}$, $\frac{1}{4\pi} \frac{d\mathbf{B}}{dt}$ rappresentano le *correnti di spostamento* (elettrica e magnetica) del Maxwell; ed è a notare che, mentre l'ultima è sempre solenoidale, la prima in generale non lo è, essendo invece sempre essenzialmente solenoidale la *corrente totale* $\mathbf{u}$.

Orbene, le equazioni integrali di Maxwell sopra scritte possono indifferentemente riferirsi a corpi in riposo oppure a corpi in movimento, intendendo in quest'ultimo caso che le linee l e le superfici σ partecipino al moto, restando sempre costituite dagli stessi elementi con la predetta condizione di *contiguità*, il che analiticamente equivale a supporre dovunque finiti e continui i vettori che definiscono lo spostamento dei singoli *punti materiali*.

Trasformando i primi membri delle (1) mediante il teorema di Stokes, e tenendo conto dell'arbitrarietà di σ , si perviene immediatamente alla *forma differenziale* delle equazioni di MAXWELL-HERTZ che è la seguente:

$$(2) \quad \begin{cases} \text{rot } \mathbf{H} = 4\pi A \mathbf{u} \\ \text{rot } \mathbf{E} = -4\pi A \mathbf{v} \end{cases}$$

valevole anch'essa, con la debita interpretazione, tanto per sistemi in riposo quanto per sistemi in moto. Al qual proposito si osserva che, per questi ultimi, al movimento del sistema si può sostituire una congrua *variazione del campo* che implica una *variazione delle correnti* $\mathbf{u}$ e $\mathbf{v}$. Riferendoci in particolare alla corrente elettrica *totale* $\mathbf{u}$, si trova che, oltre alla parte reattiva $\frac{d\mathbf{D}}{dt}$ e alla parte conduttiva $\mathbf{c}$, essa per effetto del moto viene a contenere altre due parti, l'una delle quali, proporzionale al prodotto della velocità dell'elemento per la carica elettrica esi-

stente nell'elemento stesso (carica che per ogni unità di volume, è misurata da $\text{div } \mathbf{D}$), corrisponde alla corrente *convettiva* o di ROWLAND, e l'altra dipendente dal prodotto vettoriale di $\mathbf{D}$ per la velocità (quindi nulla dovunque il movimento si effettua parallelamente a $\mathbf{D}$) corrisponde alla corrente di ROENTGEN: entrambe *sperimentalmente verificabili*.

Se ora, nella nota identità vettoriale:

$$\mathbf{E} \times \text{rot } \mathbf{H} - \mathbf{H} \times \text{rot } \mathbf{E} = -\text{div } (\mathbf{E} \wedge \mathbf{H})$$

sostituiamo a $\text{rot } \mathbf{H}$ e $\text{rot } \mathbf{E}$ i loro valori forniti dalle (2), otteniamo:

$$\mathbf{E} \times \mathbf{u} - \mathbf{H} \times \mathbf{v} = -\frac{1}{4\pi A} \text{div } (\mathbf{E} \wedge \mathbf{H}) = -\text{div } \mathbf{R}$$

dove con $\mathbf{R}$ si è indicato il vettore rappresentato da $\frac{\mathbf{E} \wedge \mathbf{H}}{4\pi A}$.

Moltiplichiamo per l'elemento di volume $d\tau$ ed integriamo in una regione qualunque τ del campo; trasformiamo poi il secondo membro col teorema della divergenza. Indicando con σ la superficie limitante τ , e con $\mathbf{n}$ il vettore unitario diretto secondo la normale interna di σ , otterremo:

$$\int_\tau (\mathbf{E} \times \mathbf{u} - \mathbf{H} \times \mathbf{v}) d\tau = \int_\sigma (\mathbf{R} \times \mathbf{n}) d\sigma.$$

Il primo membro rappresenta la differenza fra il lavoro elettromotore $\int_\tau (\mathbf{E} \times \mathbf{u}) d\tau$ ed il lavoro magnetomotore $\int_\tau (\mathbf{H} \times \mathbf{v}) d\tau$ conferito allo spazio τ , nell'unità di tempo, il secondo rappresenta il flusso del vettore $\mathbf{R}$ *entrante*, attraverso la superficie di contorno σ' nello spazio stesso. Questo vettore $\mathbf{R} = \frac{\mathbf{E} \wedge \mathbf{H}}{4\pi A}$, il quale ha le dimensioni di una energia riferita all'unità di superficie e di tempo, è quello che si chiama il *vettore di Poynting* o *vettore radiante*; esso corrisponde ad una grandezza fisica vettoriale diretta, in ogni punto, secondo la normale ad un piano parallelo alla forza elettrica ed alla forza magnetica e che si propaga nello spazio con la stessa velocità $\frac{1}{A}$ con la quale si propagano le perturbazioni elettromagnetiche.

Se τ rappresenta l'intero spazio, il secondo membro della precedente equazione si annulla (perchè $\mathbf{E}$ ed $\mathbf{H}$ all'infinito divengono infinitesimi di second'ordine, e quindi $\mathbf{E} \wedge \mathbf{H}$ è infinitesimo del quarto ordine, mentre il campo d'integrazione diviene infinito di secondo ordine) ed ha luogo il bilancio completo fra i lavori elettromotore e magnetomotore, come dianzi abbiamo visto verificarsi nei sistemi completi di circuiti. Ma è altrettanto chiaro che il bilancio stesso, considerato per una porzione limitata del campo, non si presenta in pareggio, bensì va a saldarsi mediante il contributo che attraverso il contorno viene recato al campo stesso o ad esso sottratto sotto forma di flusso energetico che affluisce o defluisce per mezzo della propagazione del vettore $\mathbf{R}$.

Questa semplicissima deduzione, che contiene embrionalmente tutta l'essenza delle più evolute teorie moderne, basate appunto sulla propagazione energetica di perturbazioni elettromagnetiche locali, è, come si vede, virtualmente e sostanzialmente contenuta nelle formule fondamentali del campo elettromagnetico dettate da Maxwell. Talchè vien fatto di pensare se queste non siano a considerarsi il frutto di una vera divinazione, piuttosto che l'elaborato di mente umana!

Pubblicazioni dell'A. E. I.

NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di porcellana	1,50
più per postali	0,80
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:	
Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente	20,-
più per postali	2,-
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	20,-
più per postali	3,-
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI - Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)	2,50
più per postali	0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	1,-
più per postali	0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	3,-
più per postali	1,-
NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche	4,-
più per postali	1,-

IL SIGNIFICATO DEGLI OPERATORI VETTORIALI E LE EQUAZIONI DI MAXWELL

C. RIMINI

Poichè la trattazione di molte delle questioni più sottili della moderna Elettrotecnica spesso obbliga a far ricorso alle equazioni fondamentali di Maxwell pel campo elettromagnetico ed ai conseguenti sviluppi di calcolo, i quali sono alla loro volta basati sulle proprietà fondamentali dei campi vettoriali, non crediamo del tutto inutile richiamare brevemente tali proprietà, cercando di renderne più intuitiva la essenza mediante rappresentazioni di carattere geometrico e cinematico, atte ad avvicinare i lettori di queste colonne al significato effettivo di simboli i quali, lungi dal corrispondere a semplici astrazioni matematiche, sono invece a ritenersi la traduzione matematica di concetti essenzialmente fisici.

Avvertiamo inoltre che non ultimo scopo di questa nota è quello di richiamare l'attenzione dei lettori sulla opportunità dell'adozione del simbolismo vettoriale nella forma che dovrebbe oramai essere universalmente adottata, come quella che meglio rispecchia i caratteri logici dei corrispondenti algoritmi.

*

1. - L'algebra vettoriale.

La Geometria, la Meccanica e la Fisica, accanto alle grandezze scalari, definibili cioè mediante la considerazione di un numero, offrono molteplici esempi di entità caratterizzate da grandezza, direzione e senso (es., velocità, accelerazioni, forze, ecc.). Spogliando tali enti da ogni loro altro contenuto fisico, si arriva al concetto matematico di *vettore*, di cui si può conseguire una rappresentazione geometrica mediante i vettori geometrici, rappresentabili alla loro volta con segmenti orientati, di cui si lasci indeterminata l'origine ⁽¹⁾.

Compito del calcolo vettoriale è di stabilire per tali enti un opportuno algoritmo operatorio, per quanto è possibile in armonia con l'ordinario algoritmo scalare.

Richiamiamo che per *tensore* o *modulo* di un vettore **a** si intende la grandezza di **a**. Il tensore è dunque una grandezza scalare e sempre positiva. Quando il tensore è nullo, e solo allora, si ha il *vettore nullo*. Se il tensore è uguale ad uno, il vettore dicesi *unitario*.

Definita la somma di due vettori **a** e **b** secondo la regola del parallelogrammo, si dimostra che essa soddisfa a tutte le proprietà formali della somma algebrica:

$$\mathbf{a} + \mathbf{b} = \mathbf{b} + \mathbf{a} \quad \mathbf{a} + \mathbf{0} = \mathbf{0} + \mathbf{a} = \mathbf{a}.$$

E' ovvia l'estensione della definizione di somma al caso di più addendi e si verifica che essa soddisfa alle proprietà associative e commutativa. Si presenta poi facilmente il significato del prodotto

$$m\mathbf{a} = \mathbf{a}m$$

di un vettore **a** per un numero intero e positivo *m*, e tale significato si estende subito al caso di *m* qualunque: il risultato *m***a** è un vettore che differisce da **a** in quanto il suo tensore corrisponde a quello di **a** moltiplicato pel valore assoluto di *m*, ed il verso coincide con quello di **a** o con l'opposto secondochè *m* $\geq$ 0. In particolare, per *m* = -1 si ha il vettore

$$(-1)\mathbf{a} = -\mathbf{a},$$

contrario di **a**, cioè tale che **a** + (-**a**) = **0**, e analogamente si definisce la differenza **a** - **b** identificandola con la somma **a** + (-**b**).

Al prodotto così definito di uno scalare per un vettore competono tutte le proprietà formali del prodotto ordinario, si ha cioè:

$$m\mathbf{a} = \mathbf{a}m, (m+n)\mathbf{a} = m\mathbf{a} + n\mathbf{a}, m(\mathbf{a} + \mathbf{b}) = m\mathbf{a} + m\mathbf{b}.$$

In ogni caso il vettore *m***a** è parallelo ad **a**, e viceversa ogni vettore parallelo ad **a** è rappresentabile sotto la forma di un *multiplo* di **a** secondo un conveniente numero *m*.

⁽¹⁾ Il che equivale a dire che due segmenti paralleli, equiversi e di uguale lunghezza rappresentano il medesimo vettore.

Se **a** e **b** sono due vettori non paralleli, il vettore

$$\mathbf{c} = m\mathbf{a} + n\mathbf{b},$$

qualunque siano i numeri reali *m*, *n*, è parallelo ad ogni piano parallelo ad **a** e **b** cioè è, come si suol dire, *complanare* con **a** e **b** ⁽²⁾; e viceversa, ogni vettore **c** complanare con **a** e **b** si può porre sotto la forma precedente: per convincersene, basta scomporre **c**, con la regola del parallelogrammo, nella somma di due vettori paralleli ad **a** e **b**, i quali, per quanto precede, corrisponderanno a due multipli *m***a**, *n***b** di **a** e **b**. Tali vettori *m***a**, *n***b** si dicono perciò i *componenti* di **c** secondo **a** e **b**.

Analogamente, se **a**, **b**, **c**, sono tre vettori non complanari, ogni vettore **u** è scomponibile nella somma di tre vettori *m***a**, *n***b**, *p***c** (componenti di **u** secondo **a**, **b**, **c**) ordinatamente paralleli a quelli e si ha così:

$$\mathbf{u} = m\mathbf{a} + n\mathbf{b} + p\mathbf{c}.$$

Se, in particolare, **a**, **b**, **c** sono tre vettori unitari **i**, **j**, **k** due a due perpendicolari e costituenti una terna ortogonale positiva (guardando da **k**, la rotazione che da **i** conduce a **j** per l'angolo retto è antioraria), si ha la rappresentazione *cartesiana* di **u**:

$$\mathbf{u} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}$$

e i tre numeri *x*, *y*, *z* diconsi le *coordinate cartesiane* di **u** rispetto alla terna coordinata **i**, **j**, **k**.

Dati due vettori **u** e **v**, hanno grande importanza due speciali formazioni binarie, che si indicano con:

$$\mathbf{u} \times \mathbf{v} \quad \text{e} \quad \mathbf{u} \wedge \mathbf{v},$$

e si denominano rispettivamente *prodotto scalare* (o *interno*) e *prodotto vettoriale* (o *esterno*).

La prima di esse è uno *scalare* il cui valore si ottiene moltiplicando il modulo di uno dei due fattori per quello della proiezione dell'altro sul primo, o ciò che è lo stesso, i moduli dei due fattori pel coseno dell'angolo compreso fra le loro direzioni; la seconda è un *vettore* avente per grandezza l'area di un parallelogrammo avente due lati consecutivi corrispondenti in grandezza e direzione ai vettori **u** e **v** (cioè il prodotto dei moduli di **u** e **v** pel seno dell'angolo convesso fra essi compreso), per direzione quella della perpendicolare ad un piano parallelo ad **u** e **v**, ed il verso tale che da esso appaia positiva la rotazione che conduce da **u** a **v** attraverso l'angolo convesso.

Si verifica che i prodotti così definiti godono della proprietà distributiva rispetto ad entrambi i fattori:

$$\begin{aligned} \mathbf{u} \times (\mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2) &= \mathbf{u} \times \mathbf{v}_1 + \mathbf{u} \times \mathbf{v}_2 & (\mathbf{u}_1 + \mathbf{u}_2) \times \mathbf{v} &= \mathbf{u}_1 \times \mathbf{v} + \mathbf{u}_2 \times \mathbf{v} \\ \mathbf{u} \wedge (\mathbf{v}_1 + \mathbf{v}_2) &= \mathbf{u} \wedge \mathbf{v}_1 + \mathbf{u} \wedge \mathbf{v}_2 & (\mathbf{u}_1 + \mathbf{u}_2) \wedge \mathbf{v} &= \mathbf{u}_1 \wedge \mathbf{v} + \mathbf{u}_2 \wedge \mathbf{v} \end{aligned}$$

e che, essendo *m* uno scalare, si ha pure, come pei prodotti ordinari:

$$\mathbf{u} \times m\mathbf{v} = m\mathbf{u} \times \mathbf{v} = m(\mathbf{u} \times \mathbf{v}) \quad \mathbf{u} \wedge m\mathbf{v} = m\mathbf{u} \wedge \mathbf{v} = m(\mathbf{u} \wedge \mathbf{v});$$

ma, mentre pel primo vale anche la proprietà commutativa:

$$\mathbf{u} \times \mathbf{v} = \mathbf{v} \times \mathbf{u},$$

pel secondo invece la inversione dei fattori fa mutar segno al prodotto:

$$\mathbf{u} \wedge \mathbf{v} = -\mathbf{v} \wedge \mathbf{u},$$

donde segue:

$$\mathbf{u} \wedge \mathbf{u} = \mathbf{0}.$$

Nessuno dei due soddisfa alla legge d'annullamento, e precisamente il prodotto scalare **u** × **v** non si annulla solo per **u** = **0**, oppure **v** = **0**, ma anche quando i fattori sono perpendicolari. Per contro il prodotto **u** ∧ **v** s'annulla non solo per **u** = **0** oppure **v** = **0**, ma anche per **u**, **v** paralleli (infatti per **u** = *m***v** si ha: **u** ∧ **v** = *m***v** ∧ **v** = *m*(**v** ∧ **v**) = *m* · **0** = **0**).

Per i vettori unitari coordinati si ha:

$$\begin{aligned} \mathbf{i} \times \mathbf{i} &= \mathbf{j} \times \mathbf{j} = \mathbf{k} \times \mathbf{k} = \mathbf{0} & \mathbf{j} \times \mathbf{k} &= \mathbf{k} \times \mathbf{i} = \mathbf{i} \times \mathbf{j} = \mathbf{0} \\ \mathbf{i} \wedge \mathbf{i} &= \mathbf{j} \wedge \mathbf{j} = \mathbf{k} \wedge \mathbf{k} = \mathbf{0} & \mathbf{j} \wedge \mathbf{k} &= \mathbf{i}, \mathbf{k} \wedge \mathbf{i} = \mathbf{j}, \mathbf{i} \wedge \mathbf{j} = \mathbf{k}. \end{aligned}$$

Ne segue che se:

$$\mathbf{u} = u_1\mathbf{i} + u_2\mathbf{j} + u_3\mathbf{k} \quad \mathbf{v} = v_1\mathbf{i} + v_2\mathbf{j} + v_3\mathbf{k}$$

⁽²⁾ I segmenti rappresentativi di **a**, **b**, **c** risultano effettivamente complanari, qualora si immaginino spiccati da una comune origine.

sono le rappresentazioni cartesiane di $\mathbf{u}$ e $\mathbf{v}$, sarà:

$$(1) \quad \mathbf{u} \times \mathbf{v} = u_1 v_2 - u_2 v_1 \mathbf{i} + (u_3 v_1 - u_1 v_3) \mathbf{j} + (u_1 v_2 - u_2 v_1) \mathbf{k}.$$

Per ricordare facilmente queste formule, basta osservare che il prodotto scalare $\mathbf{u} \cdot \mathbf{v}$ si ottiene sostituendo, nell'espressione cartesiana di uno di essi, ad $\mathbf{i}$, $\mathbf{j}$, $\mathbf{k}$ le coordinate dell'altro, mentre il prodotto vettoriale corrisponde al determinante:

$$(2') \quad \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ u_1 & u_2 & u_3 \\ v_1 & v_2 & v_3 \end{vmatrix}.$$

Questa espressione anzi mette subito in evidenza che il prodotto $\mathbf{u} \wedge \mathbf{v}$ muta segno mutando l'ordine dei fattori, e si annulla quando i fattori sono paralleli.

Se $\mathbf{a}$ è un vettore unitario, $\mathbf{u} \times \mathbf{a}$ è la grandezza della proiezione del vettore $\mathbf{u}$ nella direzione $\mathbf{a}$. La proiezione stessa è un vettore rappresentato da

$$(\mathbf{u} \times \mathbf{a}) \cdot \mathbf{a},$$

mentre la componente di $\mathbf{u}$ normale ad $\mathbf{a}$ sarà:

$$\mathbf{u} - (\mathbf{u} \times \mathbf{a}) \cdot \mathbf{a}.$$

Il prodotto scalare di un vettore $\mathbf{u}$ per sè stesso si suole indicare con $\mathbf{u}^2$ ed equivale al quadrato del modulo:

$$\mathbf{u}^2 = \mathbf{u} \times \mathbf{u} = (\text{mod } \mathbf{u})^2.$$

Le moltiplicazioni scalare ($\times$) e vettoriale ($\wedge$) applicate a tre fattori $\mathbf{u}$, $\mathbf{v}$, $\mathbf{w}$ danno luogo a varie combinazioni, delle quali hanno significato solo quelle dei tipi seguenti:

$$\mathbf{u} \times (\mathbf{v} \wedge \mathbf{w}), (\mathbf{u} \wedge \mathbf{v}) \times \mathbf{w}, \mathbf{u} \wedge (\mathbf{v} \wedge \mathbf{w}), (\mathbf{u} \wedge \mathbf{v}) \wedge \mathbf{w}.$$

Le prime due coincidono in un unico scalare, che si denomina *prodotto misto* dei tre vettori $\mathbf{u}$, $\mathbf{v}$, $\mathbf{w}$ nell'ordine scritto. Senza ambiguità si possono sopprimere le parentesi e scrivere:

$$\mathbf{u} \times \mathbf{v} \wedge \mathbf{w} \quad \mathbf{u} \wedge \mathbf{v} \times \mathbf{w}.$$

Dalla doppia regola mnemonica dianzi ricordata, si deduce che ciascuna di queste due espressioni equivale al determinante:

$$\begin{vmatrix} u_1 & u_2 & u_3 \\ v_1 & v_2 & v_3 \\ w_1 & w_2 & w_3 \end{vmatrix}.$$

Segue subito che il prodotto misto muta segno permutando due fattori, mentre rimane inalterato permutando i due segni $\times$ e $\wedge$. Di conseguenza esso è nullo se i tre vettori sono complanari; e solo allora, perchè la condizione di complanarità coincide con quella affinché il determinante scritto sia nullo⁽³⁾. In ogni caso il prodotto misto corrisponde al volume di un parallelepipedo i cui spigoli sono eguali ai tre fattori.

Il doppio prodotto vettoriale $(\mathbf{u} \wedge \mathbf{v}) \wedge \mathbf{w}$ è un vettore complanare con $\mathbf{u}$, $\mathbf{v}$ ed evidentemente esso differisce sostanzialmente da $\mathbf{u} \wedge (\mathbf{v} \wedge \mathbf{w})$, che è invece complanare con $\mathbf{v}$, $\mathbf{w}$. Si dimostra che è:

$$(3) \quad (\mathbf{u} \wedge \mathbf{v}) \wedge \mathbf{w} = (\mathbf{u} \times \mathbf{w}) \cdot \mathbf{v} - (\mathbf{v} \times \mathbf{w}) \cdot \mathbf{u}$$

donde si deduce:

$$(3') \quad \mathbf{u} \wedge (\mathbf{v} \wedge \mathbf{w}) = -(\mathbf{v} \wedge \mathbf{w}) \wedge \mathbf{u} = (\mathbf{u} \times \mathbf{w}) \cdot \mathbf{v} - (\mathbf{u} \times \mathbf{v}) \cdot \mathbf{w}.$$

Da queste formule si trae la identità notevole:

$$\mathbf{u} \wedge (\mathbf{v} \wedge \mathbf{w}) + \mathbf{v} \wedge (\mathbf{w} \wedge \mathbf{u}) + \mathbf{w} \wedge (\mathbf{u} \wedge \mathbf{v}) = 0.$$

2. - I campi vettoriali e gli operatori differenziali grad, div, rot.

Quando un vettore $\mathbf{u}$ è funzione di una o più variabili indipendenti di carattere scalare, è ovvia la estensione del concetto di differenziale, parziale o totale, di derivata, ecc.

Si avrà manifestamente:

$$\begin{aligned} d\mathbf{u} &= du_1 \cdot \mathbf{i} + du_2 \cdot \mathbf{j} + du_3 \cdot \mathbf{k} \\ d(\mathbf{u} + \mathbf{v}) &= d\mathbf{u} + d\mathbf{v} \\ d(\mathbf{u} \times \mathbf{v}) &= d\mathbf{u} \times \mathbf{v} + \mathbf{u} \times d\mathbf{v} \\ d(\mathbf{u} \wedge \mathbf{v}) &= d\mathbf{u} \wedge \mathbf{v} + \mathbf{u} \wedge d\mathbf{v} \end{aligned}$$

⁽³⁾ Come è noto, se un determinante è nullo, una linea è combinazione lineare delle altre, o viceversa.

essendo i differenziali presi rispetto ad una qualunque delle variabili indipendenti. E' chiaro che i differenziali $d\mathbf{u}$, $d\mathbf{v}$ ecc. sono dei vettori infinitesimi.

Nelle applicazioni interessa particolarmente il caso in cui il vettore $\mathbf{u}$ è funzione dei punti P dello spazio. Si potrebbe ancora intendere $\mathbf{u}$ funzione, in questo caso, delle coordinate di P rispetto ad un sistema cartesiano, ma giova meglio, considerando il vettore geometrico $\mathbf{r}$ avente l'estremo in P e l'origine in un punto fisso O , ritenere $\mathbf{u}$ funzione di $\mathbf{r}$. Si perviene così al concetto di *campo vettoriale*, che si può considerare come un vettore funzione di un altro vettore riguardato come variabile indipendente:

$$\mathbf{u} = f(\mathbf{r}).$$

Seguendo il concetto precedente, è assai facile definire i differenziali e le derivate di $\mathbf{u}$ rispetto alle singole derivate di $\mathbf{r}$ (che sono poi le coordinate del punto P , cioè, in definitiva, le effettive variabili indipendenti), ma ben più arduo è il definire

la derivata $\frac{d\mathbf{u}}{d\mathbf{r}}$ di $\mathbf{u}$ rispetto al vettore $\mathbf{r}$. Anzi la cosa è im-

possibile valendosi di soli scalari e vettori; più precisamente la derivata di $\mathbf{u}$ rispetto ad $\mathbf{r}$ risulta essere un *operatore* particolare che applicato a vettori, produce vettori. Esso anzi appartiene a quel tipo speciale di operatori che si denominano *omografie vettoriali*.

Tuttavia, per l'analisi infinitesimale di un campo vettoriale, almeno per quanto concerne le più semplici applicazioni alla Meccanica e alla Fisica, è sufficiente la considerazione di alcune particolari formazioni differenziali (funzioni della omografia

$\frac{d\mathbf{u}}{d\mathbf{r}}$), cui si perviene nel modo più rapido introducendo il cosiddetto *vettore simbolico* ∇ (impropriamente detto anche *operatore*) di Hamilton. La sua espressione cartesiana è:

$$\nabla = \mathbf{i} \frac{\partial}{\partial x} + \mathbf{j} \frac{\partial}{\partial y} + \mathbf{k} \frac{\partial}{\partial z}$$

cioè le coordinate di ∇ sono i segni di derivazione parziale rispetto alle coordinate. Il vettore ∇ non ha di per sè significato alcuno, mentre essendo φ , $\mathbf{u}$ rispettivamente uno scalare ed un vettore funzione dei punti P dello spazio, o, se si vuole, del vettore $\mathbf{r}$, sono ben definiti i risultati dei prodotti:

$$\nabla \varphi, \quad \nabla \times \mathbf{u}, \quad \nabla \wedge \mathbf{u}.$$

Il primo è un vettore cui si dà il nome di *gradiente* di φ e si indica con:

$$(4) \quad \text{grad } \varphi = \nabla \varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial x} \mathbf{i} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \mathbf{j} + \frac{\partial \varphi}{\partial z} \mathbf{k};$$

il secondo è uno scalare, la *divergenza* di $\mathbf{u}$:

$$(5) \quad \text{div } \mathbf{u} = \nabla \times \mathbf{u} = \frac{\partial u_1}{\partial x} + \frac{\partial u_2}{\partial y} + \frac{\partial u_3}{\partial z};$$

il terzo è un vettore, la *rotazione* di $\mathbf{u}$:

$$(6) \quad \text{rot } \mathbf{u} = \nabla \wedge \mathbf{u} = \left(\frac{\partial u_3}{\partial y} - \frac{\partial u_2}{\partial z} \right) \mathbf{i} + \left(\frac{\partial u_1}{\partial z} - \frac{\partial u_3}{\partial x} \right) \mathbf{j} + \left(\frac{\partial u_2}{\partial x} - \frac{\partial u_1}{\partial y} \right) \mathbf{k} = \begin{vmatrix} \mathbf{i} & \mathbf{j} & \mathbf{k} \\ \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \\ u_1 & u_2 & u_3 \end{vmatrix}.$$

Mediante il vettore ∇ restano dunque definiti i tre operatori grad, div, rot, dei quali il primo opera su numeri producendo vettori, il secondo opera su vettori producendo numeri, il terzo opera su vettori producendo vettori⁽⁴⁾. Tutti questi operatori hanno manifestamente carattere lineare, cioè si ha:

$$\text{grad}(\varphi_1 + \varphi_2 + \dots) = \text{grad } \varphi_1 + \text{grad } \varphi_2 + \dots$$

$$\text{div}(\mathbf{u}_1 + \mathbf{u}_2 + \dots) = \text{div } \mathbf{u}_1 + \text{div } \mathbf{u}_2 + \dots$$

$$\text{rot}(\mathbf{u}_1 + \mathbf{u}_2 + \dots) = \text{rot } \mathbf{u}_1 + \text{rot } \mathbf{u}_2 + \dots$$

⁽⁴⁾ Numero e vettore qui significano rispettivamente funzione scalare e funzione vettoriale dei punti dello spazio.

Si noti che grad, div, rot sono veri e propri operatori, che corrispondono ai simboli ∇ , $\nabla \times$, $\nabla \wedge$; mentre il simbolo ∇ non è un operatore. E' poi evidente che i tre operatori predetti sono essenzialmente distinti.

Dalle definizioni qui poste degli operatori grad, div, rot sembra che essi dipendano dal sistema di riferimento, ma si potrebbe dimostrare che ciò non è e che quindi gli stessi operatori sono suscettibili di definizione assoluta.

Il vettore simbolico ∇ si comporta nei calcoli come un vettore ordinario. Siccome poi esso ha la struttura di una derivata, quando si trovi seguito da un'ente funzione di più variabili, darà luogo ad un risultato analogo a quello che si ottiene per le funzioni di più variabili in calcolo. Si avrà cioè:

$$\begin{aligned}\text{grad } \varphi(f_1, f_2, \dots) &= \nabla \varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial f_1} \nabla f_1 + \frac{\partial \varphi}{\partial f_2} \nabla f_2 + \dots = \\ &= \frac{\partial \varphi}{\partial f_1} \text{grad } f_1 + \frac{\partial \varphi}{\partial f_2} \text{grad } f_2 + \dots \\ \text{div } \mathbf{u}(f_1, f_2, \dots) &= \nabla \times \mathbf{u} = \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial f_1} \times \nabla f_1 + \\ &+ \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial f_2} \nabla f_2 + \dots = \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial f_1} \times \text{grad } f_1 + \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial f_2} \times \text{grad } f_2 + \dots \\ \text{rot } \mathbf{u}(f_1, f_2, \dots) &= \nabla \wedge \mathbf{u} = \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial f_1} \wedge \nabla f_1 + \\ &+ \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial f_2} \wedge \nabla f_2 + \dots = \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial f_1} \wedge \text{grad } f_1 + \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial f_2} \wedge \text{grad } f_2 + \dots\end{aligned}$$

Quando invece esso si trovi seguito da un prodotto, il risultato si comporrà di due parti, in ciascuna delle quali uno dei fattori deve ritenersi costante rispetto alle derivazioni da esso ∇ simboleggiare; nello scriverle occorrerà, per evitare equivoci, far sì che ∇ preceda sempre il solo elemento sul quale opera, avendo cura di mutar segno a quei termini in cui, per ottenere lo scopo, sia stato necessario invertire due elementi separati dal segno $\wedge$. In tal modo si ottengono ad es., le formole seguenti:

$$\begin{aligned}\nabla(q_1 q_2) &= q_2 \cdot \nabla q_1 + q_1 \cdot \nabla q_2 \\ \nabla \times (q \mathbf{u}) &= q \cdot \nabla \times \mathbf{u} + \nabla q \cdot \mathbf{u} \\ \nabla \wedge (q \mathbf{u}) &= q \cdot \nabla \wedge \mathbf{u} + \nabla q \wedge \mathbf{u} \\ \nabla \times (\mathbf{u} \wedge \mathbf{v}) &= (\nabla \times \mathbf{u} \wedge \mathbf{v})_{\mathbf{v}=\text{cost.}} + (\nabla \times \mathbf{u} \wedge \mathbf{v})_{\mathbf{u}=\text{cost.}} = \\ &= \mathbf{v} \times \nabla \wedge \mathbf{u} - \mathbf{u} \times \nabla \wedge \mathbf{v}\end{aligned}$$

le quali possono utilmente servire come mezzo mnemonico per stabilire le seguenti identità vettoriali, le quali non sono altro che la traduzione di quelle:

$$(7) \quad \begin{cases} \text{grad } (q_1 q_2) = q_2 \text{grad } q_1 + q_1 \text{grad } q_2 \\ \text{div } (q \mathbf{u}) = q \text{div } \mathbf{u} + \text{grad } q \cdot \mathbf{u} \\ \text{rot } (q \mathbf{u}) = q \text{rot } \mathbf{u} + \text{grad } q \wedge \mathbf{u} \\ \text{div } (\mathbf{u} \wedge \mathbf{v}) = \mathbf{v} \times \text{rot } \mathbf{u} - \mathbf{u} \times \text{rot } \mathbf{v} \end{cases}$$

e che spessissimo ricorrono in tutte le questioni di Fisica matematica.

Dalle tre ultime, se per $\mathbf{u}$ si pone un vettore costante $\mathbf{a}$ ($\text{div } \mathbf{a} = 0$, $\text{rot } \mathbf{a} = 0$); si hanno le formole seguenti:

$$(7)' \quad \begin{cases} \text{div } (q \mathbf{a}) = \text{grad } q \cdot \mathbf{a} \\ \text{rot } (q \mathbf{a}) = \text{grad } q \wedge \mathbf{a} \\ \text{div } (\mathbf{v} \wedge \mathbf{a}) = \text{rot } \mathbf{v} \times \mathbf{a} \end{cases}$$

Se $\mathbf{a}$ è vettore unitario, la prima e l'ultima permettono di calcolare la proiezione di $\text{grad } q$ e $\text{rot } \mathbf{v}$ nella direzione di $\mathbf{a}$.

Ponendo $q = \text{div } \mathbf{u}$ nella seconda, $\mathbf{v} = \text{rot } \mathbf{u}$ nella quarta, si ottengono le formole notevoli:

$$(7)'' \quad \begin{cases} \text{div } (\mathbf{u} \text{div } \mathbf{u}) = (\text{div } \mathbf{u})^2 + \mathbf{u} \times \text{grad } \text{div } \mathbf{u} \\ \text{div } (\mathbf{u} \wedge \text{rot } \mathbf{u}) = (\text{rot } \mathbf{u})^2 - \mathbf{u} \times \text{rot } \text{rot } \mathbf{u} \end{cases}$$

che si utilizzano nella Teoria matematica dell'Elasticità.

La moltiplicazione del vettore ∇ per scalari o vettori derivanti alla loro volta dall'applicazione degli operatori grad , div , rot , conduce alla considerazione di prodotti di tre fattori di cui due coincidono con ∇ , e che manifestamente rappresentano formazioni (scalari o vettoriali) differenziali del secondo ordine. E' da notarsi che

$$\nabla \wedge \nabla = 0,$$

mentre

$$\nabla \times \nabla = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

è uno scalare simbolico (quadrato del modulo di ∇) che, moltiplicato per uno scalare q o per un vettore $\mathbf{u}$, produce rispettivamente lo scalare

$$\nabla^2 q = \frac{\partial^2 q}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 q}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 q}{\partial z^2}$$

ed il vettore:

$$\nabla^2 \mathbf{u} = \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial z^2} = \nabla^2 u_1 \mathbf{i} + \nabla^2 u_2 \mathbf{j} + \nabla^2 u_3 \mathbf{k}.$$

Lasciandosi guidare dall'analogia col calcolo vettoriale ordinario, si giunge così alle formole fondamentali seguenti:

$$\nabla \times \nabla \varphi = \nabla^2 \varphi, \quad \nabla \wedge \nabla \varphi = (\nabla \wedge \nabla) \varphi = 0, \quad \nabla \times \nabla \wedge \mathbf{u} = 0,$$

di cui la seconda si giustifica ritenendo il vettore $\nabla \varphi$ parallelo a ∇ , e la terza ritenendo che il prodotto misto a primo membro ha i primi due fattori coincidenti.

Si ha ancora, ricordando l'espressione del doppio prodotto vettoriale:

$$\nabla \wedge (\nabla \wedge \mathbf{u}) = \nabla \cdot (\nabla \times \mathbf{u}) - (\nabla \times \nabla) \mathbf{u} = \nabla \cdot (\nabla \times \mathbf{u}) - \nabla^2 \mathbf{u}.$$

In forma ordinaria, le quattro equazioni scritte esprimono le seguenti quattro identità differenziali del 2° ordine, che del resto è agevole verificare direttamente:

$$(8) \quad \begin{aligned} \text{div grad } \varphi &= \nabla^2 \varphi, \quad \text{rot grad } \varphi = 0, \quad \text{div rot } \mathbf{u} = 0, \\ \text{rot rot } \mathbf{u} &= \text{grad div } \mathbf{u} - \nabla^2 \mathbf{u}. \end{aligned}$$

Interessa notare anche la identità:

$$\nabla \times (\psi \cdot \nabla \varphi) = \psi \cdot (\nabla \times \nabla \varphi) + \nabla \cdot \varphi \times \nabla \cdot \varphi$$

che si ottiene applicando l'operatore $\nabla \times$ al vettore $\psi \cdot \nabla \varphi$ con la solita regola per l'applicazione di ∇ ad un prodotto. Essa equivale all'altra:

$$(9) \quad \text{div } (\psi \text{grad } \varphi) = \psi \cdot \nabla^2 \varphi + \text{grad } \varphi \cdot \text{grad } \psi$$

e si può dedurre direttamente dalla seconda delle (7) ponendo $\mathbf{u} = \text{grad } \varphi$.

Non è però a credersi che con gli operatori div , grad , rot , con la loro ripetizione e col ∇^2 si possano esprimere tutti i risultati dell'applicazione degli stessi div , grad , rot e prodotti di vettori. Basterà citare ad esempio le combinazioni:

$$\text{grad } (\mathbf{u} \times \mathbf{v}), \quad \text{grad } (\mathbf{u} \times \mathbf{v} \wedge \mathbf{w}), \quad \text{rot } (\mathbf{u} \wedge \mathbf{v}),$$

la cui espressione generale non può darsi se non facendo ricorso alle omografie vettoriali.

E' ben nota la importanza che gli operatori grad , div , rot hanno nelle applicazioni del calcolo vettoriale alle questioni di Meccanica dei solidi e dei fluidi, di Elasticità, di Eletticità e Magnetismo. Tale importanza risiede soprattutto in ciò che, in grazia di essi, si possono definire taluni elementi di un campo vettoriale, la cui conoscenza permette di risalire a quella del campo stesso, purchè si diano le cosiddette condizioni terminali. In termini precisi: un campo vettoriale è determinato in una regione (*) quando in ogni punto di questa siano note la div e la rot , nonchè i valori del campo stesso nei punti della superficie σ che limita il campo, analogamente a quel che avviene per una funzione scalare di cui siano note le derivate ed i valori terminali.

Hanno particolare importanza quei campi vettoriali che si possono rappresentare come grad di uno scalare q , e quelli che si possono considerare come la rot di un campo $\mathbf{u}$; i primi, in virtù della seconda delle (8), hanno nulla la rot , i secondi, per la terza delle (8) stesse, hanno nulla la div . Di essi ci occuperemo diffusamente nei paragrafi seguenti.

Si dimostra (teorema di Clebsch) che un campo $\mathbf{u}$ qualunque dato in una certa regione di spazio nella quale è regolare con le sue derivate prime e seconde (6) è sempre rappresentabile con

$$\mathbf{u} = \text{grad } q + \text{rot } \mathbf{v},$$

cioè è scomponibile nella somma di due campi del tipo suindicato, i quali alla loro volta risultano determinati dalla conoscenza in tutti i punti della regione di $\text{div } \mathbf{u}$ (dal cui valore dipende la costruzione della funzione q) e di $\text{rot } \mathbf{u}$ (da cui analogamente dipende la costruzione del vettore $\mathbf{v}$). Lo scalare q e il vettore $\mathbf{v}$ corrispondono rispettivamente alla funzione potenziale ed al vettore potenziale delle due parti che compongono il vettore $\mathbf{u}$.

(*) Che supponiamo, per semplicità, aciclica, cioè tale che ogni linea congiungente due punti della regione sia tutta contenuta nella regione stessa.

(6) Veramente qui si suppone troppo: il teorema è vero anche quando il campo presenti talune irregolarità. Per questi argomenti rimandiamo il lettore ai trattati speciali.

Per ciò noi vogliamo qui studiare l'effettivo significato degli operatori vettoriali e cercare di formarci di essi una chiara immagine, il che ci permetterà di penetrare l'intima costituzione dei campi vettoriali e renderci esatto conto delle loro fondamentali proprietà.

3. - L'operatore grad e i campi lamellari.

Se q è una funzione regolare e ad un sol valore dei punti della regione di spazio considerata τ , è assai facile rendersi conto dei caratteri del vettore $\mathbf{u} = \text{grad } q$.

Consideriamo all'uopo le superficie $q = \text{cost.}$ La famiglia da esse costituita ha tale distribuzione che per ogni punto della regione τ passa una sola superficie della famiglia stessa, nè può accadere che due superficie corrispondenti a due diversi valori della costante abbiano punti comuni. La funzione q , presa negativamente, prende il nome di funzione potenziale del vettore $\mathbf{u} = \text{grad } q$, e le superficie $q = \text{cost.}$ lungo le quali è costante il potenziale, diconsi superficie equipotenziali o di livello. Esse, per quanto precede, dividono la regione τ in strati, e perciò il campo vettoriale $\mathbf{u}$ si dice *lamellare*.

La definizione geometrica degli elementi caratteristici del vettore $\mathbf{u}$ segue subito: se P_0 è un punto generico e P_1 un punto ad esso vicino, $q = q_0$ e $q_1 = q_1$ sono le superficie di livello passanti per essi, la differenza di livello fra i due punti è $q_1 - q_0$ (¹). Il rapporto $\frac{q_1 - q_0}{P_0 P_1}$ tende, per $P_0 P_1 \rightarrow 0$, ad un limite il quale in generale dipende dalla direzione di $P_0 P_1$. Tale limite si chiama la derivata di q nella direzione stessa, e si calcola agevolmente, pensando che lungo la curva descritta da P_1 le coordinate x, y, z di P_1 sono funzioni di una sola variabile, per la quale si può assumere l'arco $P_0 P_1$ che indichiamo con s , e si ha:

$$\frac{dq}{ds} = \frac{\partial q}{\partial x} \frac{dx}{ds} + \frac{\partial q}{\partial y} \frac{dy}{ds} + \frac{\partial q}{\partial z} \frac{dz}{ds} = \alpha \frac{\partial q}{\partial x} + \beta \frac{\partial q}{\partial y} + \gamma \frac{\partial q}{\partial z}$$

essendo α, β, γ i coseni direttori della direzione s , cioè le componenti del vettore unitario:

$$\mathbf{s} = \alpha \mathbf{i} + \beta \mathbf{j} + \gamma \mathbf{k}$$

diretto secondo la tangente alla linea descritta da P_1 , cioè secondo la direzione $P_0 P_1$ dianzi considerata.

La precedente, in virtù delle (1) e (4), corrisponde a

$$\frac{dq}{ds} = \mathbf{s} \times \text{grad } q$$

sotto la quale forma essa esprime che la variazione unitaria (derivata) della funzione q nella direzione $\mathbf{s}$ equivale alla componente lungo tale direzione del vettore $\text{grad } q$. Ne segue che il modulo di questo vettore misura il massimo valore di detta variazione e che la sua direzione coincide con quella secondo cui la variazione stessa ha luogo con la massima rapidità. Tale direzione è manifestamente quella della normale alla superficie $q = q_0$, perchè la proiezione di $\text{grad } q$ in qualunque direzione tangente a questa superficie, dovendo uguagliare la corrispondente variazione di q , è nulla.

Il campo vettoriale $\mathbf{u}$ è completamente definito, nota che sia la funzione q ed anzi, una volta tracciate le superficie equipotenziali $q = \text{cost.}$, risulta geometricamente chiara la distribuzione del vettore stesso, mediante la divisione in strati del campo τ . Se infatti le superficie equipotenziali tracciate corrispondono a valori equidifferenti della costante, si avrà che la direzione della normale a tali superficie coincide con la direzione di $\mathbf{u}$ in ogni punto, non solo, ma inoltre che la maggiore o minore grandezza di $\mathbf{u}$ risulta rappresentata dal maggiore o minore addensamento delle superficie equipotenziali intorno al punto, analogamente a quel che avviene coi piani quotati in topografia, mediante i quali dalla direzione della normale alle linee di livello e dalla frequenza di queste si deduce la direzione della massima pendenza ed il valore di essa.

4. - L'operatore div e il teorema della divergenza. - Flussi e campi solenoidali.

Sia $\mathbf{u}$ un campo vettoriale qualunque, cioè $\mathbf{u}$ un vettore funzione dei punti P dello spazio. Attribuiremo, in via d'immagine, ad $\mathbf{u}$ il significato di velocità di cui è animato il punto P cui esso si riferisce, dimodochè, detto δt un tempo elementare,

$\mathbf{u} \delta t$ starà a rappresentare lo spostamento elementare del punto P stesso. Ciò porta a ritenere che lo spazio entro cui è definito $\mathbf{u}$ sia occupato da un mezzo, pel quale è possibile il sistema di spostamenti definito da $\mathbf{u} \delta t$; quindi esso sarà a considerarsi dotato di proprietà tali che conferiscano la massima indipendenza alle singole particelle che lo compongono; cioè, in generale, fluido.

Se x, y, z sono le coordinate del punto P , o del vettore

$$\mathbf{r} = x \mathbf{i} + y \mathbf{j} + z \mathbf{k},$$

che è geometricamente rappresentato dalla congiungente l'origine con P , e analogamente x', y', z' quelle del punto P' in cui P va a portarsi in seguito allo spostamento supposto, pel quale definiremo in modo analogo il vettore:

$$\mathbf{r}' = x' \mathbf{i} + y' \mathbf{j} + z' \mathbf{k},$$

si avrà senz'altro:

$$\mathbf{r}' = \mathbf{r} + \mathbf{u} \cdot \delta t,$$

cioè, in forma cartesiana:

$$\begin{cases} x' = x + u_1 \delta t \\ y' = y + u_2 \delta t \\ z' = z + u_3 \delta t \end{cases}$$

Per studiare l'andamento delle cose nell'intorno di un punto P_0 , trasportiamo ivi l'origine, e sviluppiamo le espressioni precedenti secondo x, y, z , mantenendo i soli termini di primo grado rispetto a queste variabili. Avremo:

$$\begin{cases} x' = u_{10} \cdot \delta t + (1 + u_{11} \delta t) \cdot x + u_{12} \delta t \cdot y + u_{13} \delta t \cdot z \\ y' = u_{20} \cdot \delta t + u_{21} \delta t \cdot x + (1 + u_{22} \delta t) \cdot y + u_{23} \delta t \cdot z \\ z' = u_{30} \cdot \delta t + u_{31} \delta t \cdot x + u_{32} \delta t \cdot y + (1 + u_{33} \delta t) \cdot z \end{cases}$$

avendo posto:

$$\mathbf{u}(P_0) = u_{10} \mathbf{i} + u_{20} \mathbf{j} + u_{30} \mathbf{k}$$

$$u_{r1} = \left(\frac{\partial u_r}{\partial x} \right)_0, \quad u_{r2} = \left(\frac{\partial u_r}{\partial y} \right)_0, \quad u_{r3} = \left(\frac{\partial u_r}{\partial z} \right)_0 \quad (r = 1, 2, 3)$$

dove l'indice 0 sta ad indicare il valore delle rispettive grandezze nel punto P_0 .

Le formule precedenti permettono di descrivere geometricamente la corrispondenza fra P e P' : essendo essa lineare intera rispetto alle coordinate dei due punti, ne segue che se P descrive una retta o un piano, altrettanto avviene per P' , a rette e piani paralleli descritti da P corrispondono rette e piani paralleli descritti da P' ; se P varia entro un parallelepipedo, anche P' riempirà un altro parallelepipedo; la corrispondenza fra P e P' è cioè una *affinità* dello spazio.

Ciò posto, proponiamoci di calcolare le alterazioni volumetriche prodotte dalla corrispondenza stessa. All'uopo considereremo, nel sistema P , un tetraedro $P_0 P_1 P_2 P_3$ avente uno dei vertici nell'origine. Se $x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2; x_3, y_3, z_3$ sono le coordinate di P_1, P_2, P_3 , il volume V del tetraedro sarà dato da:

$$6V = \begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \\ x_3 & y_3 & z_3 \end{vmatrix}.$$

Se ora, calcolate le coordinate x'_r, y'_r, z'_r ($r = 0, 1, 2, 3$) dei vertici del tetraedro trasformato, andiamo a valutare il volume V' di questo, avremo:

$$6V' = \begin{vmatrix} x'_0 & y'_0 & z'_0 & 1 \\ x'_1 & y'_1 & z'_1 & 1 \\ x'_2 & y'_2 & z'_2 & 1 \\ x'_3 & y'_3 & z'_3 & 1 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} x'_1 - x'_0 & y'_1 - y'_0 & z'_1 - z'_0 \\ x'_2 - x'_0 & y'_2 - y'_0 & z'_2 - z'_0 \\ x'_3 - x'_0 & y'_3 - y'_0 & z'_3 - z'_0 \end{vmatrix}.$$

e si vede subito che l'ultimo determinante scritto equivale al prodotto dei due determinanti:

$$\begin{vmatrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \\ x_3 & y_3 & z_3 \end{vmatrix} \mathbf{e} \begin{vmatrix} 1 + u_{11} \delta t & u_{12} \delta t & u_{13} \delta t \\ u_{21} \delta t & 1 + u_{22} \delta t & u_{23} \delta t \\ u_{31} \delta t & u_{32} \delta t & 1 + u_{33} \delta t \end{vmatrix}.$$

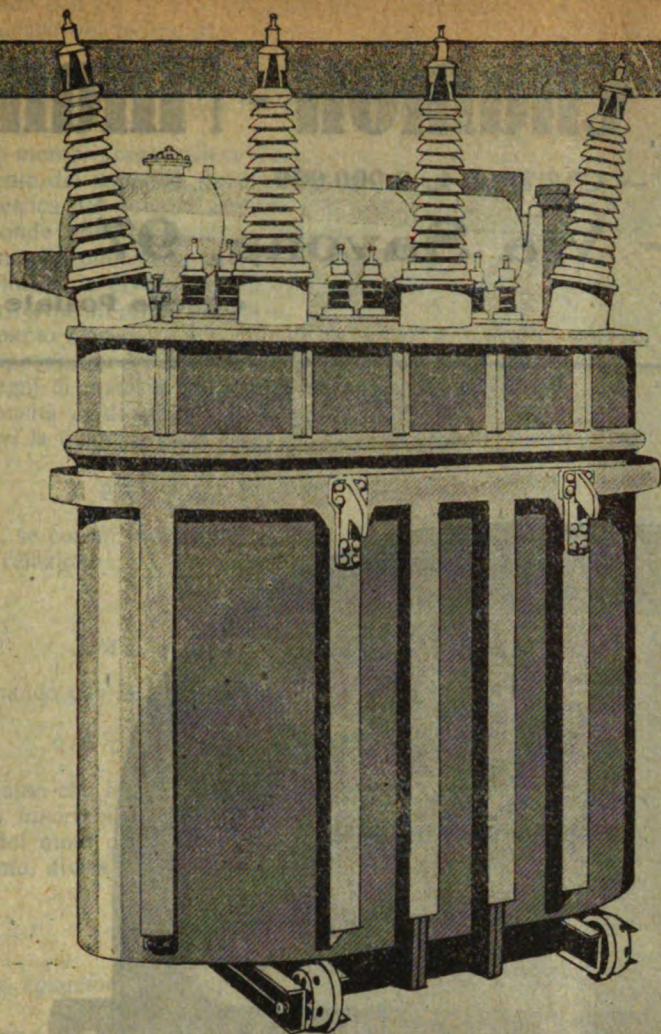
Il secondo determinante, trascurando i termini in δt^2 e δt^3 , si riduce a:

$$1 + (u_{11} + u_{22} + u_{33}) \delta t,$$

quindi, in definitiva, si ha:

$$\frac{V'}{V} = 1 + (u_{11} + u_{22} + u_{33}) \delta t,$$

(¹) Cioè il *gradus* (passo) che occorre fare per raggiungere P_1 da P_0 , donde il nome di gradiente.



Il perfetto raffreddamento nei Trasformatori

Il Gargoyle Transformer Oil A - olio isolante classico della Vacuum Oil Company, per trasformatori ed interruttori ad alta tensione - è il risultato di una lunghissima esperienza, fatta fin dalle origini sopra tutti i tipi di trasformatori fabbricati nel mondo intero.

Esso è assolutamente privo di acidità, assicurando così la perfetta conservazione degli isolanti ed ha il più alto punto di infiammabilità, per evitare la formazione di vapori. La sua fluidità unita al minimo attrito molecolare interno ed al suo maggiore calore specifico, assicurano al trasformatore un regime di temperatura sempre inferiore a quello ottenuto con qualsiasi altro olio.

Infine il Gargoyle Transformer Oil A possiede la massima resistenza all'ossidazione, sì da poter restare in funzione anche per oltre 10 anni senza necessità di ricambio.

Per maggiori dettagli rivolgetevi alla nostra più vicina Agenzia.

*La marca di olio isolante più in uso nel
mondo intero è incontestabilmente il:*



Transformer Oil A

Agenzie Regionali:

Genova, Torino, Milano, Venezia, Trieste,
Bologna, Firenze, Roma, Napoli, Palermo.

VACUUM OIL COMPANY. S.A.I.

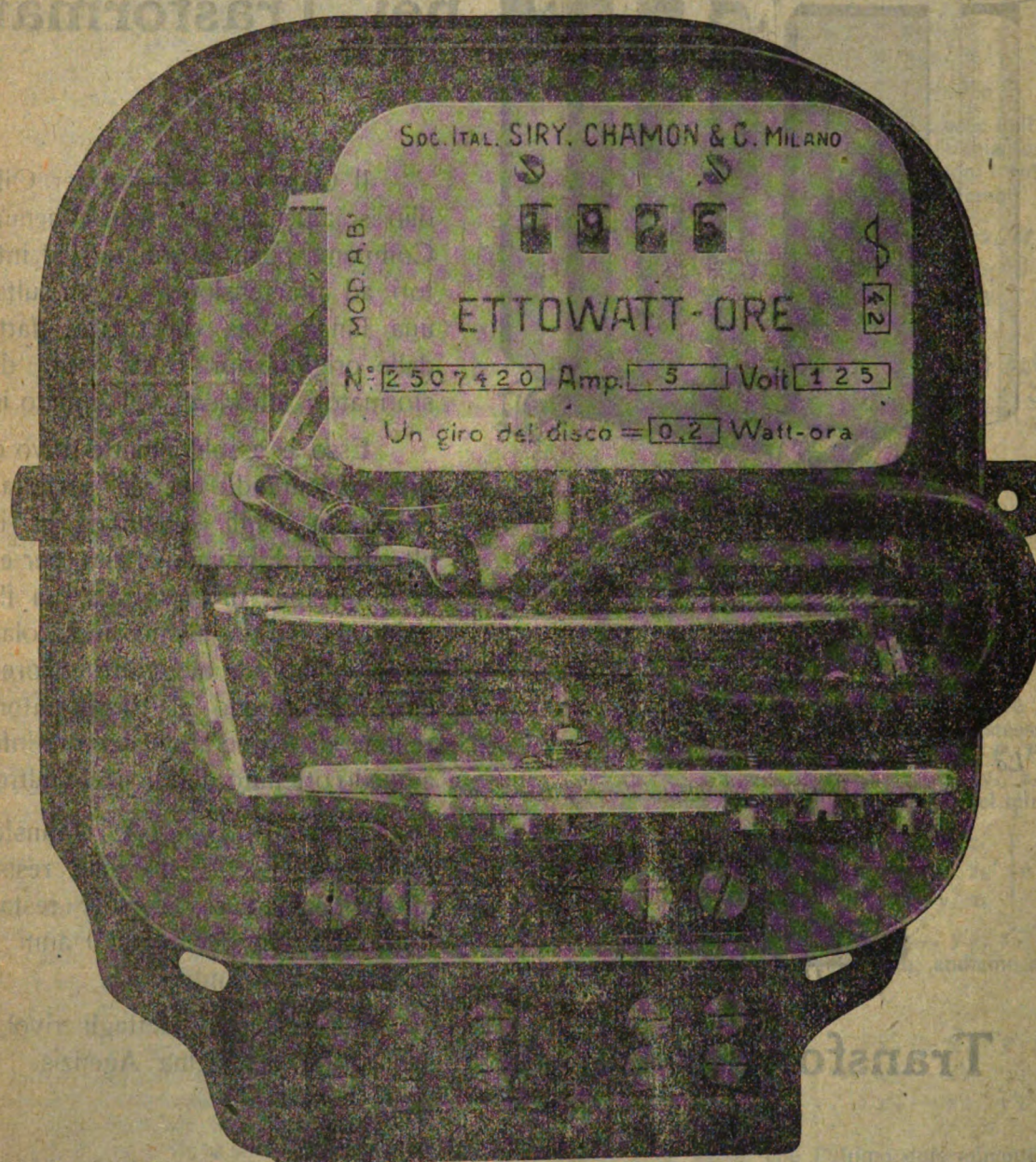
Stabilimenti Siry Chamon - Milano

SOCIETÀ ANONIMA — CAPITALE L. 9.000.000

MILANO (36) - Via Savona, 97

Telefoni: 30151 — 30156

Casella Postale 968



(116)

CONTATORI ELETTRICI di ogni sistema
e per ogni tipo di corrente

cioè, indicando con $\delta V = V' - V$ l'alterazione volumetrica subita dal tetraedro nel tempo δt :

$$\frac{1}{V} \cdot \frac{\delta V}{\delta t} = u_{11} + u_{22} + u_{33} = \left(\frac{\partial u_1}{\partial x} \right)_0 + \left(\frac{\partial u_2}{\partial y} \right)_0 + \left(\frac{\partial u_3}{\partial z} \right)_0 = (\operatorname{div} \mathbf{u})_0$$

Il primo membro rappresenta il coefficiente di dilatazione cubica dipendente dal supposto sistema di velocità, cioè la alterazione volumetrica del volume unitario nell'unità di tempo; l'ultimo corrisponde alla divergenza del vettore $\mathbf{u}$ nel punto P_0 , quindi si conclude che interpretando un campo vettoriale come campo di velocità, la divergenza in ogni punto corrisponde alla variazione, riferita all'unità di tempo, dell'unità di volume attorniante il punto stesso.

Se si suppone che i punti del campo in cui è dato il vettore $\mathbf{u}$ siano sostegni di materia (molecole), distribuita in modo continuo con densità ρ , di guisa che in ogni elemento di volume $d\tau$ se ne trovi la quantità $\rho d\tau$, dalla precedente si ha:

$$\rho \delta V = \rho V \operatorname{div} \mathbf{u} \delta t,$$

D'altra parte, se con M indichiamo la massa contenuta nel volume V , dalla relazione:

$$M = \rho V$$

si deduce:

$$\delta M = \rho \cdot \delta V + V \cdot \delta \rho,$$

onde, combinando con la precedente:

$$(10) \quad \delta M = V \delta \rho + V \rho \operatorname{div} \mathbf{u} \delta t.$$

Supponiamo che la massa non sia suscettibile di variazione (ipotesi della *invariabilità della massa*), come generalmente si fa nel caso del moto dei fluidi: allora sarà da porre $\delta M = 0$, e la precedente, divisa per V , e scritto d per δ , diviene:

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho \operatorname{div} \mathbf{u} = 0$$

che è la nota *equazione di continuità* che caratterizza il moto dei fluidi (*).

Se lasciamo cadere l'ipotesi della invariabilità della massa e immaginiamo lo spazio τ occupato da materia avente densità ρ , invariabile col tempo e col posto, la stessa equazione (10), che allora diviene:

$$\delta M = M \operatorname{div} \mathbf{u} \cdot \delta t$$

ci conduce a ritenere che ogni punto dello spazio in cui la $\operatorname{div} \mathbf{u}$ è diversa da zero, sia centro d'assorbimento o di estrinsecazione di materia, sia cioè una specie di sorgente (*negativa o positiva*) la cui *portata* è misurata precisamente da $\operatorname{div} \mathbf{u}$ per ogni unità di massa dianzi esistente intorno al punto generico in cui è calcolata la stessa $\operatorname{div} \mathbf{u}$.

La materia che così sgorga dalle sorgenti positive va a perdersi nei punti corrispondenti alle sorgenti negative, seguendo le traiettorie tracciate dalle *linee del vettore* $\mathbf{u}$, cioè di quelle linee le quali in ogni loro punto P hanno la loro tangente parallela alla direzione del vettore $\mathbf{u}$ (P).

Per ogni elemento superficiale $d\sigma$ posto intorno ad un punto del campo perpendicolarmente alla direzione del vettore $\mathbf{u}$, il prodotto ($\operatorname{mod} \mathbf{u}$) $d\sigma$ si può intendere misurare la quantità di materia che passa, cioè il *flusso* di essa attraverso l'elemento $d\sigma$. Per un elemento $d\sigma$ comunque orientato, tale flusso dq sarà

da misurarsi moltiplicando l'area $d\sigma$ non già per la grandezza del vettore, ma per quella della sua componente in direzione normale a $d\sigma$, cioè:

$$dq = \mathbf{u} \times \mathbf{n} \cdot d\sigma$$

essendo $\mathbf{n}$ vettore unitario diretto normalmente a $d\sigma$, in un certo verso (evidentemente mutando il verso di $\mathbf{n}$, muta il segno di dq). Per una superficie finita σ , il flusso attraverso ad essa sarà rappresentato da:

$$q = \int_{\sigma} (\mathbf{u} \times \mathbf{n}) \cdot d\sigma$$

essendo, al solito, $\mathbf{n}$ vettore unitario diretto secondo la normale a σ nel punto generico d'integrazione. Se σ è una superficie chiusa, ed $\mathbf{n}$ è la normale esterna (o interna), q misura il flusso uscente dalla (o entrante nella) superficie σ . Ed è intuitivo che esso deve corrispondere alla totalità della portata delle sorgenti esistenti nello spazio racchiuso da σ . Ciò rende ragione della seguente formola, conosciuta sotto il nome di *lemma di Green* o *teorema della divergenza*:

$$(11) \quad \int_{\tau} \operatorname{div} \mathbf{u} \cdot d\tau = \int_{\sigma} \mathbf{u} \times \mathbf{n} \cdot d\sigma$$

(dove $\mathbf{n}$ è diretta verso l'esterno del campo τ), che serve a trasformare un integrale di spazio in un integrale esteso alla superficie che lo delimita.

In essa $\mathbf{u}$ è vettore qualunque; posto $\mathbf{u} = \mathbf{a} \cdot \varphi$, oppure $\mathbf{u} = \mathbf{a} \wedge \mathbf{v}$, dove $\mathbf{a}$ è un vettore costante, φ e $\mathbf{v}$ sono rispettivamente uno scalare ed un vettore funzioni di P , tenute presenti le formule (7), si ha:

$$\mathbf{a} \times \int_{\tau} \operatorname{grad} \varphi \cdot d\tau = \mathbf{a} \times \int_{\sigma} \varphi \mathbf{n} d\sigma$$

$$\mathbf{a} \times \int_{\tau} \operatorname{rot} \mathbf{v} d\tau = \mathbf{a} \times \int_{\sigma} (\mathbf{v} \wedge \mathbf{n}) d\sigma,$$

donde, per l'arbitrarietà di $\mathbf{a}$:

$$\int_{\tau} \operatorname{grad} \varphi \cdot d\tau = \int_{\sigma} \varphi \mathbf{n} d\sigma$$

$$\int_{\tau} \operatorname{rot} \mathbf{v} d\tau = \int_{\sigma} (\mathbf{v} \wedge \mathbf{n}) d\sigma,$$

la prima delle quali esprime il cosiddetto *teorema del gradiente*. Da essa, eguagliando le prime componenti dei vettori a primo e secondo membro, si deduce la notevole formola di calcolo integrale:

$$\int_{\tau} \frac{\partial \varphi}{\partial x} d\tau = \int_{\sigma} \varphi \cos(\hat{n}x) d\sigma.$$

Applicando la (11) ai vettori $\psi \operatorname{grad} \varphi$, $\varphi \operatorname{grad} \psi$ e sottraendo i risultati, si ottiene, tenendo conto della (9), la seguente formola:

$$\int_{\tau} (\psi \nabla^2 \varphi - \varphi \nabla^2 \psi) d\tau = \int_{\sigma} (\psi \operatorname{grad} \varphi - \varphi \operatorname{grad} \psi) \times \mathbf{n} \cdot d\sigma$$

la quale esprime il cosiddetto *teorema di Green*, fondamentale per lo studio della equazione differenziale:

$$\nabla^2 \varphi = \theta,$$

dove θ è una funzione nota di x, y, z .

Se il vettore $\mathbf{u}$ è tale che in tutto il campo τ in cui lo si considera sia:

$$\operatorname{div} \mathbf{u} = 0,$$

per il teorema della divergenza risulterà nullo il flusso di esso attraverso a qualunque superficie chiusa che racchiude un volume tutto contenuto in τ . E, per conseguenza, se l è una linea chiusa e per essa si fa passare una superficie σ (aperta) tutta contenuta in τ , il flusso di $\mathbf{u}$ attraverso σ sarà indipendente da σ stessa, cioè avrà lo stesso valore per ogni altra superficie σ' appoggiata alla stessa linea l (purchè, ben inteso, il volume racchiuso da σ e σ' sia tutto compreso in τ): infatti, dovendo essere nullo il flusso uscente dalla superficie chiusa $\sigma + \sigma'$, sarà nulla la somma dei flussi uscenti da τ attraverso σ e σ' , e cioè quello uscente da τ attraverso σ sarà uguale e di segno opposto a quello che esce da τ attraverso σ' , e quindi uguale e dello

(*) In generale ρ è funzione di x, y, z, t per cui la derivata $\frac{d\rho}{dt}$ è da calcolarsi secondo la formola seguente:

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho}{\partial x} \frac{dx}{dt} + \frac{\partial \rho}{\partial y} \frac{dy}{dt} + \frac{\partial \rho}{\partial z} \frac{dz}{dt},$$

cioè, ricordando che $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$ sono le componenti u_1, u_2, u_3 della velocità $\mathbf{u}$:

$$\frac{d\rho}{dt} = \frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{u} \times \operatorname{grad} \rho,$$

onde l'equazione di continuità si scrive anche:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \mathbf{u} \times \operatorname{grad} \rho + \rho \operatorname{div} \mathbf{u} = 0$$

oppure, in virtù della seconda delle (7):

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div}(\rho \mathbf{u}) = 0.$$

stesso segno di quello che attraversa σ' nel senso cospirante con quello cui si riferiva il flusso attraverso σ .

Più generalmente, se, tracciata una linea chiusa l , nel campo, si conducono tutte le linee del vettore $\mathbf{u}$ passanti per punti di l , e su di esse si fissano dei punti a piacere in guisa da costituire una nuova linea l_2 che si appoggia alle medesime linee del vettore $\mathbf{u}$, è facile vedere che sono uguali i flussi attraverso una qualunque superficie σ_1 limitata a l_1 , ed una σ_2 limitata a l_2 . Basta all'uopo ripetere il ragionamento precedente relativamente allo spazio τ' compreso fra le superficie σ_1 , σ_2 e la superficie laterale del tubo che collega l_1 ad l_2 , ed osservare che il flusso di $\mathbf{u}$ attraverso a questa superficie è nullo, perchè il vettore è diretto normalmente alla normale ad essa.

Dunque il tubo considerato è tale che è costante il flusso del vettore $\mathbf{u}$ attraverso una qualunque sua sezione: esso si denomina *tubo di flusso*. I campi a divergenza nulla, per questa loro proprietà di potersi dividere in spazi tubolari a flusso costante, diconsi *solenoidali*. Se immaginiamo di dividere il campo τ in tanti tubi di flusso, contigui, a ciascuno dei quali competa il valore *uno* del flusso, e poi a ciascuno di questi tubi unitari sostituiamo una sola linea del vettore $\mathbf{u}$ (l'asse del tubo), otterremo una rappresentazione geometrica del campo vettoriale che sotto certi riguardi è analoga a quella considerata nel numero precedente per i campi lamellari: avremo cioè il campo solcato da tante linee orientate, ciascuna delle quali sta a rappresentare un tubo di flusso unitario; in ogni punto la direzione del vettore corrisponde a quella della linea che passa per esso, e la grandezza del vettore stesso è proporzionale alla frequenza delle linee nell'intorno del punto; anzi, tracciata una superficie attorno al punto, normalmente alla direzione del vettore, il numero delle linee che la attraversano corrisponde al flusso del vettore attraverso alla superficie, cosicchè lo stesso numero di linee riferito alla superficie unitaria corrisponde alla grandezza del vettore. E' così che deve intendersi la identità fra *flusso* e *numero di linee*.

Ma v'è un'altra notevole proprietà da segnalare per i campi solenoidali ed essa riguarda l'andamento delle linee del campo. Poichè la divergenza è nulla, le linee stesse, le quali nell'immagine del dislocamento infinitesimo di un mezzo incompressibile, debbono partire dai punti di divergenza positiva (sorgenti positive) per raggiungere i punti di divergenza negativa (sorgenti negative), non potranno avere nè principio nè fine nel campo, quindi esse dovranno entrare e uscire attraverso il contorno, oppure essere linee chiuse. Se il campo è dato nell'intero spazio ed è nullo a distanza infinita, il primo caso non potrà presentarsi, onde la distribuzione del vettore sarà *circuitale*, cioè, come si suol dire, il vettore circola in linee chiuse.

5. - Il teorema della circuitazione e l'operatore rot.

Per l'analisi dei campi vettoriali, oltre la considerazione dell'integrale di superficie:

$$\int_{\sigma} \mathbf{u} \times \mathbf{n} \cdot d\sigma$$

che abbiamo visto rappresentare il *flusso*, ha grande importanza anche l'integrale lineare:

$$\int_l \mathbf{u} \times d\mathbf{l}$$

dove l è una linea qualunque compresa nel campo. L'elemento di questo integrale è il prodotto scalare del vettore $\mathbf{u}$ per il vettore geometrico $d\mathbf{l}$ che rappresenta l'elemento lineare della linea l , cioè è il prodotto dell'arco elementare $d\mathbf{l}$ della linea per la componente del vettore $\mathbf{u}$ nella direzione di $d\mathbf{l}$, cioè della tangente alla curva l . Nel caso in cui $\mathbf{u}(P)$ rappresenti una forza applicata al punto P , esso corrisponde al lavoro compiuto quando il punto d'applicazione percorre la linea l . In generale lo si denomina *la circuitazione del vettore lungo la linea l*. Ci proponiamo di calcolarne il valore per una linea chiusa tutta compresa nel campo τ in cui è dato il vettore $\mathbf{u}$.

Innanzitutto osserveremo che se $\mathbf{u}$ è lamellare, la circuitazione:

$$C = \int_l \mathbf{u} \times d\mathbf{l}$$

lungo una curva chiusa è identicamente nulla. Infatti se è:

$$\mathbf{u} = \text{grad } \varphi,$$

si ha identicamente:

$$\mathbf{u} \times d\mathbf{l} = d\varphi$$

essendo $d\varphi$ preso nella direzione dell'elemento $d\mathbf{l}$. Ne segue che la circuitazione corrisponde all' $\int_l d\varphi$, cioè alla differenza fra i valori di φ all'inizio ed alla fine del cammino, e quindi, poichè φ è ad un sol valore, si ha $C = 0$. Anzi la stessa dimostrazione fa vedere che l'integrale stesso esteso ad una linea aperta AB facente capo ai punti A e B equivale alla differenza $\varphi(B) - \varphi(A)$ fra i valori di φ in A e B , quindi è indipendente dal cammino scelto per eseguire l'integrazione. Si può quindi scrivere:

$$\int_A^B \mathbf{u} \times d\mathbf{l} = \varphi(B) - \varphi(A)$$

qualunque sia il cammino seguito nel calcolare l'integrale a primo membro.

Fissato A , e supposto B variabile, la precedente permette, noto $\mathbf{u}$, di calcolare il valore $\varphi(B)$ della funzione φ nel punto generico B , appena si conosca il valore della stessa φ in A . Quest'ultimo d'altronde può essere scelto a piacere, perchè la funzione potenziale è definita a meno di una costante additiva arbitraria.

Ciò premesso, torniamo al caso generale; e consideriamo una linea l , chiusa, infinitamente piccola, che potremo quindi considerare piana, attorniante un punto P_0 . Il vettore $\mathbf{u}$, nell'intorno del punto P_0 , è rappresentabile con (vedi n. 4):

$$\mathbf{u} = (u_{10} + u_{11}x + u_{12}y + u_{13}z)\mathbf{i} + (u_{20} + u_{21}x + u_{22}y + u_{23}z)\mathbf{j} + (u_{30} + u_{31}x + u_{32}y + u_{33}z)\mathbf{k},$$

la quale, posto:

$$(12) \begin{cases} u_{11} = a & u_{22} = b & u_{33} = c \\ u_{32} + u_{23} = 2f & u_{13} + u_{31} = 2g & u_{21} + u_{12} = 2h \\ u_{32} - u_{23} = 2p & u_{13} - u_{31} = 2q & u_{21} - u_{12} = 2r \end{cases}$$

si può scrivere:

$$\mathbf{u} = [u_{10} + (ax + hy + gz) + (qz - ry)]\mathbf{i} + [u_{20} + (hx + by + fz) + (rx - pz)]\mathbf{j} + [u_{30} + (gz + fy + cz) + (py - qx)]\mathbf{k}$$

od anche:

$$\mathbf{u} = \mathbf{T} + \mathbf{D} + \mathbf{R},$$

essendo $\mathbf{T}$, $\mathbf{D}$, $\mathbf{R}$ tre vettori definiti da:

$$\begin{aligned} \mathbf{T} &= u_{10}\mathbf{i} + u_{20}\mathbf{j} + u_{30}\mathbf{k} \\ \mathbf{D} &= (ax + hy + gz)\mathbf{i} + (hx + by + fz)\mathbf{j} + (gx + fy + cz)\mathbf{k} \\ \mathbf{R} &= (qz - ry)\mathbf{i} + (rx - pz)\mathbf{j} + (py - qx)\mathbf{k}. \end{aligned}$$

Essi, moltiplicati per δt , danno tre spostamenti elementari in cui si può pensare decomposto lo spostamento $\mathbf{u}\delta t$ del punto generico P . A questo riguardo, si osservi:

1) che lo spostamento $\mathbf{T}\delta t$ è una traslazione dei punti P ;

2) che lo spostamento $\mathbf{D}\delta t$ è una *dilatazione*, esso può cioè definirsi al seguente modo: Si dimostra che esiste una terna di direzioni $\mathbf{i}'$, $\mathbf{j}'$, $\mathbf{k}'$ due a due ortogonali, dette direzioni principali, tali che assunti gli assi coordinati ad asse paralleli l'espressione del vettore $\mathbf{D}$ assume l'aspetto semplicissimo:

$$\mathbf{D} = \lambda x \mathbf{i}' + \mu y \mathbf{j}' + \nu z \mathbf{k}'.$$

Questa espressione dimostra che lo spostamento $\mathbf{D}\delta t$ opera sugli assi coordinati in guisa che un punto dell'asse x , ad es., si sposta lungo l'asse stesso di un segmento $\lambda x \delta t$ proporzionale alla sua ascissa; gli assi stessi cioè subiscono tre dilatazioni caratterizzate dai coefficienti di dilatazione λ , μ , ν . Quanto allo spostamento di un punto qualunque, esso sarà la somma geometrica degli spostamenti dilatatori subiti dalle tre coordinate rispetto agli assi principali:

3) che lo spostamento $\mathbf{R}\delta t$ è una rotazione attorno ad un asse passante per l'origine, parallelo al vettore ω le cui componenti sono p , q , r , e la cui grandezza è il prodotto di δt per $\text{mod } \omega$. Si ha infatti identicamente:

$$\mathbf{R} = \omega \wedge \mathbf{r}$$

dove $\mathbf{r}$ è il vettore $P_0 P$, e dalla Cinematica è ben noto che $\omega \wedge \mathbf{r}$ è la velocità lineare di un punto generico nel sistema cinetico definito dalla velocità angolare **vettoriale** ω .

Ora, i vettori $\mathbf{T}$ e $\mathbf{D}$ sono lamellari, e precisamente si ha:

$$\mathbf{T} = \text{grad } q \quad \mathbf{D} = \text{grad } \psi$$

con

$$\begin{aligned} q &= u_{10} x + u_{20} y + u_{30} z, \\ \psi &= ax^2 + by^2 + cz^2 + 2fyz + 2gzx + 2hxy. \quad (9) \end{aligned}$$

quindi esse non danno alcun contributo alla circuitazione del vettore $\mathbf{u}$ e questa pertanto si riduce a

$$\int_l \mathbf{R} \times d\mathbf{l}$$

cioè alla circuitazione del vettore $\mathbf{R}$. Per calcolare questo integrale, dirigiamo l'asse z parallelamente all'asse di rotazione ω , risulterà così $p = q = 0$, $r = \text{mod } \omega$, quindi:

$$\mathbf{R} = -r y \mathbf{i} + r x \mathbf{j}.$$

Si ha poi:

$$d\mathbf{l} = dx \mathbf{i} + dy \mathbf{j} + dz \mathbf{k},$$

onde:

$$\int_l \mathbf{R} \times d\mathbf{l} = r \int_l (x dy - y dx),$$

dove l'integrale a secondo membro dovrà essere esteso alla linea l' , proiezione della linea l sul piano xy .

Ora questo integrale corrisponde notoriamente al doppio dell'area σ' racchiusa dalla linea l' , valutata positivamente o negativamente secondochè un osservatore che percorra l' lascia σ' alla sua sinistra o alla sua destra ⁽¹⁰⁾.

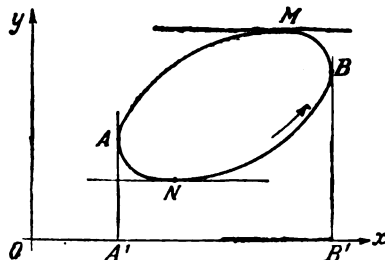
E siccome poi è $\sigma' = \sigma \cos(\mathbf{n} \omega)$, essendo $(\mathbf{n} \omega)$ l'angolo compreso fra la normale alla superficie piana σ' racchiusa dalla linea l e la direzione del vettore ω , si ha in definitiva:

$$\int_l \mathbf{u} \times d\mathbf{l} = 2 r \cos(\mathbf{n} \omega) \cdot \sigma = 2 \omega \times \mathbf{n} \cdot \sigma$$

cioè la circuitazione lungo la linea l del vettore $\mathbf{u}$ è uguale al flusso, attraverso la superficie σ limitata da l , del vettore 2ω . Questa proposizione, così stabilita per una linea infinitesima, si estende subito al caso di una linea finita, contorno di una superficie finita σ . All'uopo basta intendere questa divisa in un numero grandissimo di aree elementari, per ciascuna delle quali vale una formula come la precedente, e sommare i risultati. Al primo membro, poichè gli elementi di integrali lineari pertinenti a due tratti di divisione contigui si elidono in quanto i

(9) Le superficie equipotenziali di $\mathbf{D}$ cioè le $\psi = \text{cost}$ costituiscono una famiglia di quadriche centrate omoteriche; ed i loro assi comuni sono paralleli alle direzioni principali $\mathbf{i}'$, $\mathbf{j}'$, $\mathbf{k}'$; anzi, più generalmente, la normale nel punto P alla quadrica passante per lo stesso punto, dà la direzione dello spostamento pertinente a P .

(10) Per dimostrarlo, si rammenti che dx e dy sono le componenti dell'elemento lineare di l inteso diretto nel senso secondo cui si immagina percorsa la curva e indicata in figura dalla freccia, per cui dx coincide col differenziale di x nel tratto ANB , mentre nel tratto NBM ne differisce pel segno; analogamente dy coincide col differenziale di



y nel tratto NBM , mentre nel tratto MAN ne differisce pel segno. Quindi l' $\int y dx$ coincide con $-(\text{area } AMB B' A)$ e l' $\int y dx$ con $(\text{area } ANB B' A')$ e per conseguenza $\int y dx = -\sigma'$; analogamente

$$\int x dy = \sigma', \text{ donde } \int x dy - y dx = 2\sigma'.$$

tratti stessi vengono percorsi in senso opposto, rimangono i soli elementi riferentisi al contorno, la cui somma equivale alla circuitazione del vettore $\mathbf{u}$ lungo il contorno stesso; al secondo membro compare un integrale, il cui valore corrisponde al flusso del vettore ω attraverso quella pagina della superficie σ , dalla quale il contorno appare percorso nel senso positivo.

Il vettore ω è quello che in ogni punto ha per componenti le p, q, r definite dalle (12), cioè:

$$\frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_3}{\partial y} - \frac{\partial u_2}{\partial z} \right), \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_1}{\partial z} - \frac{\partial u_3}{\partial x} \right), \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u_2}{\partial x} - \frac{\partial u_1}{\partial y} \right).$$

Esso quindi corrisponde a $\frac{1}{2} \text{rot } \mathbf{u}$. Il risultato precedente si può dunque scrivere così:

$$\int_l \mathbf{u} \times d\mathbf{l} = \int_\sigma (\text{rot } \mathbf{u} \times \mathbf{n}) d\sigma$$

sotto la quale forma esso esprime il noto *teorema della circuitazione o teorema di Stokes*.

Avendo riguardo alla rappresentazione cinematica del vettore $\mathbf{u}$, vediamo che il vettore $\delta t \cdot \text{rot } \mathbf{u}$ in ogni punto corrisponde al doppio della *rotazione* pertinente alla (unica) componente rotatoria del sistema di spostamenti infinitesimi rappresentato da $\mathbf{u} \delta t$ ⁽¹¹⁾, il che dà ragione della denominazione e della stessa notazione « *rot* ».

6. - Il teorema di Clebsch e le equazioni di Maxwell.

La grande importanza che nello studio di un campo vettoriale ha la considerazione del vettore $\text{rot } \mathbf{u}$ deriva essenzialmente dal teorema di Stokes. Osserviamo intanto che per l'applicazione di esso è indifferente la scelta della superficie σ attraverso la quale si va a calcolare il flusso perchè avendosi sempre per la (7):

$$\text{div}(\text{rot } \mathbf{u}) = 0,$$

ne segue che il vettore $\text{rot } \mathbf{u}$ è solenoidale, quindi se σ e σ' sono due superficie aventi per contorno l , si ha:

$$\int_\sigma (\text{rot } \mathbf{u} \times \mathbf{n}) d\sigma = \int_{\sigma'} (\text{rot } \mathbf{u} \times \mathbf{n}') d\sigma'$$

essendo la normale $\mathbf{n}'$ presa nel senso *cospirante* con $\mathbf{n}$.

Se il campo $\mathbf{u}$ è lamellare, sappiamo che la sua circuitazione è nulla per qualunque linea chiusa l . Basta supporre che l sia infinitamente piccola e orientata comunque, per dedurne che $\text{rot } \mathbf{u}$ deve essere dovunque identicamente nullo ⁽¹²⁾. Ma viceversa se un campo soddisfa alla equazione differenziale

$$\text{rot } \mathbf{u} = 0,$$

esso è necessariamente lamellare e cioè esiste una funzione φ tale che:

$$\mathbf{u} = \text{grad } \varphi.$$

Ciò si deduce immediatamente dal teorema di Stokes, perchè dall'ipotesi posta discende che è nulla la circuitazione del vettore lungo una qualunque linea chiusa, quindi l' $\int_A^P \mathbf{u} \times d\mathbf{l}$ di-

pende solo dagli estremi, e precisamente, fissato A , esso è funzione soltanto di P . Indicando con $\varphi(P)$ tale funzione, si verifica subito che è $\mathbf{u} = \text{grad } \varphi$. E si può dimostrare che la funzione φ che noi abbiamo così costruito, è *determinata* dai soli valori di $\mathbf{u}$ al contorno purchè sia nota in tutto il campo la funzione scalare $\text{div } \mathbf{u}$. Più precisamente, mediante l'uso della formula di Green, si può assegnare, sotto forma di integrale di spazio, la espressione del vettore $\mathbf{u}$ tale che in tutto il campo si abbia:

$$\text{rot } \mathbf{u} = 0 \quad \text{div } \mathbf{u} = \psi$$

(ψ funzione nota) e che al contorno assuma valori (vettoriali) prestabiliti.

La determinazione di un tale vettore lamellare $\mathbf{u}$ corrispon-

(11) Dato un sistema di spostamenti infinitesimi costituenti nel loro insieme un moto rotatorio, in Cinematica si definisce il vettore rotazione come quello che è diretto secondo l'asse di rotazione ed ha per grandezza la grandezza dell'angolo di rotazione; il senso essendo stabilito in guisa che la rotazione sia positiva (antioraria).

(12) La cosa del resto risulta senz'altro dalla formula (7) del n. 2.

de alla costruzione di una funzione ψ (che con segno cangiato rappresenta il suo potenziale) tale che

$$\text{div grad } \varphi = \nabla^2 \varphi = \psi.$$

Abbiamo veduto che il campo $\text{rot } \mathbf{u}$ è solenoidale. Ed ora sorge naturalmente la domanda: Dato un campo solenoidale $\mathbf{v}$, cioè soddisfacente a

$$\text{div } \mathbf{v} = 0$$

si può trovare un campo $\mathbf{u}$ tale che

$$\text{rot } \mathbf{u} = \mathbf{v}?$$

A questa domanda si risponde affermativamente; si dimostra cioè che esiste sempre un vettore $\mathbf{u}$ la cui rot corrisponde ad un dato vettore solenoidale $\mathbf{v}$; esso si chiama il potenziale vettore di $\mathbf{v}$ ed è determinato dalla sola conoscenza dei valori dello stesso vettore $\mathbf{v}$.

Di qui si può dedurre senz'altro il teorema di Clebsch, che abbiamo enunciato al n. 2.

Abbiasi infatti in un certo campo un vettore $\mathbf{u}$, e poniamo

$$\psi = \text{div } \mathbf{u},$$

con che sarà ψ una funzione nota dei punti del campo.

Se ora con φ indichiamo una soluzione dell'equazione:

$$\nabla^2 \varphi = \psi$$

(costruibile, come sopra si è detto, mediante la formula di Green), sarà

$$\text{div grad } \varphi = \nabla^2 \varphi = \psi = \text{div } \mathbf{u}$$

quindi

$$\text{div } (\mathbf{u} - \text{grad } \varphi) = 0.$$

Ne segue che il vettore $\mathbf{u} - \text{grad } \varphi$ è solenoidale; per cui, se con $\mathbf{v}$ si indica il relativo potenziale vettore, si avrà:

$$\mathbf{u} - \text{grad } \varphi = \text{rot } \mathbf{v}$$

cioè

$$\mathbf{u} = \text{grad } \varphi + \text{rot } \mathbf{v}$$

che è appunto l'espressione del teorema di Clebsch.

Poichè la funzione φ dipende soltanto da $\text{div } \mathbf{u}$ e il vettore $\mathbf{v}$ soltanto da $\text{rot } \mathbf{u}$, resta così chiarito quanto a questo proposito si è detto al n. 2.

Come considerando la circuitazione di un vettore $\mathbf{u}$, siamo stati condotti alla conoscenza del vettore solenoidale $\text{rot } \mathbf{u}$, che in ogni punto è diretto secondo la rotazione cui si può ridurre lo spostamento $\mathbf{u}$ (a prescindere dalla parte lamellare di questo, che è quella che corrisponde alla traslazione e alla dilatazione), così ogni qualvolta si abbia un vettore solenoidale $\mathbf{v}$, si può pensare, come si è detto, ad un sistema vettoriale $\mathbf{u}$ (di cui esso è la rot), in guisa che le linee di $\mathbf{v}$ sono costituite dagli elementi degli assi di rotazione pertinenti al sistema $\mathbf{u}$, le cui linee, per quanto ha riguardo alla parte rotatoria, saranno alla loro volta disposte in modo da concatenarsi con quelle del vettore $\mathbf{v}$, formando attorno ad esse una specie di sistema di vortici.

Seguendo quest'ordine di idee possiamo in qualche modo renderci conto del contenuto delle equazioni fondamentali del campo elettromagnetico. Secondo le idee di Maxwell, questo è caratterizzato dalla esistenza di due vettori solenoidali, l'uno dei quali è la corrente elettrica, composta della corrente conduttiva $\mathbf{c}$ e della corrente dielettrica, misurata questa dalla variazione riferita all'unità di tempo $\frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$ dello spostamento elettrico; l'altro è la corrente magnetica da commisurarsi alla sola variazione $\frac{1}{4\pi} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$ dello spostamento magnetico $\frac{\mathbf{B}}{4\pi}$. Per quanto precede, l'esistenza di questi vettori conduce alla considerazione di altri due vettori, di cui essi rappresentano la rot, le cui linee avvolgono quelle dei vettori corrente (elettrica e magnetica); si è dunque senz'altro condotti a scrivere:

$$\text{rot } \mathbf{H} = p \left(\frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \mathbf{c} \right) \quad \text{rot } \mathbf{E} = q \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

essendo p e q due convenienti fattori. I vettori $\mathbf{E}$ ed $\mathbf{H}$ di cui così si intravede la esistenza non sono altro che la forza elet-

trica e la forza magnetica, legate agli spostamenti $\mathbf{D}$ e $\frac{\mathbf{B}}{4\pi}$ da un rapporto di causa ad effetto a carattere proporzionale; e quanto ai fattori p , q , si ha accordo con l'esperienza prendendo:

$$p = 4\pi A \quad q = -4\pi A$$

essendo A la costante elettromagnetica (inversa della velocità di propagazione delle perturbazioni elettromagnetiche nel mezzo normale), con che si giunge alla ben nota forma delle equazioni di Maxwell-Hertz:

$$\text{rot } \mathbf{H} = 4\pi A \mathbf{u} \quad \text{rot } \mathbf{E} = -4\pi A \mathbf{v},$$

dove

$$\mathbf{u} = \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t} + \mathbf{c} \quad \text{e} \quad \mathbf{v} = \frac{1}{4\pi} \frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

rappresentano la corrente elettrica totale e la corrente di spostamento magnetico.

Bologna, giugno 1926.

:: SUNTI E SOMMARI ::

IDRAULICA.

F. MARZOLO — La nuova sala sperimentale delle "Costruzioni Meccaniche Riva", (L'Energia Elettrica, febbraio 1926, pag. 93).

L'A. descrive il laboratorio sperimentale in funzione da pochi anni presso le Officine di Milano delle "Costruzioni Meccaniche Riva" per prove di macchinario idraulico, turbine e pompe.

La sala prove (fig. 1 e 2) di m 23 x 16, servita da due grue da 6 tonnellate comprende due attrezzamenti distinti: uno per le prove di turbine e uno per le prove di pompe. Il rifornimento dell'acqua è ottenuto dal sottosuolo mediante pozzo ed elettropompa.

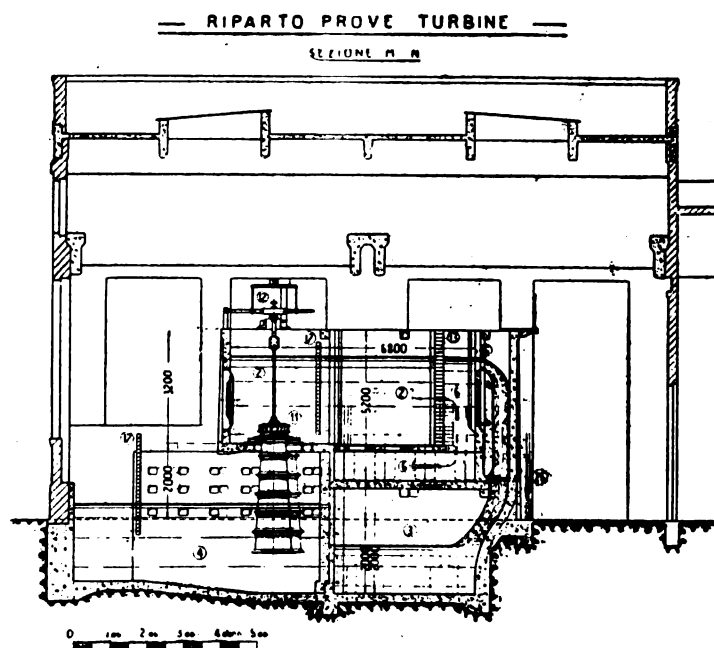


Fig. 1.

Il salto d'acqua per le prove delle turbine è ottenuto mediante un gruppo di pompe, azionate da un motore trifase da 150 kW, le quali portano l'acqua dalla vasca di raccolta situata sotto il pavimento, alla camera di carico. Diaframmi smorzatori assicurano che l'acqua arrivi in modo tranquillo; uno sfioratore restituisce l'acqua esuberante alla vasca di raccolta. E' possibile sperimentare con portate fino a 2400 litri per secondo e con salti fino a m 6,40 circa.

La turbina in prova viene montata sul fondo o sul fianco della camera di carico secondo che è ad asse verticale od orizzontale, e può essere provata al freno.

La vasca di carico e quella di scarico sono munite di idrometri; il canale di scarico, provvisto di diaframmi smorzatori, mette capo a uno stramazzo Bazin largo m 1,50, trasformabile, mediante applicazione di opportune fiancate in ghisa, in tipo Cipolletti. L'altezza della

(13) Così $\mathbf{B}$ rappresenta l'induzione magnetica.

RIPARTO PROVE TURBINE
SEZIONE A B C D E F

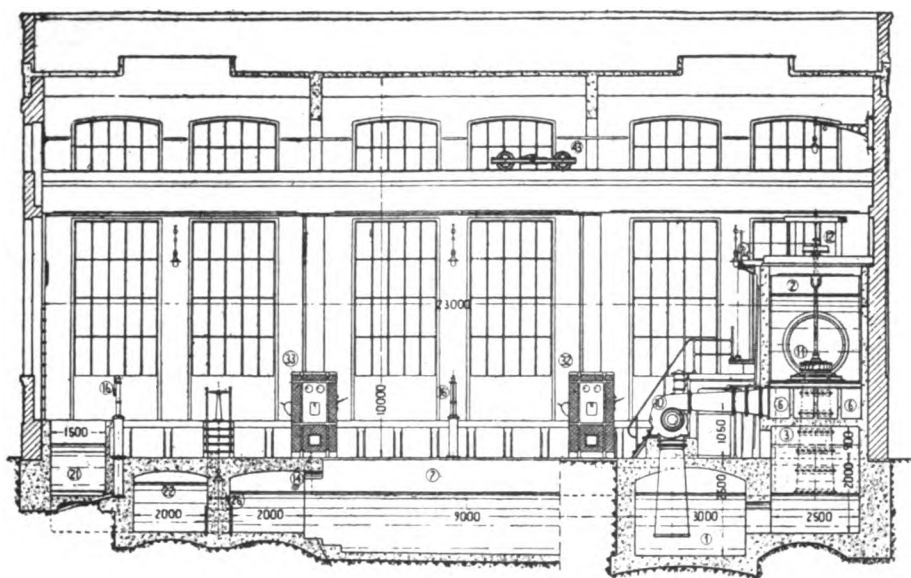


Fig. 2.

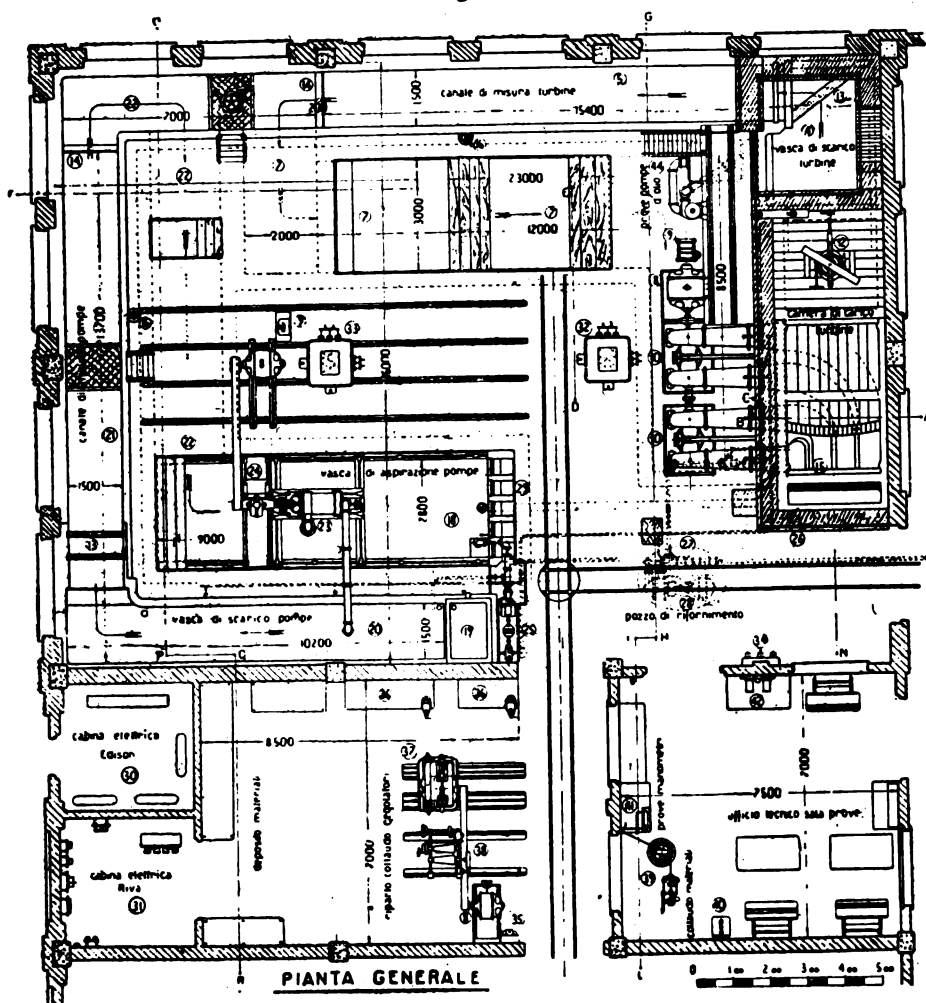


Fig. 3.

RIPARTO PROVE POMPE **RIPARTO COLLAUDO REGOLATORI**
SEZIONE D P Q R

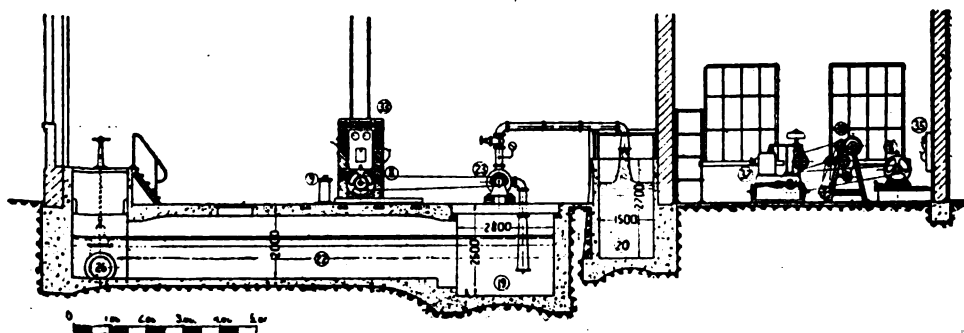


Fig. 4.

1. Vasca d'aspirazione per il sollevamento di acqua per prove turbine.
2. Camera di carico per turbine di prova.
3. Vasca di ritorno dallo sfioratore.
4. Vasca di scarico turbine.
5. Canale di misura turbine.
6. Camera scarico pompe per prove turbine.
7. Canale di ritorno turbine.
8. Motori elettrici.
9. Reostati relativi.
10. Batteria di pompe di alimentazione camera turbine.
11. Turbina in prova.
12. Freno dinamometrico.
13. Diaframmi smorzatori.
14. Soglia stramazzi Bazin e Cipoletti.
15. Sforatore.
16. Indicatore automatico di livello.
17. Idrometri.
18. Vasca di aspirazione per prove pompe.
19. Vasca per misura di piccole portate.
20. Vasca scarico pompe.
21. Canale di misura pompe.
22. Canale di ritorno pompe.
23. Pompa in prova.
24. Dinamometro a torsione.
25. Pompa d'aria per adescamento.
26. Eiettore idraulico per l'adescamento.
27. Pompe per rifornimento d'acqua del sottosuolo.
28. Gruppi moto-pompe di sollevamento d'acqua.
29. Scaricatore in fognatura.
30. Cabina elettrica Edison con trasformatori e quadri.
31. Cabina elettrica Riva con contatori e quadri.
32. Quadri di distribuzione reparto turbine.
33. Quadri di distribuzione reparto pompe.
34. Quadro di distribuzione per gruppo di rifornimento e adescamento.
35. Quadro di distribuzione per prove regolatori.
36. Banchi d'aggiustaggio.
37. Regolatore in prova.
38. Cavalletto per cambio velocità.
39. Macchina per prova di materiali (trazione, flessione, compressione).
40. Macchine per prova di materiali (urto).
41. Apparecchio collaudo manometri.
42. Apparecchi registratori d'energia elettrica.
43. Gru per sala prove.
44. Riparto prova pompe di circolazione d'olio.

lama stramazante viene rilevata mediante un indicatore a galleggiante di lettura molto precisa.

Per le pompe il campo sperimentale giunge fino a 2000 litri per secondo per le basse prevalenze e fino a 150 kW per le prevalenze maggiori.

La vasca di aspirazione, distinta dall'altra, si trova nell'altra parte della sala, sotto il pavimento. La pompa in prova, eleva l'acqua in una vasca da cui parte il canale di scarico con diaframmi e stramazzo misuratore.

Per pompe di piccolissima portata la misura di essa viene effettuata mediante speciali bocchelli applicati ad una apposita camera e tarati per i vari carichi d'acqua.

La potenza assorbita dalla pompa è misurata mediante uno speciale dinamometro di torsione costruito dalla Riva, su modificazione del tipo Amsler a molla centrale; esso non è influenzato dalla forza centrifuga e viene tarato da fermo.

I due canali di scarico possono anche essere fatti comunicare fra loro con apposita paratoia.

Nella sala principale, di fronte alla vasca di carico delle turbine, vi è anche l'installazione per le prove delle pompe d'olio.

In uno dei locali adiacenti alla sala si effettua il controllo e il collaudo dei regolatori.

A disposizione del laboratorio vi è poi una macchina per prove di resistenza dei materiali per un carico massimo di 20.000 kg; un apparecchio per le prove all'urto; un apparecchio di precisione per la taratura dei manometri, ecc.

Sebbene la sala prove sia stata fino ad ora utilizzata specialmente per studi sulle turbine a bassa caduta, specialmente dei nuovi tipi ad olio, è possibile anche sperimentare su turbine ad alta caduta generando la pressione per mezzo di pompe.

Vennero naturalmente anche eseguite numerose esperienze su pompe e specialmente sui nuovi tipi per bonifica, ad accoppiamento diretto con motori elettrici.

R. S. N.

MATERIALI.

La rigidità dielettrica a caldo degli isolanti solidi. (Revue B. B. C., maggio 1926, Vol. XIII, N. 5, pag. 115).

Fra i vari aspetti, non sempre chiari, del comportamento dei dielettrici sottoposti alle sollecitazioni, che nascono dall'applicazione di un campo elettrico continuo o alternativo, quelli che toccano più direttamente la pratica sono gli inerenti alle perdite negli isolanti stessi. L'autore si riferisce ai risultati degli studi in proposito apparsi sul « Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens », n. 2, anno 1926, ed ai metodi sperimentali usati dalla Brown Boveri di Baden, descritti nella Revue B. B. C. dell'agosto 1923, pag. 152.

Come è noto le perdite nei dielettrici crescono colla frequenza, per fenomeni di isteresi non ancora bene spiegati; quelle con corrente continua non sono, per esempio, che qualche per cento di quelle a 50 periodi, giacché dipendono solo dalla resistenza ohmica.

Anche al crescere della tensione applicata cresce il gradiente di potenziale nell'interno dell'isolante e conseguentemente crescono le perdite: esse non sono però legate alla tensione da una relazione perfettamente lineare ma crescono un po' più rapidamente: si è constatato che ciò è in relazione coll'umidità racchiusa nell'isolante. Inoltre come principale spiegazione del fenomeno si deve ammettere che fra i piccolissimi strati di cui si può immaginare formato l'isolante nascono degli effluvi che, iniziandosi fra i punti più vicini, aumentano di numero man mano che la tensione si eleva.

L'aumento delle perdite colla temperatura può trovare la sua spiegazione nell'umidità racchiusa nell'isolante giacché, come è noto, la resistenza degli elettroliti diminuisce colla temperatura; tuttavia anche campioni di bakelite pura hanno presentato lo stesso fenomeno, la cui importanza varia d'altronde notevolmente colla qualità del dielettrico ed anche fra diversi campioni di una stessa costruzione in serie.

Quanto precede, fa dedurre l'esistenza di una tensione limite applicabile ad ogni isolatore, cavo, ecc., dipendente dalla qualità, dalla forma e dalle condizioni di ambiente in cui l'isolante deve funzionare: oltre questa tensione le perdite genereranno più calore di quanto l'isolante può dissipare e ne provocheranno quindi la distruzione, a meno che non siano limitate a brevi intervalli di tempo.

A seconda della natura dell'isolante si possono fare varie ipotesi sul modo di trasmissione del calore, per la determinazione della tensione massima ammissibile. Se esso può considerarsi come una piastra perfettamente isolante attraversata da filetti normali alle sue facce, conduttori per l'elettricità ed il calore, il riscaldamento dipenderà dal gradiente del potenziale lungo i filetti stessi: esso rimane costante se aumentano nella stessa proporzione il campo applicato e lo spessore della piastra, per cui la tensione massima sarà data da una formula del tipo: $E = h_1 d$ dove d è lo spessore e h_1 un coefficiente dipendente dalla natura dell'isolante e dalla temperatura ambiente. L'esperienza ha dimostrato verificarsi questa legge per strati sottili. Se invece ammettiamo che le proprietà dielettriche dell'isolante siano ugualmente distribuite nella sua massa e che tutta la resistenza termica sia concentrata alla superficie, varrà una for-

mula del tipo $E = h_2 \sqrt{d}$ poichè raddoppiando lo spessore, il gradiente del potenziale diventa metà e cioè le perdite per unità di volume diventano, a parità tensione, un quarto. Il caso infine in cui la massa sia omogeneamente conduttrice del calore e dell'elettricità dà luogo ad una formula del tipo $E = h_3 d^2$ poichè evidentemente al variare dello spessore variano sì le perdite, ma in senso opposto varia anche la possibilità di smaltire il calore per cui non si può dire a priori che aumentando lo spessore, si possa applicare una tensione maggiore. In pratica si trova convenienza a cercare di realizzare quest'ultimo caso e cioè ridurre al minimo le porzioni conduttrici e rendere l'isolante il più possibile omogeneo, nonchè a diminuire la resistenza di trasmissione superficiale: alla prima condizione ci si avvicina per esempio con i moderni isolatori di carta bakelizzata arrotolata su sè stessa; la seconda si raggiunge immergendo in olio.

Risulta da quanto abbiamo detto come in generale i risultati ottenibili dipendano dalle proprietà specifiche dell'isolante, e il miglior mezzo di controllo di queste qualità, secondo l'autore, è oggi costituito dalle misure wattmetriche.

G. Pa.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

H. RUKOP — Risultati sperimentali di radiotelegrafia con onde corte⁽¹⁾. (Telefunken Zeit., gennaio 1926, Vol. VIII, N. 42, pag. 50).

La radiotecnica è stata sorpresa negli ultimi due anni dall'affermarsi delle onde corte nel traffico transoceanico. Si credeva che per superare grandi distanze fossero unicamente adatte le onde lunghe e difatto secondo la nota formula di Austin si ha un ottimo per l'intensità del campo elettrico se la lunghezza d'onda è circa la 500^a parte della distanza tra le due stazioni.

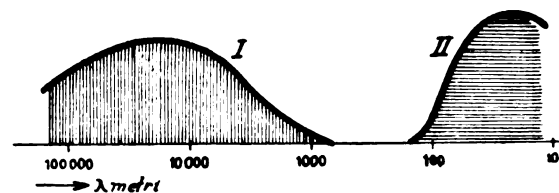


Fig. 1.

Nel diagramma I in fig. 1 è appunto riportato qualitativamente il modo di variare del campo elettrico prodotto a una data distanza transoceanica da una data stazione trasmittente (con opportune ipotesi riguardo a quest'ultima) al variare della lunghezza d'onda.

Per es., tra Nauen e New-York (6000 km) si è qualificata buona l'onda di 12.000 m. Risultano invece particolarmente sfavorevoli onde sotto ai 1000 m.

Nell'ultimo decennio non si sospettava nemmeno che si potessero avere comunicazioni su distanze così lunghe con onde sotto ai 100 m e invece sono proprio queste che da un paio d'anni a questa parte vanno sempre più affermandosi grazie ai loro indiscutibili pregi. La loro scoperta si deve prevalentemente al caso. In America venne assegnata la gamma d'onde sotto ai 125 m ai dilettanti, che volevano occuparsi anche di trasmissione, pensando che con ciò essi non avrebbero potuto disturbare nessuno. Presto però si dimostrò che queste emissioni ad onda corta potevano venir ricevute a grandi distanze, per es. in Europa, anche se mettevano in gioco potenze relativamente modeste (1-2 kW). Da allora l'attenzione generale si rivolse alle onde corte e in tutti i laboratori si iniziarono esperienze nell'intento di scoprirne le leggi di propagazione.

Del resto le ragioni di questo ritardo van ricercate nella storia stessa della radiotelegrafia. Soltanto col perfezionamento dei tubi elettronici è stata resa possibile la trasformazione di energia a frequenze così elevate. Tutti gli altri convertitori di frequenza non sono adatti alla generazione di frequenze dell'ordine di tre milioni ed oltre.

Anche la « Telefunken » in unione colla « Transradio », particolarmente interessata per la radiotelegrafia a grandi distanze, iniziò subito dalla stazione di Nauen le esperienze la cui relazione è appunto lo scopo dell'articolo presente. Le trasmissioni vennero ricevute dalle stazioni di Buenos Aires (12.000 km), Bandoeng, Giava (11.000 km), Osaka, Giappone (9000 km). Il materiale sperimentale raccolto è di particolare interesse per lo studio delle onde corte e del loro comportamento in funzione delle differenti variabili come l'ora, la stagione, la lunghezza d'onda, ecc.

Prima di entrare nell'argomento principale l'A espone il differente comportamento fisico delle onde corte di fronte alle onde lunghe. Nelle comunicazioni ad onde corte hanno luogo specialmente i seguenti fenomeni: l'improvviso indebolimento dei segnali (fading), la

⁽¹⁾ Vedi L'Elettrotecnica, 5 marzo 1925, vol. XII, n. 7, pag. 171 e Pubbl. n. 32 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

L'Elettrotecnica, 15 luglio, 1926, vol. XIII, n. 20, pag. 446 e Pubbl. n. 36 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

differente forza dei segnali tra il giorno e la notte, l'esistenza di onde favorevoli nel cui prossimo intorno possono esserci onde particolarmente sfavorevoli, il variare della onda favorevole con l'ora e la stagione e infine il verificarsi delle così dette zone morte. Dopo gli attuali risultati non c'è dunque dubbio che oltre alla gamma delle onde lunghe (fig. 1, curva I) ne esista un'altra favorevole con lunghezze d'onda inferiori ai 100 m (fig. 1, curva II) però tra le due c'è uno spazio inadoperabile per le segnalazioni a grande distanza. La formula di Austin non è valida per il secondo gruppo. Essa presuppone la propagazione delle onde lungo la superficie terrestre, mentre le onde corte hanno la proprietà di propagarsi oltre che alla superficie terrestre anche attraverso gli strati superiori dell'atmosfera. Il fenomeno che si osserva è illustrato in fig. 2. In prossimità dell'antenna trasmittente S

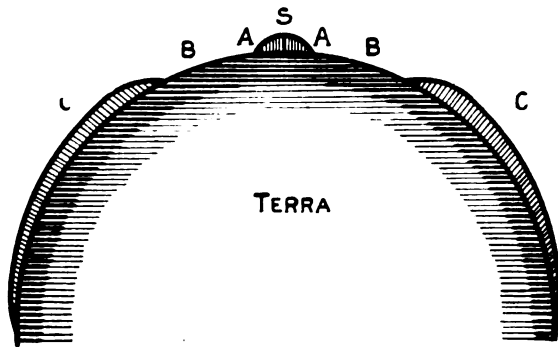


Fig. 2.

si ha la zona A di propagazione diretta, che obbedisce all'incirca alla legge di Austin; dietro di essa si trova la zona B d'intensità praticamente nulla a causa dell'assorbimento. Ma una parte notevole dell'energia irradiata in S si propaga attraverso i superiori strati atmosferici e ritorna alla superficie della terra nella zona C. Questo fenomeno è stato constatato da molti sperimentatori. Si è rilevato, che la zona morta B varia di ampiezza secondo la lunghezza d'onda. Per onde di 15 m può superare i 1000 km, per onde intorno ai 40 m può avere estensione di 100-200 km, per onde superiori ai 50 m la zona morta non esiste più, perchè la zona di propagazione diretta A è così grande da confinare o anche parzialmente sovrapporsi a quella di propagazione riflessa C. La zona A è caratteristicamente distinta dalla zona C perchè in quest'ultima le onde hanno un carattere diffuso e non polarizzato come nella prima; non sono quindi possibili i rilevamenti radiogoniometrici. Per spiegare questo fenomeno sono state escogitate differenti ipotesi delle quali la più accettata è che i raggi di energia vengano incurvati negli strati superiori della atmosfera e precisamente nel noto strato di Heaviside, nel quale la costante dielettrica dovrebbe essere più piccola che nell'atmosfera e con ciò, per la più elevata conducibilità del mezzo, la velocità di propagazione (velocità di fase) dovrebbe essere maggiore e provocare appunto l'incurvatura dei raggi verso il basso. Siccome questo fenomeno deve essere dipendente dalla frequenza, risulta spiegabile il differente comportamento delle onde corte rispetto a quelle lunghe.

Prove di trasmissione Nauen-Buenos Aires. — Nel traffico con Buenos Aires le onde lunghe, nonostante le rilevanti potenze impiegate, diedero comunicazioni malsicure; la Ditta Telefunken decise perciò di tentare di sostituirvi le onde corte. Il primo apparato adoperato aveva due triodi in parallelo da 1,5 kW ciascuno. I triodi erano di tipo specialmente costruito per alte frequenze con piccola autoinduzione nei conduttori e con elettrodi atti a sopportare le forti correnti capacitive che possono raggiungere anche i 20 A. L'antenna era del tipo unifiare alta 100 metri. I risultati furono sorprendenti, le emissioni vennero ricevute in Argentina fino dal primo giorno, quantunque la installazione fosse provvisoria.

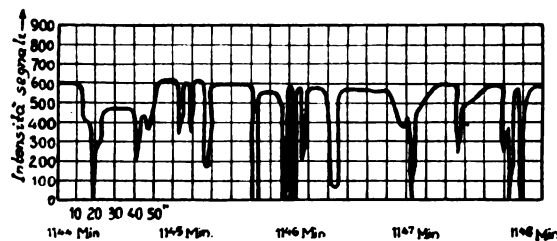


Fig. 3.

Questo apparato ricevette il nominativo POX e più tardi AGA. Successivamente furono costruiti altri apparati: uno uguale e di medesima potenza trasportabile su camion, con nominativo POF, destinato a subire rapidi spostamenti per scopo sperimentale, fornito di un albero smontabile sul quale veniva issato un'aereo tubolare di 20 metri d'altezza. Un altro apparato analogo, nominato POY, fu installato nell'edificio principale della stazione e infine ne fu costruito un quarto, provvisto di due triodi raffreddati, capace di fornire 16 kW di potenza ad alta frequenza. Questi apparati lavoravano da principio su un'onda di 70 m, raccorciata poi a più riprese fino a 13 m. Risultò che le onde più favorevoli per la trasmissione con Buenos Aires erano tra i 25

e i 16 m. L'A illustra infine i risultati ottenuti in numerose curve, per es., la fig. 3 mostra la intensità di ricezione di una stazione trasmittente alla distanza di 1000 km da Geltow (stazione ricevente di Nauen) durante quattro minuti. Si rilevano l'intensità media quasi costante dei segnali e le brusche diminuzioni dovute al «fading». La fig. 4 rappresenta i risultati di ricezione ottenuti a Buenos Aires da

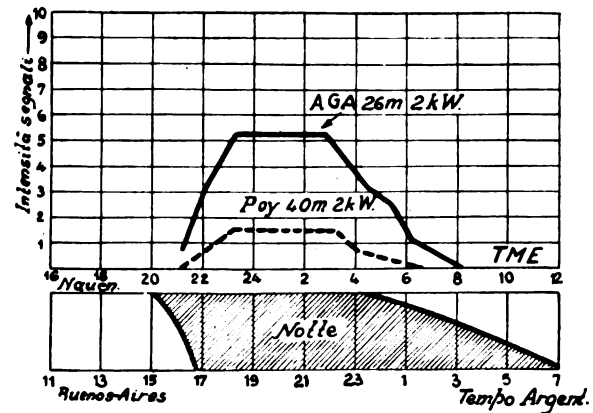


Fig. 4.

Nauen (12.000 km), in cui le ordinate sono le intensità dei segnali e le ascisse i tempi e precisamente, di sopra è riportato il tempo medio europeo, di sotto il corrispondente tempo argentino, essi differiscono di cinque ore.

Lo spazio tra le due ascisse, che rappresentano ognuna un luogo, rappresenta il percorso Nauen-Buenos Aires. La zona tratteggiata significa notte nel corrispondente punto del percorso. La linea di confine a sinistra della zona tratteggiata significa il tramonto, quella a destra la levata del sole.

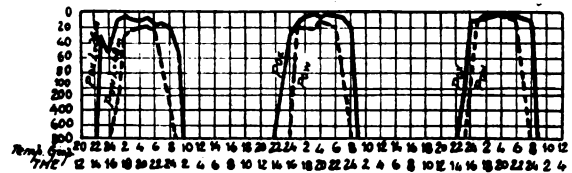


Fig. 5.

Si vede dal diagramma che durante il giorno l'intensità dei segnali a Buenos Aires era nulla, quando metà del percorso era già all'oscuro s'incominciavano a udire i segnali, che aumentavano all'aumentare dell'oscurità durante la quale rimanevano pressoché costanti, per poi diminuire successivamente, quando metà del percorso si trovava già in chiaro dopo il sorgere del sole. I due apparati di pari potenza trasmettevano contemporaneamente uno sulla lunghezza d'onda di 26 m. e l'altro di 40 m. Si vede la differenza di rendimento delle due onde. La fig. 5 dimostra chiaramente la superiorità dell'onda di 26 m. di fronte a quella di 42 m. in una serie di esperienze eseguite con Osaka (Giappone).

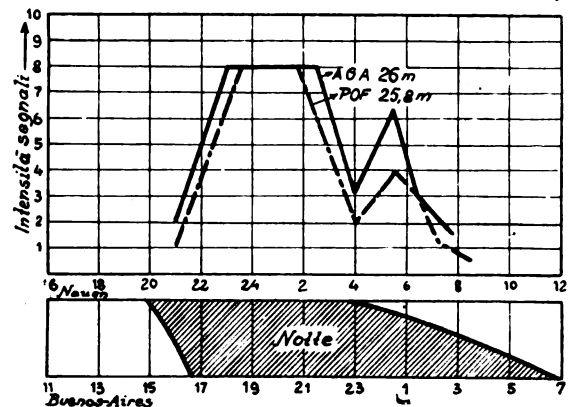


Fig. 6.

Il diagramma si estende a tre giorni consecutivi. Le ordinate di esso sono riferite alla resistenza in parallelo sul telefono del ricevitore.

L'apparato POX aveva una potenza di 2 kW nel mentre l'apparato POW di 8 kW. Interessanti sono pure le curve della fig. 6 ottenute in una trasmissione Nauen-Buenos Aires con due apparati di circa eguale lunghezza d'onda. La fig. 7 rappresenta una trasmissione diurna molto favorevole pure sullo stesso tratto su onda di 18 m, però non sempre ottenibile.

L'A conclude dicendo che dato l'estremo variare dei risultati sperimentali non si può ancora stabilire quali siano le onde più favore-

voli per le comunicazioni tra due luoghi in qualunque ora e stagione. Le variabili che influiscono sulla propagazione sono troppe per poterle prendere in sistematica considerazione. Quello che è certo, è che con numerose prove, continuamente variate, si è riusciti a stabilire un

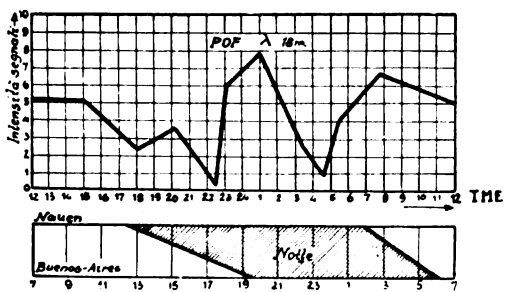


Fig. 7.

sicuro traffico commerciale notturno tra Nauen e Buenos Aires anche in condizioni difficili, in cui tutte le altre stazioni non riuscivano ad avere comunicazione. Le onde inferiori ai 40 si sono dimostrate più adatte di quelle tra i 100 e i 40 metri e tra queste particolarmente quelle intorno ai 18 metri. E' da notare che per la ricezione di queste onde le scariche atmosferiche disturbano pochissimo. C. Hr.

J. F. CURRY — **Aviazione.** (Gen. El. Rev., aprile 1926, pag. 214).

L'articolo è il riassunto di una conferenza tenuta dall'A., Maggiore del servizio aereo militare americano, a Schenectady.

L'A. espone alcuni dati sull'organizzazione dell'aviazione militare americana, che tatticamente è divisa in quattro classi: di inseguimento, di osservazione, di attacco e di bombardamento.

L'aviazione militare americana disimpegna in tempo di pace anche altri servizi non strettamente connessi alle azioni belliche, ma non per questo meno utili alla collettività, quali il servizio di rilievo fotografico per il completamento della carta degli Stati in regioni impervie e di difficile accesso. Si è visto anche che l'aeroplano può essere validamente impiegato per combattere devastazioni in determinate coltivazioni minacciate da insetti. Lasciando cadere dall'aeroplano sulla zona infetta dell'arsenale di piombo si riuscì a salvare il raccolto. Anche per segnalare incendi nelle immense estensioni di foreste americane gli aeroplani sono stati utilmente impiegati. Inoltre fino dal 1921 l'aviazione militare americana ha iniziato a titolo di esperimento un servizio di trasporto aereo con orario prestabilito da Dayton, Ohio, a Washington; oggi esiste anche un servizio di trasporto aereo notturno che funziona regolarmente tra Dayton e Columbus, Ohio. Notevole il sistema usato per segnalare le rotte a questi aeroplani in servizio notturno, ricorrendo a dei segnali eseguiti per mezzo della radio lungo una determinata direzione. L'apparecchio trasmettente è collocato a terra e consente di variare a volontà la direzione della trasmissione. Vengono allora trasmesse le lettere A ed N dell'alfabeto Morse; quando l'aeroplano si sbanda dalla rotta da un lato di essa riceve la N, dall'altro lato invece riceve la A; quando l'aeroplano percorre la direzione giusta, queste due lettere si sovrappongono e formano una T che viene percepita ad intervalli. Invece della cuffia per ricevere i segnali Morse, il pilota può anche basarsi su tre lampadine che vengono comandate a mezzo della radio: si ha allora nella esatta direzione una lampadina bianca accesa ad intervalli, a destra si accende invece una lampadina rossa e a sinistra una verde.

C. G. E. (*)

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

EDITH CLARKE — **Stabilità nel funzionamento dei sistemi di trasmissione a regime costante.** (J. A. I. E. E., Vol. XLV, aprile 1926, pag. 365).

Nelle comuni reti di trasmissione la stabilità di funzionamento non richiede speciale attenzione. Essa normalmente si verifica sempre, se le linee furono calcolate nel modo solito, in base alle perdite d'energia e alle cadute di tensione.

Nelle linee molto lunghe o soggette a grandi carichi invece, lo studio della stabilità non si può trascurare. I risultati dei comuni calcoli non assicurano la stabilità del sistema. Questa deve formare oggetto di speciale studio e dev'essere considerata per le varie condizioni di funzionamento e di carico delle reti.

Il funzionamento d'un sistema può essere normale o transitorio. Le due condizioni vengono considerate distintamente nella determinazione della stabilità delle reti. Nel presente articolo l'Autrice non con-

sidera genericamente la prima condizione di funzionamento, sibbene un caso particolare di essa, che si distingue per le due seguenti ipotesi:

1) che l'eccitazione delle macchine sincrone sia costante al valore assegnato;

2) che gli incrementi del carico sulla rete avvengano in modo tale da escludere la considerazione dei transienti.

L'A. si propone di determinare il limite di stabilità d'un sistema in queste condizioni di funzionamento, con due costruzioni grafiche da lei escogitate.

Tali costruzioni sono applicate rispettivamente a due metodi di rappresentazione delle reti: quello del circuito equivalente e quello del diagramma circolare.

Metodo del circuito equivalente.

E' noto che le tensioni interne di un alternatore e d'un motore sincrone collegati tra loro, se si trascurano le perdite a vuoto risultano in fase, e che se il motore viene gradualmente caricato, e le eccitazioni restano costanti, esse si sfasano formando un angolo che cresce col carico finché le macchine non perdono il passo. I valori della potenza trasmessa e dell'angolo corrispondente tra le due tensioni interne all'uscita di parallelo delle macchine, sono i massimi raggiungibili nelle supposte condizioni di funzionamento e rappresentano per la data eccitazione del generatore, i limiti di stabilità del sistema.

Questi concetti ha tenuto presente l'A. nel suggerire il metodo del circuito equivalente. Il quale consiste nel sostituire il circuito reale con uno equivalente e nel ricavare poi da questo i dati richiesti.

Il procedimento per passare dal circuito reale a quello equivalente si può distinguere in due tempi.

Nel primo tempo al circuito reale se ne sostituisce uno, nel quale le linee sono rappresentate col noto (*) π equivalente a costanti concentrate, le macchine sincrone sono supposte d'impedenza sincrone costante, i motori a induzione sono sostituiti da equivalenti motori sincroni (**), i trasformatori sono rappresentati con impedenze di conveniente grandezza. Nel secondo tempo si passa da questo circuito a quello «equivalente», sostituendo ai generatori e motori sincroni ivi rappresentati, quelli «equivalenti». Le proprietà che assume il nuovo circuito con questa sostituzione si desumono da quanto segue.

Se un circuito consiste di un generatore e di un motore sincrone, ambedue d'impedenza sincrone costante, e connessi da una linea con uno shunt capacitivo o induttivo all'estremità del generatore, questo circuito si può ritenere invariabile durante il funzionamento, se si assegna al generatore una nuova impedenza sincrone, somma della propria e di quella dello shunt adiacente. La tensione interna del nuovo generatore, ch'è quello «equivalente», risulta modificata in ragione inversa dell'impedenza. Le potenze dei due circuiti si corrispondono esattamente.

Se nel circuito precedente le due macchine sono collegate invece da una linea con uno shunt all'estremità dalla parte del motore sincrone, il circuito si può rendere invariabile sostituendo questo motore con uno «equivalente», la cui impedenza sincrone e tensione interna sono modificate come nel caso precedente. Le potenze dei due circuiti non si corrispondono. La potenza del circuito invariabile corrispondente a quella massima trasferibile nel circuito reale, si ha quando le tensioni interne del generatore e del motore equivalente sono sfasate di un angolo

$$\alpha = \theta_1 + 2(\theta_2 - \theta'_2)$$

dove θ_1 = angolo d'impedenza totale del circuito invariabile;

θ_2 = » » del motore reale;

θ'_2 = » » del motore equivalente.

Se infine nel circuito considerato nei casi precedenti le due macchine sono collegate da una linea con shunt ad ambo gli estremi (come si ha rappresentando una linea col π equivalente), il circuito si può an-

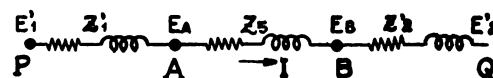


Fig. 1. — Circuito equivalente.

$Z_1' = r_1' + j x_1'$ = impedenza del generatore equivalente

$Z_2 = r_2 + j x_2$ = » della linea equivalente

$Z_3' = r_3' + j x_3'$ = » del motore equivalente

$Z_4 = r_4 + j x_4 = Z_1' + Z_2 + Z_3'$ = impedenza totale del circuito equivalente

I = corrente del circuito reale.

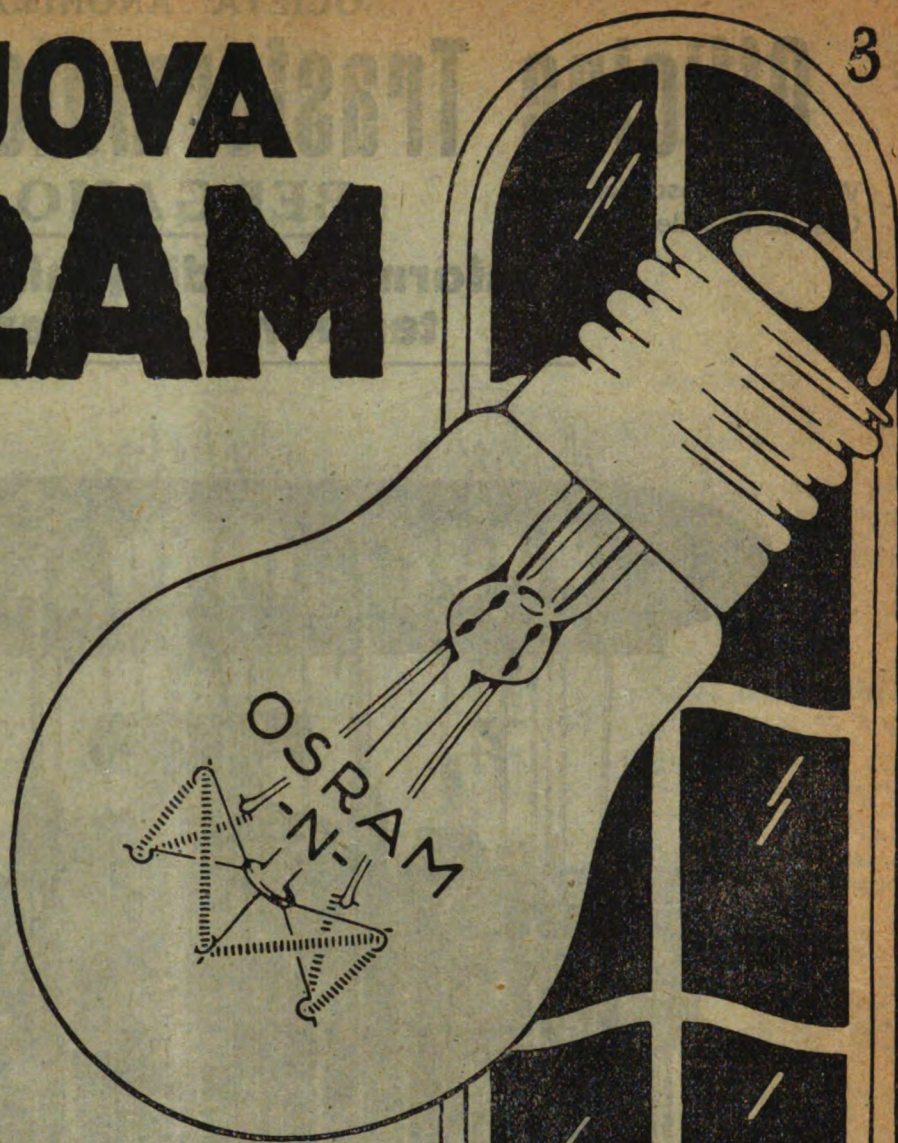
cora rendere invariabile dotandolo di alternatore e motore «equivalenti». Il nuovo circuito è detto anche equivalente e per la sua potenza valgono le considerazioni del caso precedente. E' da notare però che le potenze del circuito equivalente e reale si possono far corri-

(*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Co. Gen. di Elettricità.

(1) Alla linea a elementi distribuiti se ne sostituisce una fittizia, in cui la reattanza induttiva in serie è immaginata concentrata nella parte media e la reattanza capacitiva in derivazione è supposta divisa in due parti eguali applicate agli estremi.

(2) Ciò in considerazione del loro comportamento quasi eguale nel caso di lievi variazioni di tensione ai morsetti.

LA NUOVA OSRAM



*Un grande perfezionamento
della lampada elettrica.*

Osservate la nuova forma

SOCIETA' ANONIMA

Officine Trasformatori Elettrici

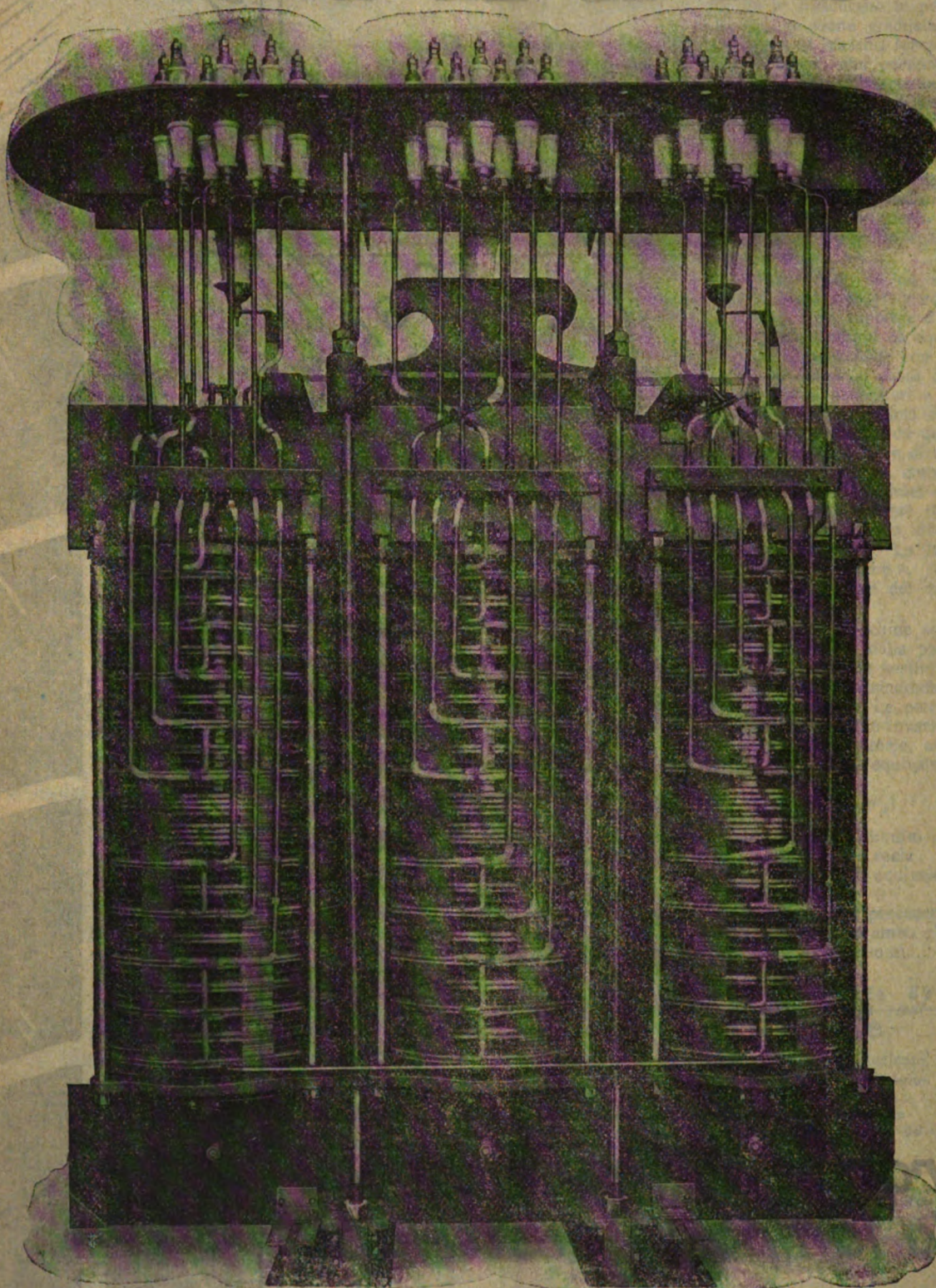
Via A. da Rosciate, 11
Casella Postale N. 135

BERGAMO

Telefono: 13-93

Telegrammi: TRIFASE

**Trasformatori di qualsiasi tipo,
tensione e potenza**



TRASFORMATORE TRIFASE A RAFFREDDAMENTO NATURALE IN OLIO

Tipo T. O. R. K.V.A. 4000 Periodi 50

Volt { Primari — 45725 — 40000 — 38000 — 13200
 Secondari — 13580 — 3395

Digitized by Google

spondere esattamente facendo $2(\theta_2 - \theta'_2) = 0^\circ$ ovvero 360° e cioè trascurando la resistenza nel motore e nello shunt adiacente.

Una volta ottenuto dunque il circuito equivalente, per conoscere la massima potenza trasferibile nel circuito reale corrispondente, basta determinare la potenza trasmessa nel circuito equivalente quando le tensioni interne del generatore e del motore sono sfasate dell'angolo $\alpha = \theta_2 + 2(\theta_2 - \theta'_2)$. Graficamente questa determinazione è indicata nella fig. 2 che rappresenta il diagramma corrispondente al cir-

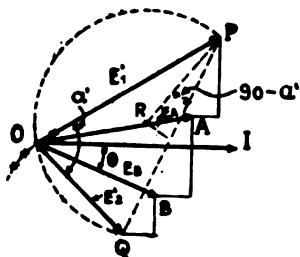


Fig. 2. — Diagramma del circuito equivalente

cuito in fig. 1. La spezzata QBAP è ottenuta dalla costruzione delle singole cadute di tensione:

$$I(r_1' + jx_1') + I(r_2 + jx_2) + I(r_1' + jx_1')$$

Il punto O è determinato considerando che le due tensioni estreme E_1' e E_2' devono comprendere l'angolo α e devono avere il rapporto assegnato. Stabilita la posizione del punto O la scala del diagramma resta fissata conoscendo il valore di una delle tensioni.

La potenza trasmessa in B nel circuito equivalente è data da $E_B I \cos \phi$. Questo valore rappresenta il limite di stabilità cercato del circuito reale.

L'A. riporta esempi d'applicazione di questo metodo allo studio completo della stabilità d'un sistema.

Metodo del diagramma circolare.

Il concetto sul quale si basa questo metodo per determinare la stabilità a regime costante in un sistema di trasmissione, è che la tensione interna di un generatore con eccitazione costante, diminuisce solo se la potenza da trasmettere è maggiore di quella massima consentita dalla stabilità. Se la potenza resta inferiore alla massima, la tensione interna del generatore resta costante e col carico varia solo lo sfasamento di essa rispetto alla tensione interna del motore.

Il nuovo procedimento consiste nell'assegnare un incremento al carico del sistema in modo da generare una lieve caduta di tensione all'arrivo, e verificare se la potenza assorbita dal nuovo carico con la tensione più bassa causa o no una variazione del valore della tensione interna del generatore. Nel primo caso col carico dapprima supposto il sistema non è stabile, nel secondo caso sì.

Per determinare il limite di stabilità del sistema si applica più volte il procedimento, assegnando al carico un incremento ogni volta maggiore, finché la potenza richiesta dall'ultimo carico non fa variare il valore della tensione interna del generatore.

Il procedimento è dall'A. applicato al diagramma circolare del circuito che vuole studiare. Il modo di ricavare le costanti e di costruire tale diagramma è stato esposto da Evans e Sels in Trans. dell'A. I. E. E., 1924, pag. 33, e a tale pubblicazione l'A. si riferisce.

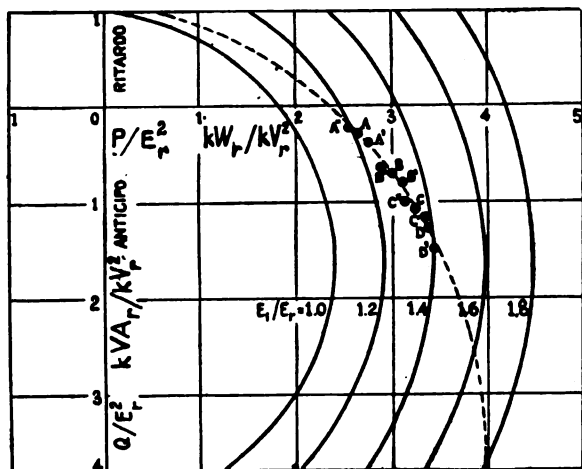


Fig. 3 — Diagramma circolare per un sistema di trasmissione.

La fig. 3 dà un esempio di diagramma circolare. Sull'ascissa sono portati i valori del rapporto tra la potenza attiva richiesta dal carico e il quadrato della tensione in arrivo E_r ; sull'ordinata i valori del rapporto tra la potenza reattiva e il quadrato della tensione E_r . Gli archi di circolo corrispondono ai valori contrassegnati dal rapporto $\frac{E_1}{E_r}$, ottenuti tenendo costante la E_1 , tensione interna del generatore, e variando la E_r .

Per verificare se il sistema è stabile con un aumento del carico normale, si procede nel modo seguente:

Si calcola il rapporto $\frac{kW}{E_r^2}$ tra il carico e il quadrato della tensione normale in arrivo, e si riporta il valore sull'ascissa del diagramma; s'innalza la normale da questo punto fino ad incontrare la curva tratteggiata. Dal rapporto $\frac{E_1}{E_r^2}$ del circolo passante per quel punto, essendo noto E_r , si ricava la tensione del generatore E_1 .

Si assegna poi un aumento al carico normale e si calcola la caduta di tensione e il valore della potenza attiva e reattiva che il nuovo carico rispettivamente produce ed assorbe. Questi due ultimi valori si dividono per il quadrato della nuova tensione in arrivo E_2' , e i quozienti si portano rispettivamente sull'ascissa e sull'ordinata del diagramma.

Per il punto così determinato passa un circolo corrispondente a un certo valore del rapporto $\frac{E_1}{E_r}$, dal quale si ricava la tensione interna E_1 del generatore. Se questa è minore o uguale a quella trovata precedentemente con carico normale, il sistema con il nuovo carico è stabile, altrimenti no.

Il metodo del diagramma circolare riesce più semplice di quello del circuito equivalente per verificare la stabilità dei sistemi in condizioni di carico prestabilito, non lo è più invece per determinare direttamente per le stesse condizioni i limiti di stabilità. N. Li.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Locomotori ed automotrici elettriche con motori ad olio. (El. Rail. Journal, 9 gennaio 1926, pag. 75 e 93).

La ferrovia di Long Island ha acquistato recentemente per il servizio di manovra in stazione, un locomotore elettrico con motori ad olio.

Il locomotore è costituito di un telaio in acciaio montato su due carrelli a due assi, con cassa pure di acciaio divisa in tre scomparti. Quello centrale contiene i gruppi generatori e gli apparecchi di comando, quelli laterali sono adibiti a cabine di manovra.

L'impianto generatore è costituito di due gruppi composti, ciascuno, di un motore ad olio a sei cilindri della potenza di circa 300 HP a 600 giri direttamente connesso con una dinamo compound a quattro poli e con una eccitatrice a 60 volt. Vi è, inoltre, una batteria di riserva a 32 volt per fornire la corrente di eccitazione alle basse velocità.

L'equipaggiamento motore è costituito di quattro motori in serie tipo trazione. Velocità massima: 50 km-ora.

La caratteristiche principali del locomotore sono le seguenti:

Lunghezza totale fra i respingenti	m. 13,96
Lunghezza della cassa	" 12,20
Altezza massima sul piano del ferro	" 4,20
Larghezza massima	" 3,—
Larghezza della cassa	" 2,85
Distanza fra gli assi estremi	" 11,—
Interasse rigido dei carrelli	" 2,20
Peso totale	kg. 90.000
Peso per asse	" 22.500

Il comando del locomotore è semplicissimo ed in gran parte automatico; un commutatore elettrico stabilisce la connessione dei motori in serie od in parallelo, per la marcia avanti o per la marcia indietro e quindi un'apposita manovella, che agisce sulla valvola di alimentazione dei motori, ne regola la potenza. Il sistema di eccitazione delle dinamo fa sì che la loro prestazione in ampere e volt si adatti automaticamente alle esigenze del servizio in relazione alla potenza sviluppata dai motori, così che, attraverso i motori di trazione anche il rapporto fra la sforzo di trazione e la velocità varia automaticamente col carico del locomotore. In queste macchine non sono impiegati reostati.

I servizi ausiliari comprendono:

- un compressore d'aria con motore a gasolina;
- tre serbatoi d'aria compressa per l'avviamento dei motori ad olio;
- un impianto a termosifone per impedire il congelamento dell'acqua di raffreddamento dei motori nei periodi di sosta durante la stagione fredda, e per riscaldare le cabine di manovra;
- quattro batterie di radiatori disposte sul tetto della cassa per il raffreddamento dell'acqua di circolazione;
- tubazioni e rubinetterie per lo scarico dell'acqua quando il locomotore è a riposo.

Una costruzione analoga è rappresentata dal nuovo tipo di automotrice elettrica con motore a gasolina sperimentato recentemente con successo sulla ferrovia di Pensilvania.

La vettura lunga 18 metri, ha 61 posti a sedere ed un bagagliaio di 8,5 m². Pesa, complessivamente, 40 tonnellate.

L'impianto generatore è costituito da un motore a gasolina a sei cilindri della potenza di 250 HP a 1100 giri, direttamente connesso con una dinamo da 160 kW a 600 volt che, a sua volta, alimenta due motori di trazione da 140 HP.

g. a. r.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Un indicatore di alta tensione è descritto nella E. T. Z. del 25 febbraio 1926. Si tratta di un apparecchio portatile che permette di accertarsi a distanza se una linea a corrente alternata è in tensione oppure no. L'apparecchio comprende una valvola ionica a cui è connesso un circuito oscillante. Dalla cassetta dell'istrumento sporge una piccola antenna in filo metallico, lunga circa 15 cm; un ricevitore telefonico serve da indicatore. Avvicinando l'apparecchio a una linea in tensione, si sente subito un ronzio più o meno ritmico; esso è già sensibile stando a circa mezzo metro di distanza da un filo a 220 V, o a 20 metri di distanza da una linea a 110.000 V.

*

Un nuovo termostato elettrico è descritto nella E. T. Z. del 25 febbraio 1926. Mentre i soliti termostati bimetallici sono atti ad interrompere potenze di non più di 30 W, il nuovo dispositivo avrebbe una capacità di rottura fino a 900 W. Esso consiste essenzialmente in un nastro bimetallico con dei contatti di tungsteno racchiusi in una ampolla a vuoto, di vetro. L'apparecchio non è più lungo di sette centimetri; esso deve essere tarato per il voluto margine di temperatura prima di chiudere l'ampolla. Il costo di un tale apparecchio si assevera quanto inferiore a quello dei soliti relais elettromeccanici.

*

Un sistema di segnalazioni a distanza senza filo pilota è descritto nella Revue Générale de l'Electricité del 6 marzo 1926. Per la trasmissione dei segnali vengono utilizzate le stesse linee di trasmissione della potenza, inviando su di esse delle correnti alternate a frequenza da 500 a 1000 periodi. Disponendo in un punto qualunque della linea dei relais opportunamente costruiti per rispondere solo a frequenze di questo ordine, è possibile ricevere i segnali trasmessi dalla centrale o dalle cabine. I relais possono essere costruiti in modo da agire soltanto dopo un certo numero di impulsi distanziati ad intervalli fissati e in tal modo, con un sistema ben studiato di relais, si possono compiere una quantità di operazioni diverse. Fra le applicazioni sono indicate ad esempio le seguenti: inserzione e disinserzione di serie di lampade stradali; cambiamento di tariffa nei contatori, azionamento di gruppi di pompe, ecc.

*

Sulla bobina di Petersen. — Alcune interessanti e importanti conclusioni sulla questione tanto dibattuta della utilità della bobina di Petersen, come mezzo di protezione contro gli effetti delle scariche superficiali sugli isolatori di linea, si trovano in un nuovo articolo di J. M. Oliver e W. W. Eberhardt comparso nel J. A. I. E. E. (marzo 1926, vol. 45, N. 3, pag. 227). Si tratta dei risultati di un prolungato effettivo esperimento sopra la rete a 44.000 V della Alabama Power Co. La bobina si è dimostrata assai efficace, in confronto col sistema del neutro a terra, per ridurre il numero delle interruzioni dovute a scariche sugli isolatori durante i temporali. L'inconveniente delle sopratensioni prodotte dalla bobina è stato eliminato, provvedendo a far sì che la bobina stessa sia tolta dal circuito ed il neutro messo a terra durante le manovre di interruttori sulla rete. Si ritiene che lo stesso risultato possa raggiungersi con una bobina non sintonizzata. Ad ogni modo la bobina è stata, anche in questo impianto, tolta di servizio in seguito all'accresciuto numero dei punti di alimentazione e dei collegamenti.

Gli AA. concludono manifestando l'opinione che l'impiego della bobina debba essere limitato alle linee di tensione moderata (66 kV o meno) ed aventi un solo centro di alimentazione di energia. In altri termini la spesa e le complicazioni di un dispositivo Petersen sarebbero giustificate solo in una rete costituita da alimentatori radiali, in cui si voglia migliorare il servizio a favore di qualche centro importante di utilizzazione, collegato col centro di produzione mediante una sola linea. In tal caso si ha il vantaggio, in confronto col sistema del neutro a terra, di ridurre le interruzioni per scariche sugli isolatori, ed in confronto col sistema del neutro isolato, di eliminare gli archi a terra.

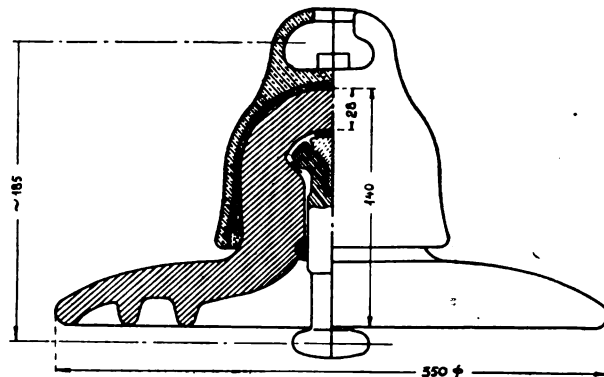
CONDUTTURE.

Linee a 220.000 V in Europa. — Crediamo interessante dare alcune notizie sugli isolatori forniti per le linee a 220.000 volt della Rheinische-Vestfälisches Elektrizitätswerk, dalle fabbriche di porcellana Rosenthal di Selb.

Questi isolatori sospesi furono scelti dopo lunghe e meticolose prove e corrispondono al tipo senza cemento brevettato «testa a cono». Sulla testa dell'isolatore è cementata una cappa di ghisa malleabile zincata, mentre nell'interno si trova un foro di forma conica colla parte più larga in alto; attraverso il foro dell'isolatore viene introdotto un perno di acciaio segmentato all'estremità superiore e quindi pressato contro un cono di ferro forgiato.

L'estremità del perno viene prima riscaldata con una saldatrice elettrica così che i segmenti vengono piegati e applicati al cono me-

dante una leggera pressione eseguita da una pressa a mano. Il perno che forma a questo modo un insieme insolubile col cono, non può più venire estratto dalla testa dell'isolatore. Per ottenere una migliore superficie di appoggio tra il cono e la parete di porcellana vengono introdotti degli strati di amianto. Finalmente il perno viene munito nel suo punto di uscita dell'isolatore con un anello di piombo, che viene quivi colato per proteggere dall'umidità la parte interna. Questa costruzione già usata da anni con successo, per adattarsi alla linea a 220.000 V, ha dovuto subire alcune modificazioni in considerazione non solo della elevatissima tensione, ma sopra tutto della resistenza alla trazione che veniva richiesta in 18.000 kg.



Isolatori a sospensione «testa a cono» per catene 220.000 volt.

I dati tecnici principali di questi isolatori sono i seguenti:

Isolatori a sospensione tipo «testa a cono» V 2105.

Peso dell'isolatore 13 kg; Perforazione sott'olio garantita 140 kV; Perforazione sott'olio effettiva 170 kV; Resistenza garantita alla trazione 12.000 kg; Carico medio di rottura 15.000 kg; Incolumità elettromeccanica garantita 9000 kg; Numero degli elementi impiegati per la catena a 220 kV: 10.

La tensione d'arco della catena con 10 elementi è di 720 kV a secco, di 570 kV sotto pioggia di 22 mm e di 465 kV sotto pioggia di 100 mm.

Gli Isolatori per amarraggio pesano 17 kg e il loro carico medio di rottura sale a 24.000 kg con una incolumità elettromeccanica garantita per 15.000 kg.

Il palo normale di sostegno usato per la linea a 220.000 V ha una altezza di m 33,50. Le mensole superiori e inferiori hanno una lunghezza ciascuna di 12 metri; quella di mezzo, di 24 metri. La distanza tra le mensole è da 5 a 6 metri, la mensola di mezzo viene sostenuta da quella inferiore. Il peso dei pali di sostegno è circa 8 tonnellate, quello dei pali di amarraggio circa 30. I pali speciali per la campata di 683 m per l'attraversamento del fiume Lahn, alti circa 120 metri, pesano 220 tonnellate. La distanza media tra palo e palo è circa 300 metri. Il carico degli isolatori è normalmente 5-6 tonnellate; all'attraversamento del fiume Lahn circa 10 tonnellate. Sulla punta dei pali viene applicata una linea di terra in bronzo.

*

Una serie di prove interessanti sugli isolatori Pirex sono state eseguite in America sulle linee della Niagara, Lockport e Ontario P. Co. Vennero usati dei trasformatori da 10.000 kVA, 66.000/6600 V, col primario connesso direttamente alle sbarre a 66.000 della centrale del Niagara; il secondario era connesso agli isolatori in prova in serie con un tratto di linea di trasmissione. Gli isolatori in prova erano montati come quelli in servizio, e messi in corto circuito mediante un sottile filo di rame adagiato strettamente sulla superficie dell'isolatore. Chiudendo l'interruttore si manteneva l'isolatore in prova per tempo voluto, dopo di che l'interruttore veniva aperto. Si fecero prove con 500 A, con 800 A e con 1800 A; per la durata di cinque secondi. Gli isolatori Pirex sopportarono molto bene le prove e dimostrarono che esse non alteravano sensibilmente le loro proprietà dielettriche; gli isolatori di porcellana vennero invece resi inservibili o frantumati. Secondo gli sperimentatori, le prove avrebbero dimostrato che gli isolatori Pirex sopportano una potenza nell'arco quadrupla di quella che può essere sostenuta dagli isolatori di porcellana.

IDRAULICA.

Un modello delle cascate del Niagara in scala molto grande, per l'esecuzione di esperienze idrauliche è stato costruito dalla Niagara Falls Power Co. Il modello, che ha le dimensioni di un piccolo torrentello, riproduce esattamente la località delle cascate secondo i rilievi più recenti, e permette di riprodurre anche le varie condizioni di derivazioni d'acqua in certi punti, e della loro restituzione come scarichi di centrali idroelettriche costruite nei pressi delle cascate. Lo scopo a cui si vuol arrivare è quello di determinare la massima portata che si può derivare dal Niagara senza alterare la bellezza e la imponenza delle cascate. E' stato riconosciuto che opportuni accorgimenti e la costruzione di speciali opere a monte delle cascate permetterebbero di derivare circa la metà della intera portata attuale, conservando alle cascate tutta la loro scenica bellezza.

IMPIANTI.

E' entrata da poco in esercizio la *Centrale termica* di Richmond della Philadelphia Elec. Co. La centrale è costruita per contenere quattro gruppi generatori da 50.000 kW. Attualmente sono installati due turbogeneratori da 62.500 kVA, 1800 giri, 13.800/14.400 volt, 60 periodi, fattore di potenza 0,80, con eccitatrice coassiale da 250 kW. La lunghezza complessiva di un gruppo è di 22 metri; ogni gruppo completo pesa 550 tonnellate. Le turbine di tipo tandem-compound sono azionate da vapore a 26 kg/cm² surriscaldato a 365°. Sono installate complessivamente dodici caldaie Stirling da circa 1500 metri quadrati, con surriscaldatore da 760 m², e preriscaldatore d'aria tubulare da 2200 m². Le caldaie hanno le pareti con raffreddamento ad acqua. Viene effettuato il preriscaldamento dell'acqua col ciclo a rigenerazione del vapore. Nella disposizione dei circuiti elettrici nell'edificio quadro si è seguito il sistema a fasi completamente separate. In una cabina di trasformazione all'aperto sono installati, per ora, due trasformatori da 60.000 kVA, 13.200/66.000 V.

*

Esportazione di energia elettrica dalla Svizzera (Schw. Bztg. n. 1-2, gennaio 1926, pag. 11). — Con disposizione contenuta nel Bollettino Ufficiale federale (Bundesblatt), del 16 dicembre 1925, dietro parere della Commissione federale, vennero autorizzate le Officine Elettriche Ticinesi fino a tutto il 1931 a fornire energia elettrica prodotta nelle loro centrali di Biaschina presso Bodio e di Tremorgio presso Rodi, nel quantitativo massimo di 20.000 kW (giornalmente massimo 400.000 kWh) e dal 1932 fino alla scadenza dell'autorizzazione e cioè fino al 1938, per un massimo di 16.000 kW (giornalmente massimo 304.000 kWh) alla Società Lombarda per distribuzione energia elettrica in Milano ed alla Società Piemontese-Lombarda Ernesto Breda in Milano.

L'autorizzazione di cui sopra obbliga ad alcune speciali limitazioni e sostituisce altre precedenti per minori quantitativi. g. ve.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Una delle più grandi turbine a vapore del mondo, sarà quella da 77.000 kW che si sta per installare nella centrale della Crawford Avenue a Chicago. Il diametro massimo della macchina arriva a cinque metri. Per la Commonwealth Edison Co. sono in costruzione nelle officine della General Electric Co. delle turbine ancora più potenti: da 90.000 kW. Esse saranno composte di due sezioni: un elemento ad alta pressione, da 35.000 kW a 1800 giri, e un elemento a bassa pressione, da 55.000 kW, a 12.000 giri.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

La «Forza cimo-motrice». — E' noto (1) che la potenza irradiata da un'antenna, espressa in watt, si può calcolare mediante la relazione

$$P = 160 \pi^2 \left(\frac{h I}{\lambda} \right)^2 \quad (\text{watt}),$$

in cui h è l'altezza di radiazione o altezza equivalente dell'antenna, λ la lunghezza d'onda di emissione (misurate ambedue rispetto alla stessa unità) ed I il valore efficace della corrente di antenna alla base (nell'ipotesi che sia quivi il ventre di corrente), espresso in ampere. La potenza irradiata varia dunque col quadrato del rapporto fra il prodotto $h I$ (che si chiama da taluni «coefficiente di efficacia») e si misura in metri-ampere) e la lunghezza d'onda λ .

Nel n. 12 del Bollettino R. T. del R. Esercito (aprile 1926) il Col. L. Sacco propone il nome di «forza cimo-motrice» per una grandezza proporzionale a tale rapporto e precisamente per l'espressione

$$E = \frac{120 \pi h I}{\lambda} \quad (\text{volt})$$

Questa espressione si può dedurre da quella generale del campo elettrico F , prodotto da un dipolo in un punto del suo piano equatoriale (ossia anche prodotto da un'antenna in un punto della superficie terrestre, supposta piana e perfettamente conduttrice):

$$F = 4 \pi \sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}} \cdot \frac{h I}{\lambda d},$$

ove μ ed ϵ sono la permeabilità magnetica ed elettrica del mezzo e d la distanza del punto considerato dall'oscillatore. La proposta «forza cimo-motrice» si identifica col momento $F \cdot d$ del campo elettrico F rispetto all'origine (centro del dipolo); volendo infatti esprimere F in volt/metro e d in metri, il prodotto $F \cdot d$ risulta espresso in volt; e volendo altresì esprimere I in ampere, il valore numerico di $\sqrt{\frac{\mu}{\epsilon}}$ risulta 30, così che si ha la formula soprariportata.

Si rileva facilmente, che la forza cimo-motrice, divisa per la distanza (espressa in metri), dà il campo elettrico (espresso in volt/me-

tro), che si avrebbe a quella data distanza, alla superficie della terra, se questa fosse piana e non intervenisse alcuna causa di assorbimento di energia. Si rileva altresì che la potenza irradiata da un'antenna, espressa in watt, secondo la formula riportata in principio, è eguale al quadrato della forza cimo-motrice, diviso per 90.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

Un tipo di raddrizzatore di grande potenza, recentemente costruito dalla Brown Boveri di Baden, può erogare 1500 A., sotto 600 V; esso è descritto nella Revue B. B. C. del giugno 1926. Mentre i tipi di minor potenza hanno sei anodi, questi nuovi sono pure collegati a un

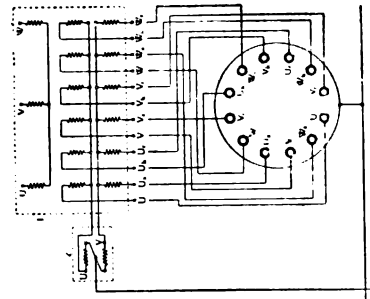


Fig. 1.

trasformatore esafase, ma avente avvolgimenti distinti che erogano in parallelo su due anodi per ciascuna fase. Alla fine del 1925 erano state ordinate 26 di queste unità, per una potenza complessiva di 24.615 kW, fra le quali quattro per la Illinois Central Railroad Co.

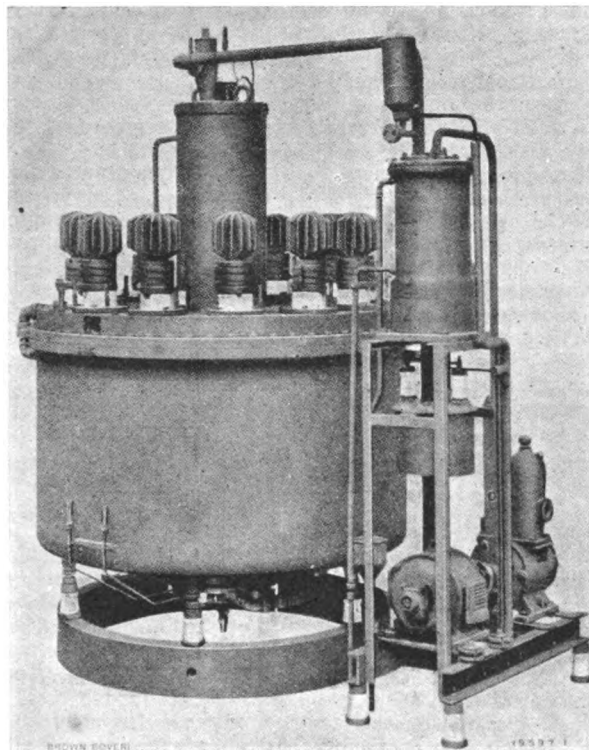


Fig. 2.

di Chicago colle seguenti caratteristiche: tensione: 1500 V; potenza in servizio continuo: 1500 kW; sovraccarico per cinque minuti: 3000 kW; sovraccarico per un minuto: 5400 kW. Sono attualmente già in funzione sei sottostazioni provviste di raddrizzatori di questo tipo.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

La completa elettrificazione delle ferrovie in Cecoslovacchia (Schw. Bztg. n. 1 del 2 gennaio 1926, pag. 11). — Come inizio della elettrificazione generale delle ferrovie della Cecoslovacchia, è stato deciso di elettrificare alcune delle linee diramantesi da Praga ed aventi un grande traffico. Il Ministero delle Ferrovie ha adottato la corrente continua inizialmente a 1500 V da portarsi in seguito a 3000 V, e la ragione della scelta fu principalmente quella di permettere l'assorbimento dell'energia della rete di distribuzione trifase industriale. Non venne adottata la c. a. monofase a 16 2/3 periodi perché la conversione trifase 50 per. monofase 16 per. risultò troppo costosa.

Per la conversione della corrente trifase a 22.000 V quale viene fruita dalle centrali urbane di Praga in corrente continua saranno

(1) L'Elettrotecnica, 5 aprile 1921, vol. VIII, N. 10, pag. 213 e Pubbl. n. 11 dell'I.E.R.T. della R. Marina.

adottati convertitori e raddrizzatori a mercurio. L'esercizio sarà fatto dapprima con 16 locomotori costruiti esclusivamente da fabbriche nazionali le quali peraltro si appoggiano a fabbriche estere fra le altre alla Brown Boveri ed alla Oerlikon. g. ve.

*

La funicolare Merano-Avelengo (Revue B. B. C., maggio 1926, n. 5, vol. XIII, pag. 132). — Il Tecnomasio Italiano Brown Boveri di Milano ha ultimamente rinnovato l'equipaggiamento elettrico della funicolare Merano-Avelengo, messa in servizio qualche anno fa.

La regione di Merano e Bolzano è una di quelle che più si prestano a questo genere di trasporti, il quale dopo le esperienze fatte durante la guerra ha acquistato un notevole grado di perfezione, specialmente in seguito all'impiego dei cavi molto tesi: in questi si è difatti riscontrata una maggiore resistenza che non in quelli poco tesi, nei quali il lavoro di deformazione ad ogni passaggio dei vagoncini è notevole.

Le caratteristiche della Merano-Avelengo secondo quanto pubblica la Revue B. B. C. del maggio 1926, sono le seguenti:

Lunghezza del cavo	2600 m.
Campata massima	1700
Differenza di livello fra le stazioni estreme	890 m.
Velocità di marcia	3,6 m/sec.
eventualmente da portarsi a	5 m/sec.

I tre soli punti d'appoggio della linea sono costituiti da torri in cemento armato, il cui interno è adibito a deposito di materiale ausiliario diverso.

Le vetture sono in gran parte d'alluminio e contengono sedici persone; l'illuminazione è fatta con batterie di accumulatori; la sospensione è elastica.

La trazione è effettuata con un cavo senza fine: nel caso che si rompesse, sul cavo portante agisce automaticamente un freno, che del resto è manovrabile anche dalla cabina di comando: esiste inoltre un vagonetto di soccorso azionato da un cavo separato da quello principale.

I motori che comandano l'argano sono due, uno di riserva all'altro, trifasi alla tensione di 190 volt e 50 periodi a 4 poli e della potenza di 24 kW, notevolmente bassa in confronto ad altri impianti consimili. Esiste un motore a benzina di riserva.

L'impianto elettrico comprende inoltre l'impianto telefonico fra vagonetti e stazione, l'interruttore a massima ed a tensione nulla sul motore, che agisce anche con comando a distanza e per false manovre come per esempio se all'entrata nelle stazioni i vagoni non sono fermati a tempo dal manovratore.

Le resistenze d'avviamento e per marcia ridotta, il freno automatico funzionante per eccessive velocità o eccessivo inoltrarsi nelle stazioni, le manovre di segnalazione, ecc., costituiscono in massima un'installazione normale; tutto l'insieme è risultato di costo moderato, pur assicurando un servizio sicuro, economico e sufficiente alle esigenze del traffico.

Fra Oropa ed il Lago di Mucrone è in corso di lavoro un analogo impianto, la cui parte elettrica è pure del Tecnomasio Italiano.

G. Pa.

VARIE.

Orologio a ricarica elettrica. — Il Sig. G. Rostain di Torino ci comunica che la Fabbrica Svizzera di orologi Zenith, applicando un nuovo sistema, ha potuto costruire e brevettare un orologio elettrico che non ha bisogno di pile od accumulatori e nel quale è stata soppressa ogni sorta di bobine e di magneti.

L'orologio elettrico della Zenith, chiamato « Calora », è provvisto della usuale spina, la quale può essere inserita in una presa di corrente di un qualsiasi impianto elettrico, bastando derivare tale orologio su due conduttori qualsiasi della corrente alternata, per metterlo in azione, ed esso funzionerà, senza arrestarsi mai, anche se sopravverranno delle discontinuità nella somministrazione dell'energia elettrica e se si verificano delle forti oscillazioni di tensione.

Come in tutti gli orologi di precisione, anche in questo si trova un pendolo che è mantenuto in oscillazione continua da un filo che lo aziona grazie alle variazioni di lunghezza che esso subisce per effetto termico come conseguenza di una corrente che lo percorre.

Negli orologi Zenith il pendolo propriamente detto, ha l'ufficio di motore di carica il quale aziona, con un ingranaggio, il solito tamburo che troviamo in tutti gli orologi con carica a mano; la molla contenuta in questa tamburo, trasmette l'energia meccanica accumulata ad un normale bilanciere a scappamento.

I rapporti tra le ruote di carica e il movimento del pendolo, sono calcolati in modo che la molla resta sempre completamente carica, mentre non può venire sopraccaricata; così la forza trasmettente resta perfettamente costante. Se la corrente elettrica dell'impianto viene interrotta, il pendolo si ferma e non carica più la molla, la quale però rimane in azione potendo così mantenere in funzione l'orologio fino a 50 ore consecutive. Un piccolo perno, fissato sul tamburo della molla di carica, solleva, ad ogni giro, un martelletto il quale, ricadendo bruscamente, imprime al pendolo un impulso che lo mette in movimento. I contatti rientrano così in funzione e, allorché ritorna la corrente elettrica in linea, il detto filo motore, ricomincerà a far oscillare il pendolo ricaricando un po' alla volta la molla.

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Elettromobili - S. A. Trasporti — Milano.
Ha deliberato di aumentare il capitale sociale da Lire 5000 a L. 800.000.

Società Accumulatori Dott. Scaini — Milano.
Venne approvato l'aumento del capitale sociale da L. 2.000.000 a L. 3.500.000 mediante emissione di 15.000 azioni da L. 100.

Società Laziale di Elettricità — Roma.
E' stato deliberato di elevare il capitale sociale da L. 12.000.000 a L. 20.000.000 mediante emissione di 80.000 azioni da L. 100.

Società Anonima di Elettricità del Ticino — Milano.
E' stato deliberato di procedere all'aumento del capitale sociale da L. 700.000 a L. 2.000.000 mediante emissione da 6000 azioni da L. 100, e prelevando L. 700.000 dalla riserva.

S. I. T. I. - Soc. Industrie Telefoniche Italiane Doglio — Milano
Venne deliberato di ridurre il capitale sociale da L. 13.000.000 a L. 2.600.000 svalutando le azioni da L. 100 a L. 20.

Società An. Italiana Veicoli Elettrici - S. I. V. E. — Milano.
Riduce il capitale da L. 1.138.000 a L. 682.000 mediante svalutazione delle azioni da L. 100 a L. 60.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

Società An. Elettrificazione S. A. E. — Milano.
E' stata costituita con capitale di Lire 1.000.000 diviso in 2000 azioni da L. 500.

Soc. An. Elettrochimica dell'Adda — Como.
Si è costituita con capitale di L. 50.000 in 500 azioni da L. 100.

Società Anonima Idroelettrica Val Borlezza — Milano.
Venne costituita col capitale di L. 1.000.000 in 10.000 azioni da L. 100.

Soc. An. Industriale Elettrica del Vitulanese — Benevento.
E' stata costituita con capitale di L. 200.000 in azioni da L. 500.

Società Telefonica Elettrica Ligure Lombarda Anonima — Milano.
Si è costituita col capitale di L. 100.000 in 200 azioni da L. 500.

Società Editrice Riviste delle Industrie Elettriche — Milano.
Venne costituita con capitale di L. 400.000 diviso in 4000 azioni da L. 100.

Elin - Soc. An. Italiana per l'Industria Elettrica — Milano.
Venne costituita con capitale di L. 500.000 in 1000 azioni da L. 100.

Radiodina - Soc. An. Italiana — Milano.
Si è costituita con capitale di L. 80.000 diviso in 160 azioni da L. 500.

Fabbrica Apparecchi Utilità Speciali Termoelettrici — Milano.
Costituita con capitale di L. 30.000 in 300 azioni da L. 100.

Soc. An. Consor. Consumatori Braidesi Energia Elettrica — Bra.
Costituitasi con capitale di L. 115.000.

Soc. An. Elettrografite di Marone — Brescia.
Si è costituita col capitale di L. 50.000 in 500 azioni da L. 100.

Azienda Commerciale Radio Del Vecchio — Milano.
E' stata costituita con capitale di L. 10.000 in 100 azioni da L. 100.

Società An. Impresa Telefonica Legnanese — Milano.
Venne deliberato lo scioglimento della Società e la sua messa in liquidazione.

Società Anonima Idro-Elettrica del Sabato — Benevento.
Venne deliberato di procedere allo scioglimento anticipato della Società.

Elettrometallurgica Sarda - Soc. Anon. — Milano.
Si è revocata la messa in liquidazione della Società, procedendo invece alla riduzione del capitale a L. 100.000 mediante svalutazione delle azioni da L. 100 a L. 10.

FUSIONI DI SOCIETÀ.

La Società Generale Italiana Edison di Elettricità ha incorporato la Società Anonima per Imprese Elettriche Conti.

La fusione delle due grandi Società è avvenuta mediante l'annullamento delle 800.000 azioni da L. 250 della Conti, sostituendo due azioni Edison a tre azioni Conti; a tale scopo si sono emesse 426.666 azioni Edison in sostituzione di 639.999 azioni Conti vecchie e 106.000 azioni Edison in sostituzione di 159.999 azioni Conti ultima emissione.

Per effetto della fusione la Società Edison subentra in tutto il patrimonio attivo e passivo della Conti.

Il capitale sociale della Edison viene in ultima analisi elevato a 712.000.000, diviso in 1.900.000 azioni da L. 375. A questo aumento di capitale si è provveduto, per L. 90.000.000 mediante trasferimento a capitale di riserve straordinarie e in parte mediante emissione di azioni nuove.

La Società Elettrica delle Murge Ing. Vismara e Sala e la Società

Ligure-Pugliese per l'Esercizio di Imprese Elettriche si sono fuse mediante incorporazione della prima nella seconda. La *Soc. An. Elettrica Zanetta* viene pure incorporata colla Ligure-Pugliese.

* *

Lo scoglio dell'entrata della Germania nella Società delle Nazioni, scoglio contro il quale pareva in qualche momento che tutto l'edificio della Società dovesse naufragare, è stato finalmente superato. Che esso sia stato superato felicemente non si potrebbe in verità dire, poichè tale atto ha costato dei gravi infortuni, ma ad ogni modo la situazione imbarazzante ed oscura in cui la politica europea si dibatteva da mesi, è stata in qualche modo risolta.

La Germania entra nella Lega e contemporaneamente vi entra la Polonia, con un seggio che solo per eufemismo è chiamato semi-permanente. I due contendenti godono dunque entrambi e questa volta il terzo, o meglio i terzi, non godono. La Spagna e con essa il Brasile avevano chiesto essi pure un seggio permanente nel consesso delle grandi Potenze. Non si è potuto o voluto accogliere la loro domanda e le due Nazioni latine hanno abbandonato la Lega.

E' dubbio se l'entrata della Germania possa compensare l'uscita della Spagna, tanto interessata ai problemi mediterranei, e quella del Brasile che segna un nuovo passo verso il completo disinteressamento dell'America.

Ma per ora la Germania gode le più amichevoli e cordiali simpatie della Società delle Nazioni ed in particolare della Francia, la quale sembra essersi improvvisamente infiammata di un grande desiderio di buttarsi fra le braccia degli amici di oltre Reno. Non è detto che il marco non possa consolare i dispiaceri del franco!

Certo le manifestazioni di cordialità fra Briand e Stresemann costituiscono uno dei fenomeni più curiosi del momento politico attuale. In pochi giorni si sono improvvisati programmi di collaborazione, consorzi industriali, sgomberi di territori, revisioni di piani per le riparazioni, ecc., ecc. A un attento osservatore non può sfuggire nè l'ansia francese nè i sorrisi di Stresemann; nè può dileguarsi il dubbio che lo chauvinisme francese da una parte e la classica mancanza di tatto tedesca abbiano presto ad offuscare la nuova luna di miele. I discorsi di Stresemann e le rivoltellate francesi di Renania, ammoniscono!

L'Italia che ha sempre mirato ad un ristabilimento di un regime di sincera cordialità in Europa, non può che essere lieta del rinnovato spirito di concordia, il che non le impedisce di mantenere un contegno alquanto prudente e di mantenersi vigile quando sente emettere proposte e programmi che vanno a toccare sia pur di lontano e la lettera e lo spirito dei Trattati: nè il Piano Dawes, nè l'anschluss sono problemi di esclusivo interesse della Francia e della Germania!

La Spagna che già aveva richiamato su di sé l'attenzione generale per l'atteggiamento assunto a Ginevra, ha messo un'altra volta in agitazione gli ambienti politici avanzando proposte per una revisione dello Statuto di Tangeri! E' noto come questa sia una delle questioni mediterranee di maggior delicatezza e che ha già procurato dei gravi grattacapi alla diplomazia europea. La quale, un poco forse anche per questo non ha accolto con molta simpatia la iniziativa spagnuola. E' da notare però che si è andata facendo strada in modo sempre più profondo la convinzione della opportunità che l'Italia non sia più a lungo mantenuta estranea all'amministrazione di quella zona politicamente tanto importante.

La situazione interna della Spagna permane indecisa e confusa. Ci sono stati anche momenti di grave ansietà che hanno messo parte dell'esercito contro il dittatore. Questi ha dimostrato però di disporre ancora di mezzi sufficienti per dominare la situazione; il plebiscito indetto ultimamente conferendo oltre sei milioni di voti al generale De Rivera ne ha indubbiamente rafforzato la posizione.

In Inghilterra la grave questione dello sciopero dei minatori, accenna ad avviarsi ad uno scioglimento. Vi sono sintomi non dubbi di rilassamento nella massa scioperante, i capi della quale cercano ora di riannodare le trattative interrotte bruscamente mesi or sono. La situazione è però ancora molto difficile, specialmente in causa della intransigenza dei proprietari di miniera.

La Grecia continua ad essere l'enfant terrible della politica europea. Anche il dittatore Pangalos è stato rovesciato, e al suo posto è salito il generale Condylis il quale però non sembra molto saldo in sella. Forse il sintomo migliore per il benessere futuro di quel disgraziato Paese risiede nel fatto che la massa del pubblico sembra cominci ad averne abbastanza anche di rivoluzioni; violente dimostrazioni contro gli intrighi dei generali politicanti si sono svolte ad Atene, dove si sono avuti episodi sanguinosi.

Un certo allarme aveva suscitato l'annuncio della firma di un Trattato fra l'Jugoslavia e la Grecia. La notizia fu poi ufficialmente smentita, per quanto sotto una forma che non è stata ritenuta del tutto convincente.

*

Qualunque debba essere per l'avvenire la politica che la Germania si propone di svolgere a Ginevra, si deve per ora constatare che lo svolgimento del piano Dawes si compie regolarmente e senza difficoltà. Viene anzi confermato che nel prossimo anno la Germania pagherà alla Cassa delle Riparazioni una quota di 300 milioni di marchi-oro in più della quota prevista dal piano Dawes, che sarebbe di 1200 di marchi-oro. Questo versamento supplementare deriva dal

fatto che le imposte pignorate per l'esecuzione del Piano, hanno dato un gettito superiore al miliardo e però la terza parte dell'ecce-denza deve essere versata alla Cassa Riparazioni.

La regolarità nei pagamenti della Germania ha naturalmente grande importanza per noi, che su di essi facciamo conto per poter a nostra volta soddisfare agli impegni assunti verso i nostri creditori di guerra. Per il 1926 i pagamenti che l'Italia deve fare per i debiti di guerra e per il noto prestito Morgan dei 100 milioni di dollari, sono i seguenti:

Per il debito verso l'America, 5 milioni di dollari al 15 giugno; per il debito coll'Inghilterra, 2 milioni di sterline al 15 marzo e altri 2 milioni di sterline al 15 settembre; per il prestito Morgan 1.500.000 dollari al 15 settembre per ammortamento, 3.500.000 dollari al 1 giugno e altrettanti il 1 dicembre in conto interessi. Attualmente sono già stati eseguiti i pagamenti agli Stati Uniti e all'Inghilterra e i due primi versamenti pel prestito Morgan; restano cioè a pagarsi ancora soltanto tre milioni e mezzo di dollari. E' confortevole notare come ad onta dei rilevanti trasferimenti di valuta già effettuati, si sia potuto ottenere un cospicuo miglioramento nel corso della lira.

Con grande attenzione è seguito dalle nostre sfere politiche ed industriali l'andamento delle trattative per il trust dell'acciaio. La difficoltà che il nuovo accordo incontra sono molte e tali che più volte si è annunciato il fallimento dell'iniziativa. Non crediamo che a ciò si possa arrivare perchè il progettato accordo risponde ad una naturale disposizione di cose in quanto il ferro in Lorena e il carbone nella Ruhr costituiscono un troppo felice complemento l'uno dell'altro.

In fondo già prima della guerra, la produzione siderurgica dell'Europa centrale era sostanzialmente controllata da un solo gruppo, quello tedesco. La nuova situazione riprodurrebbe quindi la vecchia, solo aggravandola alquanto per l'entrata del Belgio nel gruppo. Ad ogni modo l'Inghilterra sembra decisa a non accedere all'accordo e così pure il mercato americano resta libero.

Certo è che la nostra industria siderurgica non può vedere di troppo buon occhio il nuovo stato di cose che inevitabilmente tenderà a rivolgersi contro i Paesi che hanno produzione insufficiente. Occorre quindi una vigile politica di difesa da parte del nostro Governo, il quale ha finora mantenuto una attitudine di attesa. Naturalmente in accordi di tale portata non è il solo fattore economico che possa essere decisivo, ma influisce grandemente anche il fattore politico. E l'Italia è, per varie condizioni di cose, in caso di far sentire il proprio peso sulla bilancia politica di Europa.

Nel 1925 l'Italia ha prodotto complessivamente 475.000 tonnellate di ghisa e 1.600.000 tonnellate di acciaio, ma ha dovuto per raggiungere tale produzione, importare per 3.000.000 di tonnellate di materie prime. A complemento della produzione interna noi abbiamo poi importato durante il 1925, circa 553.000 tonnellate di acciaio. Complessivamente abbiamo potuto disporre l'anno scorso di circa 2.150.000 tonnellate di acciaio. Queste cifre fanno ben comprendere l'importanza del problema per la nostra economia nazionale e per il nostro organismo industriale.

Non vi è dubbio che anche di questo problema avrà parlato l'on. Mussolini nel suo abboccamento col ministro inglese Chamberlain. Intorno a questo colloquio la stampa europea si è sbizzarita in commenti ed ipotesi. In generale si è cercato, specialmente in Francia, di svalutarlo facendolo passare come una visita di cortesia; segno evidente che esso ha destato preoccupazione e che vi si attribuisce effettivamente molta importanza.

In realtà lo stesso comunicato ufficiale che venne diramato dopo il colloquio, asserisce che i due ministri hanno esaminato le principali questioni oggi dibattute in Europa e si sono trovati d'accordo nelle direttive. E' difficile dopo ciò sostenere che si sia trattato di una semplice visita di cortesia.

Quali siano state le questioni trattate è facile capire per chi abbia un poco seguito le gravissime questioni che si agitano in questo momento in Europa e gli avvenimenti di capitale importanza che si vanno maturando.

La questione di Tangeri risolveva un po' tutto il problema dell'equilibrio mediterraneo, problema di squisita delicatezza al quale l'Inghilterra non meno dell'Italia è estremamente sensibile. Il riavvicinamento franco-tedesco cogli sviluppi precipitati che specialmente da parte francese si cerca di dargli, non può a meno di interessare le due Nazioni garanti sul Reno, e che si trovano a un tratto messe da parte, quasi come intruse. Il ventilato proposito di sovvertire nuovamente il piano Dawes, quasi fosse un problema esclusivamente franco-tedesco; la non mai dimenticata nostalgia per l'«anschluss»; le rivendicazioni coloniali tedesche; sono altrettanti formidabili punti interrogativi che si impongono all'attenzione dei governanti e che fanno dell'attuale uno dei periodi più gravidi di avvenimenti che l'Europa abbia attraversato dopo la guerra.

L'Italia prosegue intanto la sua opera prudente ed oculata di penetrazione, stringendo sempre nuovi legami di rapporti politici e specialmente economici.

Con grande soddisfazione è stato accolto in Italia il nuovo accordo italo-rumeno che viene a sancire la rinnovata cordialità di rapporti fra le due Nazioni, dopo la scomparsa del governo di Bratianu. La nostra influenza economica in Romania era andata gradatamente diminuendo per la vasia opera di opposizione che l'elemento germanofilo vi andava svolgendo in forma più o meno larvata. Mentre nel 1921 avevamo mandato in Romania tante merci per complessive 34.331 tonnellate, la nostra esportazione scendeva a 18.622 tonnellate

nel 1922 e a poco più nel 1923. La ricchissima industria del petrolio che nel 1925 produsse 2.300.000 tonnellate, è divisa fra 195 Società, delle quali 120 sono romene e le altre appartengono a gruppi stranieri. L'Italia v'è rappresentata soltanto da quattro Società con un capitale di 40 milioni di lei, contro un capitale complessivo di 5500 milioni di lei.

Nel nuovo accordo è prevista la sollecita conclusione di un trattato di commercio. L'accordo contempla inoltre varie clausole di ordine politico e militare. Ma l'importanza di esso consiste specialmente nella sua esplicazione quale conferma di un reale stato di amicizia e di buona volontà reciproca, che potrà più di ogni altra cosa giovare all'intensificarsi dei rapporti commerciali. Si annuncia a questo proposito che la Romania ordinerebbe in Italia la costruzione di un cospicuo gruppo di navi da guerra.

Nei Balcani, l'opera dell'Italia è sempre più apprezzata. La Bulgaria in particolare ha rinnovato attestazioni di amicizia pel nostro Paese, in occasione della presentazione del nuovo ambasciatore a Roma. Coll'Albania le relazioni si mantengono pure buone. L'interesse è sempre grande intorno alle ricerche petrolifere che si svolgono colà. I primi sondaggi della Compagnia inglese hanno dato risultati superiori a quelli sperati. Anche le ricerche da parte italiana continuano e hanno già dato promettenti indizi.

Anche la concessione petrolifera italo-belga ottenuta nel 1924 dal Governo russo nella steppa di Shirek sembra avviarsi a dare buoni risultati. Tutti i lavori preparatori sono già compiuti, come pure l'esplorazione geologica. Si annuncia anzi che la concessione è stata allargata fino a 1515 ettari.

Di notevole importanza può essere, per gli sviluppi di cui è capace, il trattato economico stipulato collo Yemen. Da tempo l'Italia andava compiendo una sagace opera di penetrazione fra quelle popolazioni che fronteggiano la nostra colonia del Mar Rosso. I particolari del trattato non sono noti, ma in forma ufficiosa si tende ad attribuire ad esso un certo peso. La posizione geografica dell'Yemen lo rende evidentemente degno del più grande interessamento.

*

Il periodo che comprende i mesi di agosto e di settembre del corrente anno, stabilisce indubbiamente una pietra miliare nella storia finanziaria del nostro Paese nel dopo guerra. Già nelle precedenti Note avevamo segnalato come il Governo avesse iniziato una serrata manovra per il risanamento complessivo del nostro mercato finanziario, ed avevamo brevemente illustrato una serie di provvedimenti estendentisi alle più varie attività nazionali ed intesi ad influire sia sull'andamento del bilancio della produzione e dei consumi, sia più direttamente sul movimento monetario.

Anche più importanti e di più vasta portata sono i provvedimenti emanati nel corso dell'estate. Ne diamo qui brevemente notizia, senza entrare nella minuta disamina di ciascuno di essi, ciò che richiederebbe un troppo lungo esame.

Coi provvedimenti in parola è stata energicamente iniziata la politica deflazionistica. A tale scopo è stato soprattutto valorizzato il noto prestito Morgan dei 100 milioni di dollari (nominali) concluso lo scorso anno. La somma netta rimanente, in novanta milioni di dollari viene trasferita dal Tesoro alla Banca d'Italia la quale provvede ad annullare il credito di 2.500.000.000 di lire rappresentato da circolazione per conto dello Stato. Tale circolazione che ammontava al 31 luglio scorso a 6.729.000.000, viene a ridursi a 4.229.500.000, mentre le riserve auree della Banca d'Italia si accrescono di circa 4.550.000.000 di lire-oro raggiungendo la somma di 2400 milioni di lire-oro.

In realtà non si tratta di una immediata diminuzione della massa totale circolante ma di un risanamento di essa. Infatti i due miliardi e mezzo di biglietti corrispondenti al totale dei 90 milioni di dollari, non vengono subito ritirati e distrutti. Essi restano in circolazione, ma non più per conto dello Stato, sebbene come circolazione per conto del commercio. Come il Ministro fece opportunamente rilevare, una massa circolante che rappresenta effettive operazioni commerciali, è naturalmente per sé ben diversa da una circolazione puramente fiduciaria.

Vero è che nel complesso ciò che maggiormente influisce sull'andamento del valore della valuta è la circolazione totale di Stato e per commercio. Perciò è stato stabilito che i due miliardi e mezzo di biglietti saranno effettivamente ritirati dalla circolazione in un tempo relativamente breve, procedendo a tale ritiro con quella graduale azione che le condizioni del mercato consentiranno, senza produrre scosse eccessive. Si può quindi ritenere che si tratta di una vera e propria riduzione, a breve scadenza.

Non basta. Per continuare l'opera iniziata e procedere con continuità alla diminuzione della circolazione per conto dello Stato, è stato deliberato che ogni anno sarà stanziata nel bilancio del Ministero delle Finanze una somma di L. 500.000.000 destinata esclusivamente alla riduzione progressiva della circolazione bancaria per conto dello Stato, fino al completo esaurimento di essa. Il primo stanziamento di 500 milioni viene effettuato già nel bilancio dell'esercizio ora in corso.

A questa diminuzione effettiva ed immediata di 500 milioni nella circolazione, se ne aggiunge un'altra di 400 milioni realizzata mediante il ritiro e l'annullamento dei biglietti da L. 25 attualmente in circolazione. Tali biglietti non saranno in alcun modo sostituiti.

Inoltre altri 500 milioni di alleggerimento si otterranno ridu-

cendo di corrispondente somma la circolazione impiegata in crediti alla Sezione Autonoma del Consorzio Valori Industriali; tale somma sarà prelevata dalle riserve già accantonate.

In tal modo anche prescindendo dall'operazione di trasferimento del prestito Morgan, si viene a realizzare nell'esercizio ora in corso una diminuzione effettiva di 1400 milioni nella circolazione cartacea. L'effetto di tali provvedimenti non può essere dubbio, nei riguardi dei cambi.

Dopo tali spostamenti, la situazione del nastro circolante viene ad essere la seguente: bancaria per conto dello Stato 6.229 milioni; per il commercio: 8.182 milioni; per la Sezione Autonoma Consorzio V. I. 2.908 milioni; circolazione della Stato 1700 milioni.

Tutti questi provvedimenti tendenti a restringere la massa circolante per conto dello Stato, avrebbero potuto tuttavia essere facilmente frustrati nel loro benefico effetto, qualora fosse rimasta libera di espandersi la circolazione per conto del commercio. E' questa, la parte più delicata di essa e quella dove appunto più facilmente si verificano forti tendenze all'espansione.

Opportunamente quindi il Governo provvedeva a completare il quadro dei provvedimenti suddetti, bloccando con un Decreto la circolazione per conto del commercio.

Questo provvedimento aveva suscitato in un primo tempo inquietudini comprensibili poichè è facile prevedere quale grave scompiglio potesse portare al commercio una improvvisa, soverchia costrizione. Le notizie successive hanno dimostrato infondate tali preoccupazioni, stabilendo il limite massimo della circolazione per conto del commercio, nella somma di sette miliardi di lire.

Per valutare esattamente la portata di tale limite, occorre ricordare che la circolazione per conto del commercio, era valutata, al 31 luglio ultimo, a 8182 milioni di lire. Di questa somma facevano parte: 600 milioni di biglietti per la Sezione ordinaria del Consorzio Valori Industriali, e 1500 milioni di biglietti inerenti alle riserve già dei Banchi Meridionali. Si vede dunque che la circolazione effettiva per conto del commercio al 31 luglio non deve valersi in 8182 milioni, sibbene in 6082 milioni di lire.

Il limite stabilito di sette miliardi è dunque superiore di quasi un miliardo alle effettive esigenze attuali del commercio e permette perciò largamente la necessaria elasticità per sopperire ai temporanei bisogni. Inoltre si deve ricordare che dei sette miliardi non fanno parte i 2500 milioni di biglietti che erano per conto dello Stato e che restano temporaneamente in circolazione dopo il trapasso del prestito Morgan.

Il quadro dei decreti di portata finanziaria, si completa con un altro Decreto sulle Banche, istituito a difesa del pubblico risparmio. Stabilisce tale Decreto che non possono sorgere altre Banche od Istituti di Credito se non colla approvazione preventiva del Ministero delle Finanze di concerto con quello della Economia Nazionale dopo aver sentito il parere dell'Istituto di Emissione, ossia della Banca d'Italia. Inoltre tutte le Banche e gli Istituti di Credito debbono, a cominciare dal presente esercizio, provvedere ad accantonare non meno di un decimo degli utili fino a giungere alla costituzione di un fondo di riserva pari al 40 per cento del capitale.

A questo proposito alcune cifre possono essere interessanti. Al 31 dicembre 1926 esistevano in Italia 356 Società Anonime esercenti il credito: esse avevano 3324 milioni di capitale e 813 milioni di riserve, pari cioè al 24,46 per cento; mancava dunque un 15 per cento per raggiungere il limite voluto dal nuovo Decreto. Per le 50 maggiori Banche, si avevano al 30 giugno dell'anno corrente, 2714 milioni di capitale, e 994 milioni di riserve. Si aveva dunque un rapporto del 36,6 per cento, che diventa però del 42,8 per cento se invece del capitale sottoscritto, si considera quello versato che è di 2446 milioni.

I quattro maggiori Istituti di Credito avevano al 30 giugno, un capitale di 1600 milioni e riserve di 749 milioni (pari cioè al 46,8 per cento). Le 21 più importanti Banche Popolari, avevano 238 milioni di capitale, con 138 milioni di riserve, pari al 58,1 per cento. Vi erano invece 25 Banche di piccola o media potenza per le quali il capitale ammontava complessivamente a 876 milioni, con soli 106 milioni di riserve, pari al 12,1 per cento.

Da queste cifre risulta chiara la portata del Decreto, il quale mentre non disturba le Banche maggiori e quelle più sane e vitali, provvede opportunamente a proteggere il risparmio privato dalla leggerezza di meno prudenti amministratori. La Banca d'Italia è incaricata di vigilare sulla osservanza di queste disposizioni, come su quelle di altre minori contenute nel Decreto: essa assurge così veramente all'importanza di suprema tuttrice e regolatrice del nostro mercato finanziario.

Va ancora ricordata la deliberata sostituzione dei biglietti di carta da 10 e 5 lire con corrispondenti monete metalliche. Vennero poi inoltre approvate diverse misure per sgravi e riduzioni fiscali.

La delicatezza estrema della materia contemplata dai precedenti provvedimenti non poteva a meno di far sì che opposizioni, recriminazioni molteplici e svariate sorgessero da parte di coloro che maggiormente si vedevano toccati nei loro diretti interessi. La parte sana del Paese come pure gli esponenti dell'Alta Banca hanno però unanimemente riconosciuto che la politica deflazionistica così energicamente iniziata dal Governo, andava incontro ai più importanti e fondamentali interessi della Nazione e costituiva l'unica maniera per dare alla lira non solo la stabilità, ma un serio impulso verso la rivalutazione lenta e graduale.

Venne specialmente lodato il fatto che sia evitato di creare nuovi organismi più o meno burocratici per i controlli e per le sorveglianze. Giustamente tali funzioni sono deferite alla Banca d'Italia la quale come unico organo regolatore dell'emissione ha tutta la responsabilità del buon andamento monetario e d'altra parte ha, più di ogni altro, la possibilità di procurarsi gli elementi di giudizio e di discriminazione. Non si tratta di intralci posti alle attività delle altre Banche, ma soltanto di una coordinazione di sforzi e di una uniformità di giudizi per cui tutte le attività sane della Nazione possano essere indirizzate al miglior profitto del Paese, mentre le iniziative artificiali e improduttive non abbiano più a trovare il facile alimento che fino ad oggi le sosteneva, facendo di esse dei veri parassiti dell'organismo finanziario ed economico del Paese.

*

Le notizie sul bilancio dello Stato vengono a confermare la impressione di fermezza e di ottimismo che lascia la nuova energica attitudine assunta dal Governo. Dalla situazione del Tesoro al 31 agosto, si rileva infatti che a tale data il bilancio presenta un avanzo effettivo di 52 milioni, seguendo un miglioramento di 20 milioni su quanto era contemplato dallo stato di previsione. Si deve notare che fra le spese effettive dei due primi mesi dell'esercizio in corso, si sono già compresi 83 milioni che corrispondono alle due rate mensili dei 500 milioni di nuovo stanziamento per la riduzione del debito dello Stato verso la Banca d'Italia, come sopra si è detto. Perciò l'avanzo di 52 milioni registrato nella situazione del Tesoro, sarebbe effettivamente stato assai superiore; tanto più che nel bilancio sono anche stati introdotti per la prima volta 42 milioni rappresentanti impegni per costruzioni ferroviarie, che negli anni scorsi venivano tenuti a parte in una categoria speciale. Si può quindi asserire che il bilancio, redatto nei termini di quella dei precedenti esercizi, avrebbe segnato nel primo bimestre un avanzo effettivo di 177 milioni.

Nello stesso bimestre gli incassi per entrate effettive ordinarie e straordinarie, hanno superato i pagamenti per spese effettive, di 132 milioni. Il fondo di cassa, al 31 agosto 1926, ammontava a 3015 milioni. I debiti pubblici ammontavano, alla stessa data, a 89.260 milioni segnando una diminuzione di 600 milioni sul 31 luglio precedente; la circolazione per conto dello Stato è diminuita nel mese di agosto, di 326 milioni, arrivando a 20.101 milioni; su tale diminuzione non hanno ancora influito i nuovi provvedimenti di cui si è fatto sopra parola.

Il risparmio depositato presso le Casse postali al 31 agosto, ammontava complessivamente a 10.654 milioni, con un aumento di 130 milioni rispetto alla fine del mese precedente. I depositi raccolti presso le Casse di Risparmio ordinarie, erano di 13.023 milioni alla fine di luglio, segnando un aumento di 151 milioni sul 30 giugno 1926. Così pure aumentavano di 21 milioni, durante il luglio, i depositi presso le principali Banche regionali.

Il movimento delle importazioni ed esportazioni, segna un miglioramento notevole rispetto ai primi mesi dell'anno in corso. Complessivamente le importazioni, nei primi sette mesi di quest'anno, aumentarono a 16.327 milioni, segnando un aumento di 37 milioni rispetto all'anno scorso. Negli stessi sette mesi le esportazioni furono di circa 9645 milioni, con una diminuzione di 357 milioni rispetto allo stesso periodo del 1925.

Il peggioramento rispetto allo scorso anno, che era stato rilevante nei primi mesi, è andato gradatamente attenuandosi fino ad essere complessivamente del 2 per cento nei sette mesi fino ad ora trascorsi. La situazione va gradatamente migliorando: infatti nel mese di agosto si diminuirono le importazioni di 33 milioni rispetto al luglio, mentre le esportazioni salivano di 310 milioni: si è dunque realizzato un miglioramento di 210 milioni rispetto all'agosto del 1925. Se questo movimento continuerà, si può sperare che la bilancia commerciale dell'annata non si chiuda con un peggioramento su quella dello scorso anno.

In generale la situazione industriale del Paese può definirsi buona.

Il mercato serico che risente del non buono raccolto e delle difficoltà nelle provenienze cinesi, mantiene una tendenza di fermezza nei prezzi. La situazione della seta artificiale, che si era fatta difficile, è migliorata notevolmente grazie ai nuovi sbocchi che questa industria ha saputo procurarsi, specialmente nell'estremo Oriente. L'industria laniera è in piena attività per quanto riguarda la pettinatura e i filati fini, mentre il ritmo è più lento per gli altri prodotti.

L'industria metallurgica è molto attiva. Nella produzione dell'acciaio si è arrivati nel mese di giugno a 153.000 tonnellate, contro 149.000 del maggio, e 140.000 dell'aprile; nel giugno 1925 la produzione era stata di 134.000 tonnellate. Nell'industria meccanica vi è molto lavoro, specialmente in quanto ha attinenza alle costruzioni navali e anche per quelle ferroviarie; il ramo automobilistico attraversa invece un momento difficile.

Le industrie delle costruzioni e tutte quelle annesse pur segnando un ristagno rispetto all'attività eccezionale degli scorsi anni, è sempre attiva.

Il movimento dei porti riflette le condizioni generali del traffico del Paese. Nel luglio approdarono nei porti italiani 16.853 navi, per una stazza di 5.352.013 tonnellate e sbarcarono 1.899.313 tonnellate di merci e 338.566 passeggeri; nello stesso mese partirono 16.836 navi per 5.410.401 tonnellate di stazza, imbarcando 692.385 tonnellate di merci e 325.230 passeggeri. Nel mese di luglio 1925 si sbarcarono

nei nostri porti 1.854.727 tonnellate di merci e se ne imbarcarono 676.837 tonnellate. Nel traffico complessivo sopra indicato, la bandiera nazionale rappresenta il 95 per cento per quanto riguarda il numero delle navi, del 77 per cento per quel che riguarda il tonnellaggio e il 77 per cento per il movimento delle merci.

Ricordiamo ancora fra le deliberazioni di carattere finanziario prese dal Consiglio dei Ministri, la concessione di alcuni mutui importanti. Fra questi, uno di 200 milioni fu concesso alla Azienda dei Petroli, coll'interesse del 7 per cento. Un altro, pure notevole, è stato concesso alla Società Meridionale di Eletticità, alla Società per le Forze Idrauliche della Sila e alla Società Generale Elettrica della Sicilia. Il mutuo di 95 milioni di lire, sarà fornito dal Banco di Napoli, dal Banco di Sicilia e dall'Istituto Nazionale delle Assicurazioni. Con questo nuovo mutuo il Governo ha garantito complessivamente un finanziamento di 160 milioni per gli impianti elettrici meridionali.

Procede sempre attivamente lo sviluppo dei lavori pubblici nel Mezzogiorno e nelle Isole. Durante il mese di agosto i Provveditorati hanno disposto 311 appalti di opere pubbliche per L. 211.127.660; nello stesso mese furono ultimati 122 lavori per un importo di quasi 41 milioni, e vennero effettuati pagamenti per quasi 82 milioni di lire.

Nell'occasione del Congresso dell'Unione Internazionale dei Produttori e Distributori di energia elettrica, tenutasi in Roma nel mese di settembre, sono stati pubblicati gli ultimi dati sulla situazione degli impianti elettrici italiani, dati che crediamo possa essere interessante di riassumere brevemente.

Al principio del corrente anno esistevano 577 impianti idroelettrici per una potenza media di circa 1.500.000 kW. Gli impianti in costruzione all'inizio del 1926, rappresentavano una potenza di circa 600.000 kW; di questi nuovi impianti, ve ne erano 13 di potenza superiore ai 15.000 kW, rappresentanti complessivamente 375.000 kW. I serbatoi in costruzione al principio del corrente anno, rappresentano una capacità complessiva di immagazzinamento pari a circa 687.962 m³; la maggiore diga ora in costruzione, del tipo a gravità, raggiunge una altezza di 80 metri.

Le Società elettriche da 419 che erano nel 1914 sono diventate 467 nel 1915, con un capitale complessivo che da 3.603.977.212 lire carta nel 1924, è diventato di 5.326.255.212 nel 1925. La Società di maggior capitale è attualmente la Edison con 712 milioni; ad essa segue la Idroelettrica Piemontese S.I.P. con 600 milioni.

A proposito di capitale azionario è interessante rilevare gli effetti dei noti Decreti sul controllo degli aumenti di capitale delle Società anonime. Mentre nei primi otto mesi del 1925 gli investimenti netti erano stati complessivamente di 5472 milioni di lire, nei primi otto mesi del 1926 gli investimenti netti si sono ridotti a 3077 milioni. Vi è stata dunque una riduzione di 2395 milioni in otto mesi, riduzione pari al 44 per cento. Si è così ritornati al ritmo del 1924 durante il quale anno si ebbero 3305 milioni di nuovi investimenti netti durante i primi otto mesi. L'opportunità e la prudenza di una simile contrazione riesce ogni giorno più evidente di fronte alle persistenti difficoltà monetarie e borsistiche.

*

Il reciso indirizzo preso dalla politica monetaria del Governo ha prodotto effetti immediati e sensibili ed è destinato a produrne di più ampi e più profondi. E' evidente che di essi verranno ad avere grave danno tutte le posizioni malsicure, tutte le situazioni artificiali e malsane; molte impalcature mal solide si vedranno crollare e molte imprese che non avevano una intrinseca ragione di vita dovranno rassegnarsi a scomparire.

Non deve far meraviglia perciò se il malcontento di una piccola parte è stato pari, in intensità alla soddisfazione della maggior parte. Il malcontento ha anche avuto qualche episodio abbastanza clamoroso e non sono mancati tentativi più o meno larvati di fare pressione indiretta sul Governo attraverso la impressionabilità dei mercati.

Ma questi attacchi, mossi da una mentalità ormai superata, non hanno fatto presa sul Governo, il quale ha energicamente ribattuto ogni tentativo riaffermando nel modo più solenne la ferma intenzione di procedere avanti sulla via tracciata. Non resta dunque ai male accorti o peggio che correre ai ripari, per non pagare troppo cara la mancanza di fede avuta e forse coltivata, nella valuta nazionale.

I cambi si sono risentiti rapidamente dei nuovi indirizzi professati parte è stato pari, in intensità alla soddisfazione della maggior parte. dendo a risollevarsi con una marcia progressiva che non si è peranco arrestata. E' certamente difficile fare previsioni sul prossimo andamento dei cambi, troppo essendo i fattori che vi influiscono. Solo è lecito per ora asserire che la nuova politica del Governo porta un nuovo elemento di grandissimo peso nella battaglia impegnata per la salvezza della nostra valuta nazionale.

Alle Borse si sono avute ripercussioni notevoli e sono state pubblicate le prime insolvenze. E' sperabile che esse possano essere limitate quanto più è possibile.

Ad ogni modo nel complesso nelle Borse si è avuta una nuova ventata di pessimismo che ha aggravato la posizione di quasi tutti i titoli. Tale atteggiamento è fondamentalmente ingiustificato e sebbene si debba ritenere naturale che la rivalutazione della lira faccia diminuire il costo in lire dei titoli, è evidente che il movimento è stato esagerato. Le Borse hanno, per così dire, scontato precipitosamente in precedenza gli effetti dei nuovi provvedimenti, effetti che si faranno sentire con gradualità e a lunga scadenza.

E' opinione generale che la pesantezza regnante sul nostro mercato dei titoli abbia ormai sorpassato i limiti dell'equo e che si delinei ormai la convenienza di acquisti di speculazione. Se tale movimento si delineasse, avremo probabilmente un movimento rapido di rivalutazione.

E' per esempio ingiustificato che dei provvedimenti per il risanamento delle finanze statali debbano risentirsi in modo dannoso proprio i titoli dello Stato. Così è avvenuto nelle ultime settimane in Borsa, mentre è chiaro che in ultima analisi tali titoli non possono che avvantaggiarsi di una buona politica finanziaria.

Il diagramma dei titoli è in decisa ed uniforme discesa. Riteniamo superfluo addentrarci in una analisi particolare dei diversi gruppi, per ciascuno dei quali dovremmo ripetere le caratteristiche di fiacchezza e di pesantezza. Ci limitiamo perciò a riportare il solito specchietto delle variazioni dei titoli elettrici; essi presentano qualche segno di ripresa nell'ultima decade.

RENATO SAN NICOLO'.

Variazioni dei Titoli Elettrici nei mesi di agosto e settembre.

	Valore nomin.	Agosto			Settembre		
		I decade	II decade	III decade	I decade	II decade	III decade
Edison	(¹) 300	669	658	640	590	565	584
Conti	250	435	427	410	378	357	471
Vizzola	500	1062	1060	1070	988	945	920
Bresciana	100	250	255	255	232	215	247
Adamello	200	250	249	247	231	216	220
Unione Esercizi Elettrici	50	107	107	107	102	98	98
Elettrica Alta Italia . .	250	300	303	300	292	278	280
Officine Elettr. Genovesi	250	337	340	341	317	300	308
Adriatica	100	210	207	209	200	193	190
Negri	100	230	230	225	225	220	200
Ligure Toscana	200	312	310	306	290	273	285
Gen. Elettr. della Sicilia	100	128	129	129	118	113	115
Elettrica Briosci	250	423	420	430	390	380	398
Emiliana Esercizi Elettr.	35	45	45	44,50	40	37	41
Idroelettrica Trezzo . .	250	402	402	410	385	375	380
Elettrica Valdarno . . .	100	152	154	157	144	139	140
Tirso	250	210	210	216	200	195	185
Terni	400	495	488	485	440	408	410
Elettriche Meridionali . .	250	304	297	300	275	279	280
Idroelettrica Piemontese.	125	191	190	188,50	174	165	160
Elettrica Sarda	100	105	108	105	130	—	—
Dinamo	100	138	140	139	130	125	130

(¹) Successivamente elevato a 375.

Prezzi dei materiali nella prima settimana di Ottobre 1926

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore			
Cardiff primario	L.	—, — a L.	—, — alla tonn.
Newcastle	"	—, — " "	"
Americano	"	410, — " "	420, — "
Slesia	"	300, — " "	310, — "
Sarre	"	285, — " "	300, — "
Antraciti			
Inglese primaria (in pezzatura) .	"	520, — " "	530, — "
Tedesca (in pezzatura)	"	470, — " "	480, — "
Coke			
Coke da gas nazionale	"	370, — " "	—, — "
Coke da gas inglese	"	—, — " "	—, — "
Coke metallurgico inglese o ita-			
liano (Savona)	"	360, — " "	370, — "
Petrolio	"	305, — " "	335, — al quint.
Nafta			
Per Diesel	"	535, — " "	565, — alla tonn.
Per caldaie	"	500, — " "	530, — "
Benzina in fusti	"	425, — " "	465, — al quint.

METALLI

Ghisa			
Eglinton N. 1	L.	—, — a L.	—, — alla tonn.
Middlesbrò N. 3	"	—, — " "	—, — "
Ematite nazionale	"	740, — " "	750, — "
Lussemburgo-Lorena	"	660, — " "	670, — "
Ferro			
Laminato omogeneo	"	142, — " "	142,50 al quint.
Poutrelles	"	132,50 " "	—, — "
Lamiere da 4 mm. in più . . .	"	152,50 " "	—, — "
Tubi per gas	"	270, — " "	280, — "
Acciaio			
Rapido per utensili	"	2300, — " "	3000, — "
Martin resist. 50-70	"	210, — " "	270, — "
Rame			
Elettrolitico	"	990, — " "	1010, — "
In fogli comune	"	1340, — " "	1360, — "
In barre tonde e quadre . . .	"	1245, — " "	1265, — "
Stagno in pani	"	4200, — " "	4300, — "
Zinco in pani 1 ^a fusione . . .	"	525, — " "	545, — "
Piombo in pani 1 ^a fusione . .	"	475, — " "	495, — "
Antimonio in pani	"	1100, — " "	1150, — "
Ottone in barre	"	900, — " "	920, — "



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BOLOGNA

La mattina del 25 Aprile alle ore 10,30 in un'aula della R. Scuola d'Ingegneria il Chiar.mo Prof. Luigi Donati ha fatto ai Soci della Sezione una seconda comunicazione su « Alcune questioni attinenti ai fondamenti dell'elettromagnetismo », dedicandosi in special modo, prima all'esame dei vari enunciati della legge d'induzione elettromagnetica, poi ai principi della teoria del campo elettromagnetico secondo le idee di Maxwell, con particolare riguardo al teorema del Poynting ed alla sua interpretazione in rapporto alla propagazione per onde dell'energia elettromagnetica. Anche di questa seconda conferenza diamo, in altra parte di questo fascicolo, un breve riassunto.

Numeroso ed eletto nucleo di Soci della Sezione era convenuto nell'Aula per procurarsi il raro godimento di ascoltare la dottissima e particolarmente efficace parola dell'illustre Conferenziere, che, con mirabile arte didattica, seppe condurre l'uditorio ad assimilare con relativa facilità le ardue concezioni cui era informata la comunicazione.

La conferenza suscitò un grandissimo interesse nel numeroso uditorio che fu visibilmente impressionato nel sentirsi così agevolmente trasportato ad apprezzare considerazioni tanto sottili ed elevate, che per lo più vengono ritenute soltanto dominio della pura speculazione.

Alla fine della dotta comunicazione, i presenti vollero manifestare l'alto godimento intellettuale provato, tributando al Maestro una lunga e calorosa ovazione.

* *

SEZIONE DI GENOVA

Domenica 25 luglio 250 soci della nostra Sezione, e con essi numerosissime signore e invitati, trasportati da cinquanta eleganti automobili messe a disposizione dalle Officine Elettriche Genovesi partirono da piazza De Ferrari alla volta di Molare per visitarne quell'impianto idroelettrico.

La colonna dopo una corsa incantevole tra la lussureggiante flora giunse alle ore 9 al bacino di compenso dove i giganti vennero ricevuti dall'Ing. Gonzales e dall'Ing. Pellerano. Divisi in gruppi e guidati dagli ingegneri delle O. E. G. iniziarono la visita, minuziosa ed attenta, delle diverse opere costituenti quel complesso; veramente felici furono gli accompagnatori che seppero brillantemente illustrare tutti i dettagli costruttivi e le particolarità di esercizio di quell'impianto eseguito secondo i più moderni dettami della tecnica.

I visitatori passarono dal bacino di compenso alla centrale contenente due gruppi capaci di erogare ciascuno 12.000 kVA a 5250 volt e formati di alternatore comandato da turbina a reazione doppia utilizzando un salto di 110/90 m con 10/12,5 m³/sec. Esaminati i quadri e le diverse particolarità, tutte interessanti, sino all'uscita linee a 68500 volt, salirono alle opere di presa, alla diga « Sella Zerbino » ed alla grande diga « Bric Zerbino » (entrambe a gravità) munita di dodici sifoni Heyn, di sfioratore a stramazzo e scaricatore di fondo a campana tipo Verrina. Dighe che generano una capacità di invaso di 18.000.000 di m³ costituenti un suggestivo lago caratteristicamente pittoresco.

Ovada ospitò poi i giganti che riuniti in una atmosfera di schietta cordialità consumarono il sontuoso banchetto che le O. E. G. signorilmente offrirono.

Allo spumante, l'Ing. Gonzales, l'Ing. Cornelio, l'Ing. Soldi, Sindaco di Ovada, il Podestà di Molare ed il Sen. Ing. Reggio con indovinate parole seppero richiamare scroscianti applausi. Chiamati a gran voce parlarono brevemente l'Ing. Cascone, l'Ing. Pellerano e l'Ing. Lombardo.

Alle 16, dopo un ultimo applauso all'Ing. Cascone, che infaticabile, seppe egregiamente organizzare e dirigere il tutt'altro che semplice movimento della gita, ebbe inizio la corsa di ritorno.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Macchine polifasi a collettore.

Le macchine polifasi a collettore sono indubbiamente le più complete macchine elettriche, in quanto che traggono ad un tempo partito da ambedue i principi fondamentali che furono rivelati dal genio di Pacinotti e da quello di Ferraris. Perciò, se anche dal punto di vista industriale, per le difficoltà inerenti alla commutazione, queste macchine hanno assunto finora una importanza assai modesta, pure dal punto di vista concettuale esse meriterebbero uno studio approfondito e minuto, che, oltre a rivelarne sempre meglio le svariatissime possibilità di impiego, costituirebbe il miglior mezzo per abituare la mente a rappresentarsi con efficacia e con chiarezza il complicato meccanismo fisico, su cui si basa il funzionamento di ogni macchina elettrica.

Ma appunto perchè da un lato l'importanza industriale è ristretta, dall'altro la difficoltà dello studio è notevole, la macchina polifase a collettore è per ora la cenerentola dei corsi scolastici e della letteratura tecnica, specialmente dal punto di vista sperimentale. Ci sembra quindi opportuno lo studio dell'Ing. PARIS, che pubblichiamo più avanti, in cui, prendendo le mosse dai pochi dati sperimentali accennati in noti trattati di elettrotecnica, sono raccolti i risultati di prove evidentemente laboriose sulla macchina trifase in serie, prove estese anche al funzionamento come generatore ed illustrate da osservazioni non prive di interesse, che confidiamo contribuiranno a familiarizzare parecchi dei nostri lettori con un tipo di macchina poco conosciuto dai più.

Il Laboratorio di radiologia dell'Università di Milano.

L'Ing. PUGNO VANONI, che in varie occasioni ha esposto su queste colonne gli interessanti risultati dei suoi studi nel campo specializzato delle applicazioni radiologiche, pubblica oggi una descrizione del laboratorio di radiologia sorto presso il Gabinetto di Fisica dell'Università di Milano, nel quale hanno trovato utile applicazione gli ingegnosi dispositivi da lui realizzati.

La descrizione riesce assai interessante per gli elettrotecnici perchè — in primo luogo — mostra ancora una volta la grande importanza assunta dalle misure elettriche in ogni campo della tecnica, sia per l'aiuto diretto che esse danno, sia per la possibilità ch'esse offrono di derivare, per extrapolazione, procedimenti per ricerche speciali, e — in secondo luogo — perchè dà una buona idea dei progressi formidabili compiuti con indirizzo razionale in un campo per lungo tempo governato dal più assoluto empirismo. La lettura dello scritto del Pugno Vanoni, indurrà probabilmente in molti lettori anche un senso di malinconia per la constatazione della impossibilità in cui quasi tutti ci troviamo, di seguire come si vorrebbe, i continui e meravigliosi progressi conseguiti in ogni ramo della fisica applicata.

LA REDAZIONE.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. - - - -

SULLA MACCHINA IN SERIE, A CORRENTE ALTERNATA TRIFASE E A COLLETORE

M. PARIS

a) Motore.

1) *Scopo della ricerca.* — Il Gabinetto di elettrotecnica della R. Scuola d'Ingegneria di Pisa è venuto recentemente in possesso di una macchina a corrente alternata a collettore, che può essere utilizzata, mediante opportune variazioni di connessioni, come motore trifase e monofase in serie, come motore trifase in derivazione, come generatore, e come motore a induzione. La macchina, costruita dalla Società Elettromeccanica Lombarda su indicazioni del Direttore del Gabinetto, si è dimostrata rispondente alla grande varietà di usi scientifici e didattici per cui fu predisposta. L'insieme della macchina, funzionante come motore in serie (fig. 1), è co-

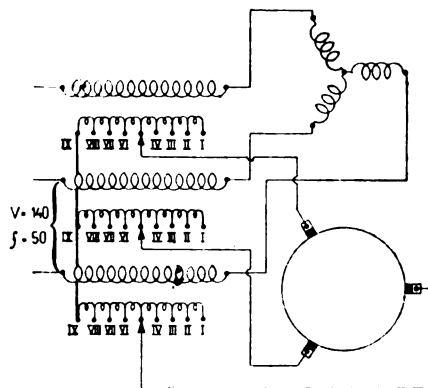


Fig. 1. — Schema del motore in serie.

stituito da un trasformatore a rapporto variabile il cui rapporto di trasformazione a vuoto è massimo, quando la presa del secondario è sul contatto I, e va diminuendo gradatamente fino al contatto VIII, e da un motore a collettore il cui statore è identico per costruzione a quello di un motore a campo rotante tetrapolare, ed il rotore ad un indotto di dinamo, salvo l'aggiunta dalla parte opposta al collettore di tre anelli continui collegati a tre punti dell'avvolgimento posti a 120° elettrici fra loro. La macchina ha inoltre un portaspaZZole costruito in modo da permettere sia il funzionamento come trifase con 6 file di spazzole a 60° geometrici, poichè la macchina è tetrapolare, sia il funzionamento come monofase con 4 file di spazzole a 90° geometrici. L'anello portaspaZZole è spostabile di 180° geometrici cioè di 360° elettrici, mediante ingranaggio elicoidale comandato da volante. Il rapporto di trasformazione a vuoto tra statore e rotore è stato direttamente rilevato sulla macchina, ed è uguale a 0,69, quando lo statore sia collegato a stella.

Allo scopo di far meglio conoscere il predetto tipo di macchina, sul quale, specie come motore e generatore trifase in serie, i dati sperimentali sono poco numerosi, ed anche allo scopo di vedere come e fino a qual punto le curve di lavoro, che si deducono dai diagrammi teorici semplificati, si accordino con quelle dedotte sperimentalmente, si sono eseguite numerose prove. In tale occasione si sono anche stu-

diare alcune condizioni di funzionamento della macchina come generatore, che non sembrano precedentemente esaminate da altri, nè prive di interesse.

2) *Caratteristiche meccaniche.* — I diagrammi qui riportati (da fig. 2 a fig. 9) rappresentano le caratteristiche meccaniche del motore; durante tutte le prove dirette a determinarle si sono sempre mantenute costanti la tensione applicata e la frequenza, che erano rispettivamente 140 V e 50 per/sec. Per ogni famiglia di curve si è lasciata fissa la posizione dei contatti del trasformatore a rapporto variabile: cioè si è mantenuto costante il rapporto di trasformazione, ed ogni curva è riferita a una determinata e fissa posizione delle spazzole sul collettore. In ciascuna figura, e cioè per ogni

raggiunge un massimo di coppia, e poi si piega a tagliare l'asse per un'ascissa minore. Solo in alcuni casi particolari si raggiunge la massima coppia a motore fermo.

Nel motore in questione esistono, com'è noto, due posizioni delle spazzole per cui la coppia motrice è nulla: la posizione per la quale le forze magnetomotrici del rotore e dello statore si sommano, cioè la corrente circola nei due avvolgimenti in serie in modo da produrre flussi concordanti, e la posizione a 180° elettrici dalla prima, per cui la corrente circola nei due avvolgimenti in senso opposto, e produce quindi due flussi in opposizione. Questa posizione è detta da alcuni autori posizione di corto circuito, per analogia con quella di un trasformatore col secondario in corto circuito, e la prima è detta analogamente posizione a vuoto.

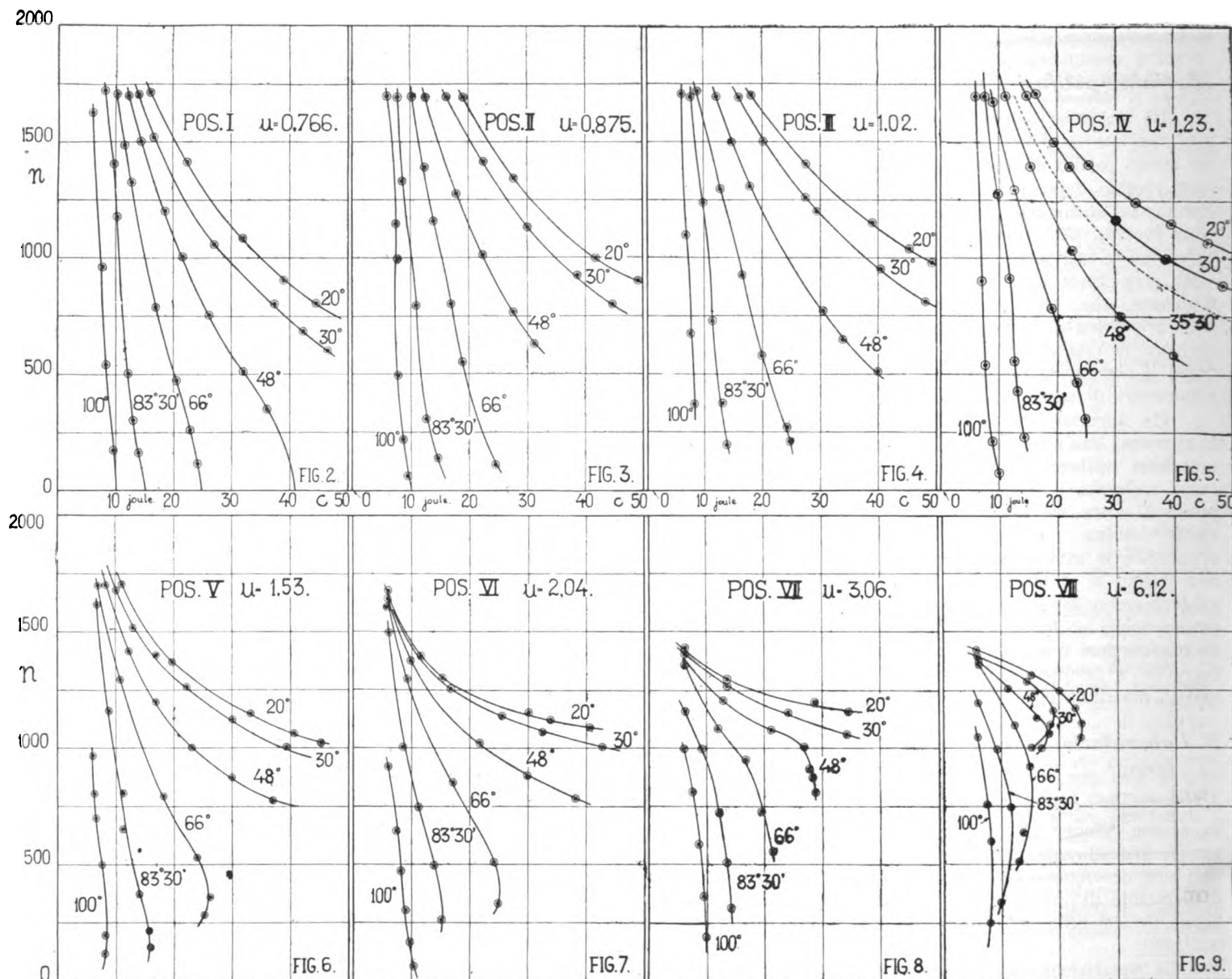


Fig. 2 a 9. — Caratteristiche meccaniche per diversi valori dell'angolo α .

famiglia di curve, è indicata la corrispondente posizione dell'inseritore del trasformatore e quindi anche il valore del rapporto u , di cui si fa cenno più avanti. Su ciascuna curva è indicata l'angolo di calaggio α , in gradi elettrici, delle spazzole, rispetto alla posizione detta di corto circuito; anche il significato di essa posizione vien chiarito qui di seguito.

Direttamente accoppiata al motore è una macchina a corrente continua tarata con ogni accuratezza, in modo da poter dedurre per ogni velocità e per ogni carico, la potenza in essa dissipata. Si conosceva così la potenza fornita all'asse della dinamo dal motore per ogni condizione di carico, e se ne poteva dedurre la coppia.

L'andamento delle caratteristiche meccaniche è in generale all'incirca quello iperbolico delle analoghe caratteristiche per i motori a corrente continua in serie. Tuttavia a bassa velocità si manifesta in generale una diversità di forma, perchè ognuna delle curve, nel caso del motore a corrente alternata,

Il rapporto tra la f.m.m. del rotore e quella dello statore, rapporto che si indica con u , viene determinato, nel caso del motore studiato, dalla seguente espressione:

$$u = \frac{n_2 f'_2}{n_1 f'_1 \sqrt{3}} \frac{N_1}{N_2}$$

dove n_1 , f'_1 , N_1 , sono rispettivamente il numero di spire tra fase e neutro dello statore collegato a stella, il suo fattore di avvolgimento, e il numero di spire del primario del trasformatore, e analogamente n_2 , f'_2 , N_2 per il rotore salvo che, essendo naturalmente quest'ultimo collegato a triangolo, si deve introdurre il fattore $\sqrt{3}$ e indicare con n_2 il numero delle spire di un lato del triangolo. Come valori di $\frac{N_1}{N_2}$, per le diverse posizioni sul secondario del trasformatore, si sono

assunti i valori del rapporto di trasformazione a vuoto ammettendo trascurabili le cadute interne del trasformatore. Il rapporto $\frac{n_2 f_2'}{n_1 f_1'}$ è stato rilevato direttamente sulla macchina ed è uguale, come si è detto, a 0,69; il rapporto $\frac{N_2}{N_1}$ nel caso della posizione I è uguale a 0,522; risulta quindi u per la posizione I predetta, uguale a 0,766.

Se si varia il rapporto di trasformazione del trasformatore passando dalla posizione I alla II, con che viene ad esser aumentato il rapporto u tra le amperspire del rotore e quelle dello statore, aumenta la potenza sviluppata dal motore, ma le caratteristiche meccaniche hanno lo stesso andamento di quelle della posizione I: in entrambi i casi quando è $u < \cos \alpha$ la coppia massima si ha a motore fermo. Perciò, nel caso della posizione I, per cui $u = 0,766$, tutte le curve ottenute con posizione delle spazzole individuata da $\alpha < 40^\circ$ hanno l'ascissa massima corrispondente all'ordinata zero; e lo stesso si verifica, nel caso della posizione II, ($u = 0,875$) per tutte le curve rilevate con posizione delle spazzole individuata da $\alpha < 29^\circ$. E' quindi possibile avere caratteristiche meccaniche di questo tipo, cioè con la coppia massima a motore fermo, solo da motori per i quali u sia minore di 1; nei motori in cui $u > 1$, la coppia massima si ottiene, in tutti i casi, per velocità diverse da zero. Ciò si verifica infatti per tutte le condizioni di funzionamento con l'inseritore del trasformatore nelle posizioni III, IV, ecc. fino alla posizione VIII.

Le curve in fig. 4 ed in fig. 5 che corrispondono alle posizioni III e IV, indicano coppie più energiche a velocità inferiori a quella del sincronismo, e più deboli a velocità superiori, in confronto di quelle delle fig. 2 e 3. Se consideriamo infine le fig. 6, 7, 8 e 9 vediamo che le curve in esse contenute indicano sempre minori variazioni di velocità per identiche variazioni di coppia, fino alle curve in posizione VIII che per il loro andamento ricordano le caratteristiche meccaniche del motore a induzione.

La condizione di funzionamento che corrisponde alla posizione I del trasformatore è quella da adottarsi quando si voglia la massima coppia a motore fermo, e stabilità di lavoro a velocità anche bassissime; per avere coppie energiche a velocità elevate sono preferibili le posizioni II e III che corrispondono anche al rendimento ottimo, mentre la IV, la V e la VI sono posizioni convenienti solo per il funzionamento a velocità inferiori a quella di sincronismo. Per poter giudicare a colpo d'occhio della posizione relativa delle curve che corrispondono ai diversi rapporti di trasformazione, si sono

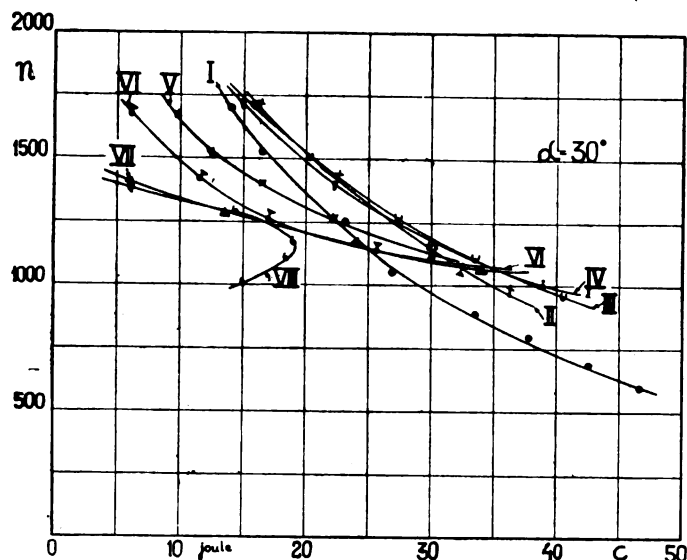


Fig. 10. — Caratteristiche meccaniche per $\alpha = 30^\circ$.

riportate in fig. 10 le caratteristiche meccaniche ottenute per un angolo delle spazzole costanti ($\alpha = 30^\circ$) e per le otto posizioni del secondario del trasformatore.

Le posizioni VII ed VIII non sono in alcun caso consigliabili, come appare chiaramente dall'esame delle caratteristiche corrispondenti (fig. 8 e 9) e delle curve di rendimento. In fig. 11 sono riportate le curve di rendimento del motore per diversi rapporti di trasformazione e per un angolo delle spazzole costante ed uguale a 30° , in funzione della velocità. L'andamento di queste curve è identico qualitativamente e quantitativamente a quello delle curve ottenute per α uguale

a 20° . Le curve in questione danno il rendimento complessivo del gruppo trasformatore motore; su tale rendimento influiscono sfavorevolmente, oltre alle ordinarie perdite, anche quelle nelle spirali del rotore chiuse in corto circuito dalle spazzole, perdite che sono rilevanti a velocità lontane da quelle di sincronismo, e si annullano solo in corrispondenza di quest'ultimo. Queste considerazioni e la modesta potenza della macchina rendono ragione del fatto che i valori assoluti del rendimento non sono troppo elevati.

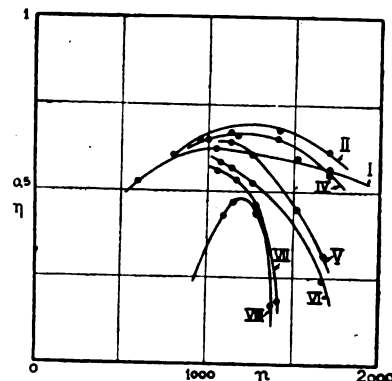


Fig. 11. — Curve di rendimento del motore per $\alpha = 30^\circ$.

Dalle caratteristiche meccaniche corrispondenti alle figure 2, 4, 6, 8 si sono ricavati i diagrammi di regolazione della velocità ottenuta per mezzo di variazioni dell'angolo α a pari coppia sviluppata, ossia i diagrammi $n = f(\alpha)$ (figure 12, 13, 14, 15). Essi indicano tutti che, a pari coppia, la regolazione di velocità può essere fatta in genere tra ampi limiti, mediante spostamento delle spazzole, ma tale regolazione avviene bene solo per velocità superiori a certi valori critici. Nella regione di buona regolabilità si fa accelerare il motore diminuendo il valore di α e viceversa.

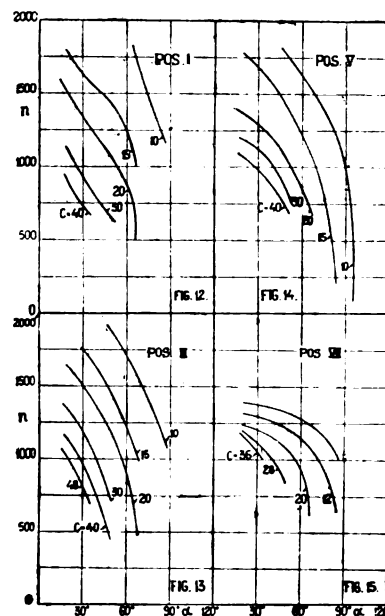


Fig. 12 a 15. — Curve di velocità del motore per coppia costante in funzione dell'angolo α .

Se si aumenta opportunamente il carico del motore mentre si spostano le spazzole avvicinandole alla posizione di corto circuito, in modo da mantenere costante la velocità, la coppia va aumentando ed è massima quando le spazzole sono molto vicine alla predetta posizione: nel caso della nostra macchina il massimo si raggiunge per un valore di α di circa 4° elettrici (vedi fig. 16). Dopo il quale punto, per un ulteriore piccolo spostamento delle spazzole sempre verso la posizione di corto circuito, la coppia diminuisce, la corrente aumenta fortemente, e la macchina va, per $\alpha = 0$, in corto circuito.

La velocità del motore, a pari valore della coppia, e viceversa la coppia, a pari velocità del motore, si abbassano rapidamente al diminuire della tensione applicata. Ciò si rileva dalle figure 17 a) 17 b), 18 che rappresentano: la figura 17 a) quattro caratteristiche meccaniche per tensioni ri-

spettivamente di 160, 140, 120, 100 V., la 17 b) le relazioni fra velocità e correnti corrispondenti, e tra rendimenti e velocità, la fig. 18 una famiglia di curve per coppia costante, che mostra come varia la velocità del motore in funzione della tensione applicata. I diagrammi suddetti sono stati tutti rilevati mantenendo fissa la posizione delle spazzole e il rapporto di trasformazione del trasformatore ($\alpha = 30^\circ$, $u = 1,02$, Pos. III).

3) *Fattore di potenza.* — In quanto al fattore di potenza della macchina, si può dire intanto che esso è variabile in fun-

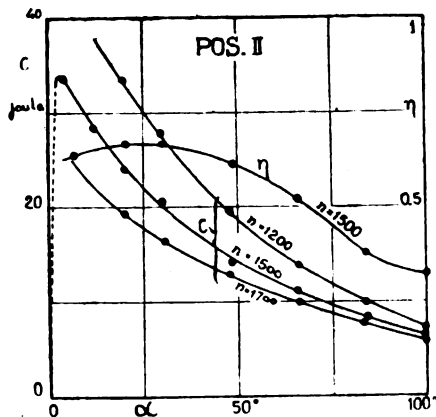


Fig. 16. — Diagramma della coppia motrice in funzione dell'angolo α per velocità costante.

zione della posizione delle spazzole sul collettore, cioè dell'angolo α , della velocità del motore, e della posizione dell'inseritore sul trasformatore.

Si considerino dapprima i motori per cui u è minore di 1. In essi, che nel nostro caso sono rappresentati dal gruppo motore-trasformatore con l'inseritore nelle posizioni I e II, al diminuire dell'angolo α , cioè all'avvicinarsi delle spazzole alla posizione di corto circuito, fermi restando la velocità del

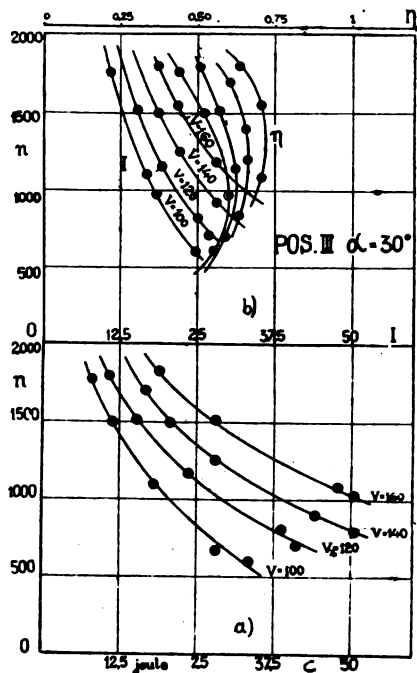


Fig. 17.

a) Caratteristiche meccaniche ($\alpha = 30^\circ$, $u = 1,02$) per diversi valori di tensione applicata.
b) Curve di corrente e di rendimento.

motore e la posizione dell'inseritore del trasformatore, diminuisce, fino ad un certo punto e poi tende di nuovo ad aumentare, lo spostamento di fase tra tensione applicata e corrente assorbita, ed il fattore di potenza si avvicina alla unità senza però raggiungerla; vi si avvicina tanto più, quanto più il rapporto u è prossimo ad 1. Si mantengano costanti adesso invece la posizione delle spazzole e la posizione dell'inseritore del trasformatore, e si faccia aumentare la velocità: il fattore di potenza aumenta di valore al crescere di questa. Se le spazzole si trovano in una posizione per la quale sia $u > \cos \alpha$ è possibile teoricamente, coll'aumentare della

velocità del motore, raggiungere la compensazione di fase a velocità finita; se le spazzole invece si trovano in una posizione per la quale risulti $u < \cos \alpha$, pur migliorando il fattore di potenza al crescere della velocità della macchina, la compensazione di fase è irrealizzabile. Resta sempre però il fatto che, in tutti i casi alla velocità di sincronismo, quanto più piccolo è il valore di α e fino al valore di esso angolo determinato dalla relazione $u = \cos \alpha$, tanto maggiore è il valore del fattore di potenza. Ad es., supposto di far funzionare il motore nella posizione I ($u = 0,766$) e con angoli α pari a 60° , 50° e 40° si ha rispettivamente, con l'aiuto di ipotesi semplificative, che nei primi due casi (per i quali $u > \cos \alpha$) la compensazione di fase si avrebbe teoricamente per velocità pari a 4 ed a poco più che 6 volte quello di sincronismo; laddove nel terzo caso ($u = \cos \alpha$) la compensazione si avrebbe solo per velocità infinita.

Questa previsione è più chiaramente giustificata dai diagrammi vettoriali, di cui si tratta nel paragrafo seguente.

Il motore ad egual numero di spire nel rotore e nello statore, per il quale è quindi $u = 1$, alla velocità di sincronismo ha un fattore di potenza dato da $\cos \frac{\alpha}{2}$ dove α è il solito angolo di calaggio, e fa la sua compensazione di fase, per qualunque posizione delle spazzole, ad una velocità doppia di quella di sincronismo. Ciò avviene effettivamente nel funzionamento del nostro motore con l'inseritore nella posizione III, per cui è $u = 1,02$.

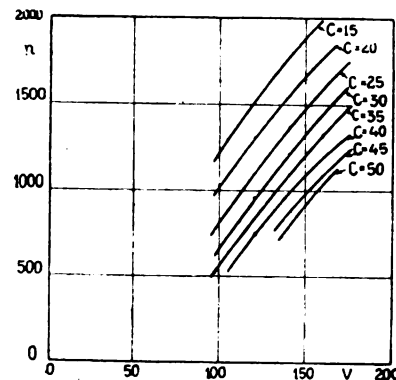


Fig. 18. — Diagramma della velocità del motore in funzione della tensione applicata (coppia costante).

Nei casi in cui u è maggiore di 1 la compensazione di fase si fa sempre per velocità minore della doppia velocità di sincronismo, e, per convenienti valori di α e di u , si può raggiungere la condizione di $\cos \varphi = 1$ per una velocità eguale od anche minore di quella di sincronismo. Per es. con lo inseritore nella pos. IV il rapporto u del motore in questione diviene eguale ad 1,23 ed in questo si ha la compensazione di fase, per $\alpha = 60^\circ$ con una velocità 1,41 volte quella del sincronismo, per $\alpha = 50^\circ$ con velocità 1,20 volte, per $\alpha = 40^\circ$ con velocità 1,09 volte, per $\alpha = 30^\circ$ con velocità 0,866 volte. Per ottenere la compensazione alla velocità di sincronismo occorre $\alpha = 35^\circ, 5$.

Se il rapporto u aumenta, la compensazione di fase a pari α , si fa ad una velocità sempre minore, talché il motore alla velocità di sincronismo od a velocità di poco superiore può funzionare fornendo esso corrente magnetizzante alla rete, e tanto più quanto maggiore è la velocità. La quale però è limitata, anche se si prescinde da considerazioni di resistenza meccanica, dalla saturazione del trasformatore. Questo, nel nostro caso, con la sua autoinduzione di dispersione, che cresce al passare dell'inseritore dalle prime alle ultime posizioni, agisce in modo da rendere molto piccolo l'angolo di anticipo della corrente assorbita dal complesso trasformatore-motore rispetto alla tensione ad esso applicata, anche se il valore di u è molto maggiore di 1 e la velocità superiore a quella del sincronismo. Quindi i calcoli che sono stati fatti precedentemente, ammettendo trascurabili le reattanze di dispersione del motore e del trasformatore, e che fino alla condizione di funzionamento rappresentata dalla pos. IV, $u = 1,23$ concordavano sufficientemente con i risultati sperimentali che si trovano riportati in seguito, non hanno più valore pratico quando il motore funziona con l'inseritore nella pos. V e seguenti.

Per poter far funzionare dunque il motore come condensatore rotante è necessario che il trasformatore ad esso collegato sia costruito col minimo di dispersioni e che il gruppo trasformatore motore abbia un rapporto u maggiore di 1. Tut-

tavia, tenuto conto delle perdite e delle difficoltà di commutazione, è da escludere che il motore a collettore in serie possa competere col motore sincrono nella funzione di condensatore rotante pur presentando i vantaggi di non aver bisogno nè di corrente continua, nè di apparecchi di avviamento e di accoppiamento in parallelo.

I diagrammi del fattore di potenza in funzione della velocità, per diversi valori dell'angolo α e diverse posizioni dell'inseritore del trasformatore, sono riportati nelle fig. 19 e seguenti; in esse figure sono paragonati i risultati sperimentali con quelli dedotti dai diagrammi teorici.

4) *Diagrammi di tensione e di corrente.* — Consideriamo il caso di $u = 0,766$, che corrisponde al funzionamento nella posizione I del trasformatore, e facciamo lavorare il motore in questa condizione con le spazzole spostate dalla posizione di corto circuito di un angolo tale che sia $\cos \alpha = 0,766$ cioè $\alpha = 40^\circ$.

Siano $\vec{O1}$ e $\vec{O2}$ (fig. 19 a) due vettori proporzionali alle f.m.m. dello statore e del rotore, e spostati spazialmente fra di loro dell'angolo $\varphi = \pi - \alpha$, il rapporto $\vec{O2} : \vec{O1}$ è uguale a 0,766. La risultante $\vec{OR}$, immaginando il motore senza perdite, senza dispersioni e senza cadute di tensione, di questi due vettori, è proporzionale e coincide spazialmente col vettore $\vec{\Phi}$, flusso magnetizzante, e la sua posizione nello spazio è ad angolo retto con $\vec{O2}$, cioè con la corrente rotorica.

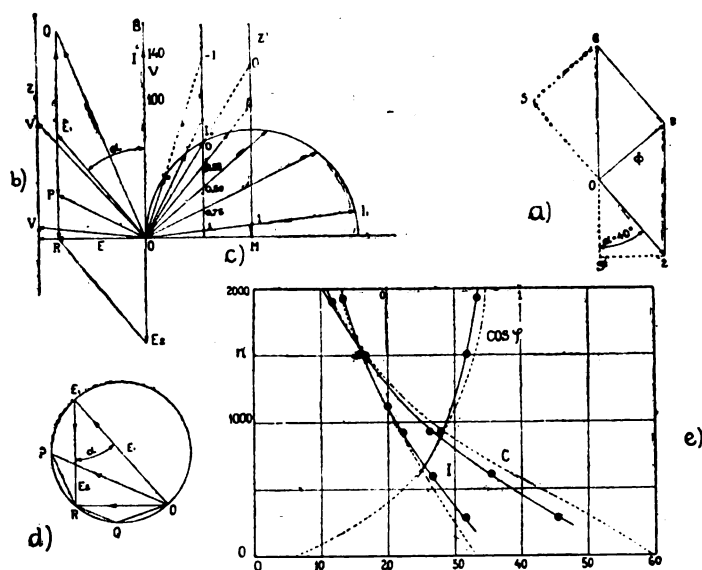


Fig. 19. — Diagrammi per $\alpha = 40^\circ$, ($u = 0,766$, pos. I).

- a) diagramma spaziale delle f.m.m.
- b) diagramma delle tensioni per corrente costante.
- c) diagramma delle correnti per tensione costante.
- d) diagramma delle tensioni parziali per tensione applicata costante.
- e) Caratteristiche della coppia, della corrente e del $\cos \varphi$ in funzione della velocità.

In queste condizioni dunque, l'eccitazione della macchina è dovuta completamente alle amperspire dello statore, che si possono scomporre in amperspire magnetizzanti $\vec{OR}$ ed in amperspire compensanti $\vec{OS}$ eguali ed opposte alle amperspire del rotore. Incidentalmente si osserva qui come all'eccitazione della macchina il rotore contribuisca solo in quei casi nei quali i vettori $\vec{O2}$ ed $\vec{O1}$ fanno tra di loro angolo φ minore di 140° , cioè quando α è maggiore di 40° : tanto più il rotore contribuisce alla produzione del flusso magnetizzante quanto più l'angolo φ impicciolisce. Questo spiega quanto si è detto al paragrafo 3 circa il fattore di potenza e la compensazione di fase dei motori per i quali è $u < 1$.

Al diagramma spaziale predetto (fig. 19a), corrisponde il diagramma temporale in fig. 19 b, nel quale si prende come vettore di riferimento $\vec{O1}$, quello su cui si riporta la corrente I del motore, che si conviene di mantenere costante. In esso E_1 ed E_2 , il cui rapporto $E_2 : E_1$ è teoricamente a motore fermo uguale ad u , sono rispettivamente le forze elettromotrici indotte nello statore e nel rotore, e la loro risultante E , trascurando come si è detto tutte le perdite, rappresenta la tensione applicata al motore fermo, a 90° in anticipo rispetto alla corrente. La potenza assorbita dalla rete è dunque nulla a motore fermo, cioè la potenza assorbita dallo statore viene

trasferita nel rotore, dal quale è restituita alla rete: risulta infatti $E_1 I \cos \alpha = -E_2 I$, dalla quale relazione e dal diagramma delle tensioni si vede anche subito, che in questo caso non vi è componente della tensione rotorica in quadratura con la corrente.

Per rappresentarci la variazione della tensione rotorica in relazione alla velocità del motore, indichiamo con s lo scorrimento e consideriamo il funzionamento del motore a corrente costante: per $s = 1$, cioè a motore fermo, la tensione al rotore è come si è visto $\vec{E_1 R} = \vec{OE_2}$, al sincronismo, $s = 0$, il rotore è fermo rispetto al campo rotante e non viene in esso indotta alcuna f.e.m., cioè il punto R cade in E_1 e diviene $E_2 = 0$, $E = E_1$. In questo caso la potenza assorbita dallo statore viene trasformata tutta in potenza meccanica: il rotore non prende nè restituisce potenza alla rete.

In una posizione intermedia corrispondente ad un valore dello scorrimento s compreso fra zero ed uno, sarà $E_2 = s u E_1$, e potrà, ad es. essere $E_2 = \vec{E_1 P}$.

Al soprasincronismo, essendo s negativo, la tensione E_2 acquista di nuovo un valore diverso da zero, ma in senso opposto a quello di prima, (quando $s > 0$). Può, ad es. essere $E_2 = \vec{E_1 Q}$, ed in questo caso il rotore assorbe anch'esso potenza dalla rete per trasformarla in potenza meccanica.

La fig. 19 d, rappresenta poi il diagramma delle tensioni nel funzionamento ordinario del motore a tensione costante: l'angolo in E_1 è uguale ad α e resta costante comunque si sposti il punto E_1 sulla circonferenza, $\vec{OR}$ è la tensione applicata costante, $\vec{OE} = E_1$, $\vec{ER} = E_2$, l'arco $\vec{E_1 P R}$ rappresenta le condizioni di funzionamento da velocità zero a velocità di sincronismo ($s = 1$ nel punto E_1 , $s = 0$ nel punto R), l'arco $\vec{R Q}$ le condizioni di funzionamento della velocità di sincronismo ad una velocità doppia di quella di sincronismo.

Nel diagramma delle tensioni (fig. 19 b) per corrente costante, il vettore della tensione risultante $\vec{OR}$ si muove, al variare della velocità, mantenendo il suo estremo sulla retta $\vec{RE_1 Q}$ parallela alla direzione della tensione rotorica $\vec{OE_2}$, e, per uno scorrimento s , l'estremo del vettore $\vec{OR}$ coincide con un punto P definito dalla relazione $s = \vec{E_1 P} : \vec{E_1 R}$. Si sommi con $\vec{OR}$ la caduta ohmica $\vec{RI}$ e la caduta induttiva $\vec{XI}$, le quali tensioni sono costanti, se si prescinde dalle piccole variazioni di X , perchè si è supposto il funzionamento del motore a corrente costante; si vede allora che l'estremo del vettore $\vec{OV}$ per corrente costante si muove sopra una retta Z parallela a $\vec{QR}$. Questa retta è il diagramma di impedenza del motore in serie, o il diagramma delle tensioni per corrente costante, e su di essa si può anche segnare la scala delle velocità.

5) *Diagrammi circolari.* — Per ottenere ora il diagramma delle correnti a tensione costante, bisogna invertire la retta Z rispetto ad O : la curva inversa è un cerchio il quale passa per il punto O e il cui centro giace sulla perpendicolare alla retta Z passante per O (fig. 19 c).

Si disegni questo cerchio nel primo quadrante: il centro di esso giace sull'asse delle ascisse (vedi più avanti formula [1]), ed è individuato dalla intersezione di questo asse con la perpendicolare al vettore $\vec{OI_1}$ nel suo punto di mezzo. Il vettore $\vec{OI_1}$ rappresenta la corrente che attraversa una fase del motore fermo, con un angolo delle spazzole eguale a quello prescelto (nel nostro caso $\alpha = 40^\circ$), quando ad esso venga applicata la tensione normale (140 V).

Tale vettore può essere calcolato in base ai dati costruttivi della macchina e particolarmente in base alle resistenze e reattanze di dispersione degli avvolgimenti e in base al valore della reattanza di eccitazione. Per la macchina in esame il valore della corrente I_1 , da fermo, è stato dedotto in grandezza a fase (sempre per $\alpha = 40^\circ$) per extrapolazione da una serie di misure eseguite con tensione crescente fino al 40 % del valore normale. La relazione tra queste grandezze è lineare, poichè, se la tensione non supera il valore suddetto, le perdite per commutazione sono poco rilevanti; crescendo la tensione applicata, crescono rapidamente le perdite per commutazione, e quindi la corrente aumenta non più con legge lineare ma con legge parabolica. E poichè nel diagramma circolare si tiene conto solo delle perdite proporzionali al quadrato della corrente e si trascurano le perdite meccaniche e quelle di commutazione, per trovare il valore della corrente $\vec{OI_1}$ e l'angolo che essa fa con l'asse delle coordinate, si sono aumentati, proporzionalmente alla

tensione, sia il valore della corrente, sia la potenza segnata dal wattometro nelle prove a tensione ridotta.

Si è poi rilevata anche la corrente che il motore assorbe alla velocità di sincronismo ($n = 1500$, $f = 50$); il vettore OI_0 la rappresenta in grandezza e fase ⁽¹⁾.

Tutti i vettori che hanno l'origine in O e l'estremo sulla circonferenza di diametro OD (fig. 19 c), rappresentano in grandezza, su una determinata scala, le correnti che il motore assorbe per ogni corrispondente velocità, e la loro posizione rispetto all'asse delle ordinate individua la fase corrispondente. Le velocità sono segnate, come indica la fig. 19 c su una retta Z' simmetrica rispetto all'asse delle ordinate alla retta Z ; si può quindi graduare in velocità la retta verticale che passa per l'estremo I_0 mediante una scala degli scorrimenti, come è indicato in figura.

Le distanze degli estremi dei vettori OI dalla retta perpendicolare al diametro del cerchio e che coincide in questo caso con l'asse delle ordinate, sono proporzionali ai quadrati dei corrispondenti vettori, e poichè, fermi restando il rapporto di trasformazione, la posizione delle spazzole e la tensione applicata, ed ammesse le solite ipotesi semplificative, la coppia motrice dovrebbe risultare proporzionale al quadrato della corrente, basterà determinare sperimentalmente il valore della coppia per una sola velocità per poter poi tracciare, secondo la previsione teorica, la caratteristica meccanica.

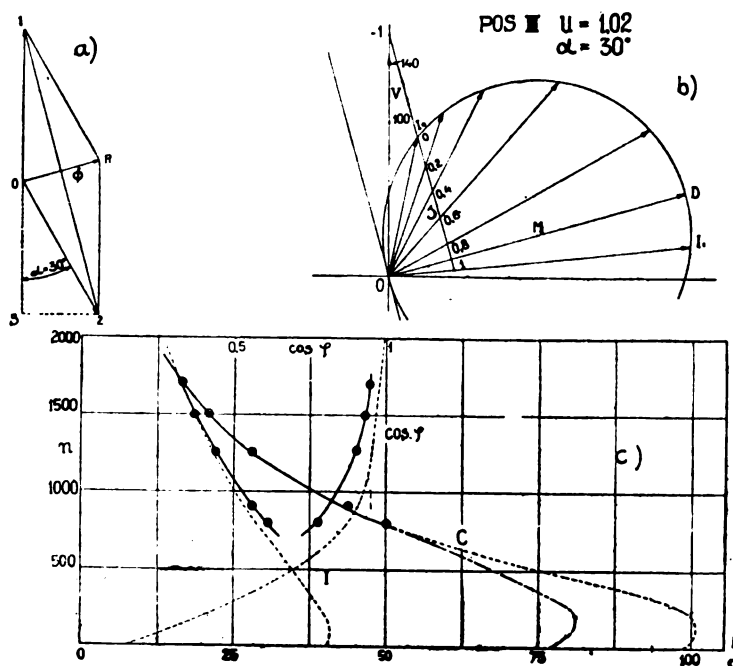


Fig. 20. — Diagrammi per $\alpha = 30^\circ$ ($u = 1,02$, pos. III).

a) diagramma spaziale delle f.m.m.

b) diagramma delle correnti per tensione costante.

c) caratteristiche della coppia, della corrente e del $\cos \varphi$ in funzione della velocità.

Con i procedimenti accennati ed in base alla deduzione sperimentale dei vettori OI_1 ed OI_0 , e della coppia per la velocità di sincronismo, sono stati ricavati, coll'aiuto della figura 19 c, i diagrammi cartesiani disegnati a tratti nella fig. 19 e. Accanto a queste curve sono segnate le altre rilevate sperimentalmente, e dal confronto appare come il diagramma circolare suddetto, tracciato in base a pochi dati sperimentali rapidamente rilevabili, possa servire in queste, e, come vedremo, in altre condizioni di funzionamento, a dare indicazioni sufficientemente approssimate sul comportamento del motore.

Appare anche, a conferma di quanto si è detto nel § 3, dal diagramma della fig. 19 b che la macchina, per valori di $u < 1$, non può funzionare con fattore di potenza uguale ad uno se non a velocità grandissima: nel caso limite trattato esso raggiungerebbe la compensazione di fase a velocità infinita.

Consideriamo ora il comportamento del motore quando il secondario del trasformatore funziona con un minor numero di

spire, ad es. nella posizione III, per la quale $u = 1,02$, e supponiamo altresì $\alpha = 30^\circ$. Dato il valore di u , pari all'incirca all'unità, la macchina si comporta in maniera praticamente eguale al motore costruito con egual numero di spire nello statore e nel rotore. Di questo particolare motore esiste una teoria svolta nel «Trattato di Elettrotecnica» di L. Lombardi, al quale si rimanda anche per la bibliografia sui motori polifasi a collettore.

Il diagramma spaziale (fig. 20) è ora rappresentato da un rombo, e da esso si deduce subito, che qualunque sia l'angolo α di spostamento delle spazzole, lo statore ed il rotore contribuiscono sempre in egual misura alla produzione del flusso di eccitazione. Anche per questo caso si è costruito, in base alle determinazioni sperimentali delle correnti a motore fermo ed alla velocità di sincronismo, e della coppia in quest'ultima condizione, il diagramma delle correnti per tensione costante, deducendone le curve di corrente, coppia, e $\cos \varphi$, in funzione della velocità, e paragonandole con quelle ottenute sperimentalmente.

Si son tralasciati i diagrammi delle tensioni per corrente costante e per tensione costante, che è agevole dedurre, analogamente al caso precedente, dal diagramma spaziale e dalla considerazione che, a motore fermo, è, teoricamente:

$$u = \frac{E_1}{E_1'} = 1.$$

Il diametro del cerchio delle correnti fa in questo caso con l'asse delle ascisse un angolo diverso da zero; angolo che si determina ⁽²⁾ con la formula:

$$\tan \psi = \frac{u - \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad [1]$$

Da questo nuovo diagramma (fig. 20 c) appare subito il comportamento diverso del motore sia riguardo alla corrente assorbita e alla coppia, sia riguardo alla fase della corrente rispetto alla tensione applicata. La corrente e la coppia raggiungono un massimo prima che il motore si fermi; il tratto della caratteristica meccanica dopo il massimo corrisponde all'arco DI_1 nel diagramma circolare (fig. 20 b), e rappresenta un funzionamento instabile; l'angolo di fase fra tensione e corrente è molto prossimo (teoricamente eguale) a l'angolo $\alpha/2$, e ad una velocità doppia di quella del sincronismo la compensazione di fase fra corrente e tensione è raggiunta, e il motore provvede da sé alla propria corrente di eccitazione.

La caratteristica meccanica del motore ad egual numero di spire nello statore e nel rotore per cui è quindi $u = 1$, è rappresentata teoricamente ⁽³⁾ dalla seguente equazione:

$$C = \frac{K V^2 \cotg \frac{\alpha}{2}}{1 + s^2 + 2s \cos \alpha} \quad [2]$$

dove C è la coppia, K una costante, V la tensione costante applicata al motore, α l'angolo di spostamento delle spazzole dalla posizione di corto circuito, ed s lo scorrimento. La costante K si è determinata misurando la coppia alla velocità di sincronismo con $\alpha = 30^\circ$ e dalla relazione [2] si è dedotta la caratteristica meccanica che è rappresentata nella fig. 20 c dalla linea a tratto e punto. La curva a tratto continuo rappresenta la caratteristica rilevata sperimentalmente, la curva tratteggiata la caratteristica dedotta dal diagramma circolare, la curva a tratti e punti quella dedotta dalla equazione [2]; le tre curve, nel primo tratto, che è quello di effettivo funzionamento del motore, coincidono.

Il diametro OMD , come si può agevolmente riconoscere considerando sia l'equazione [1], sia la fig. 21, si sposta nel senso di aumentare l'angolo che esso fa con l'asse delle ascisse, se si spostano le spazzole allontanandole dalla posizione di corto circuito, e nello stesso tempo diminuisce di lunghezza. Per $\alpha = 180^\circ$, cioè nella posizione a vuoto, il diametro OMD diventa minimo, e il cerchio ha il suo centro sull'asse delle ordinate ed è tangente all'asse delle ascisse. Per $\alpha = 0^\circ$, cioè nella posizione di corto circuito, il diametro del cerchio è massimo, anch'esso è tangente all'asse delle ascisse, ed il suo centro è nuovamente sull'asse delle ordinate; cioè al diminuire di α e fino ad un certo valore di esso, il diametro OMD del cerchio ruota in modo da avvicinarsi all'asse delle ascisse, poi per α

⁽¹⁾ La non perfetta concordanza degli angoli di fase di E_1 rispetto ad I_1 , e di I_0 rispetto a V , dipende dal fatto che il diagramma delle tensioni è puramente teorico, laddove quello delle correnti è stato tracciato in base a dati sperimentali.

⁽²⁾ ARNOLD. — Die Wechselstromtechnik, Parte V, Vol. II, pag. 51. Julius Springer, editore - Berlino-1912.

⁽³⁾ L. LOMBARDI — Loc. cit.

molto piccoli risale rapidamente fino a coincidere, per $\alpha = 0^\circ$, come per $\alpha = 180^\circ$, con l'asse delle ordinate.

La retta $-1,1$, su cui si può segnare la scala delle velocità, è sempre normale al diametro del cerchio e incontra, nel caso che si considera (fig. 20 b), l'asse delle ordinate in un punto corrispondente alla velocità doppia di quella di sincronismo. In realtà il segmento $-1,0$ non è perfettamente uguale al segmento $0,1$ a causa delle approssimazioni delle misure. Ad

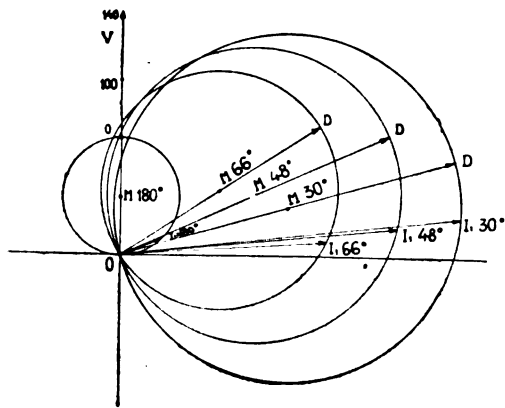


Fig. 21. — Grandezza e posizione relativa dei diagrammi circolari in funzione dello spostamento delle spazzole, per $u = 1,02$, pos. III.

ogni modo si vede che in queste condizioni il motore lavora con un fattore di potenza più favorevole che nel caso precedentemente considerato, per cui era $u = 0,76\bar{v}$.

La fig. 22 rappresenta il funzionamento del motore per $u = 1,23$ e per un angolo tale delle spazzole, che, come si vede dal diagramma spaziale, risulti il flusso di eccitazione normale

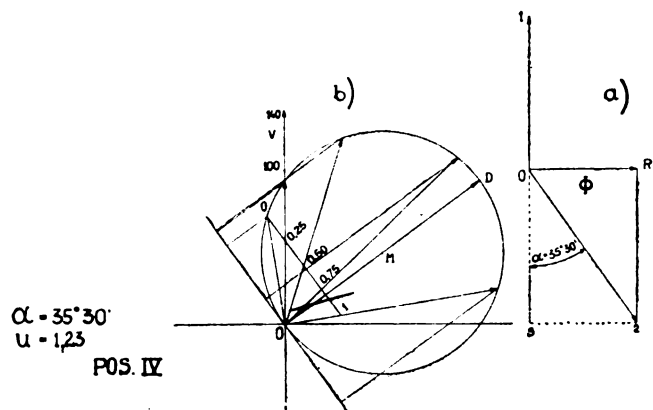


Fig. 22. — Diagrammi come in fig. 19 e 20 per $\alpha = 35^\circ, 30'$, $u = 1,23$, pos. IV.

alla f. m. m. statorica. In questo caso all'eccitazione della macchina provvede completamente il rotore, e le amperspire dello statore sono esclusivamente amperspire compensanti. Le curve in fig. 22, dedotte nel modo già descritto, dal diagramma circolare approssimato, danno un'idea abbastanza esatta del funzionamento del motore in queste condizioni. La caratteristica meccanica della fig. 20 c è stata anche riportata, disegnandola a tratti, nella fig. 5. La teoria di questo motore dimostra, e l'esperienza conferma, che, finché la f. m. m. dello statore è maggiore della proiezione nella sua direzione della f. m. m. rotorica, cioè quando nel diagramma spaziale $\overline{OI}$ è maggiore di $\overline{OS}$, la compensazione di fase avviene a velocità superiore a

quella di sincronismo, se $\overline{OI}$ è eguale ad $\overline{OS}$, la compensazione avviene alla velocità di sincronismo.

Nel caso in fig. 22 b si trova una leggera differenza tra il diagramma spaziale (fig. 22 a) e il diagramma circolare, perché nel primo, essendo $\overline{OI} = \overline{OS}$, la compensazione di fase si prevede avvenire alla velocità di sincronismo, nel secondo si trova che la compensazione di fase avviene ad una velocità un po' minore, per effetto dell'approssimazione delle misure. Se $\overline{OS}$ è maggiore di $\overline{OI}$, la compensazione di fase avviene ad una velocità minore di quella di sincronismo, il flusso risultante è sfasato di più di 90° in ritardo rispetto ad $\overline{OI}$; è questo il caso in fig. 23 qui di seguito illustrato.

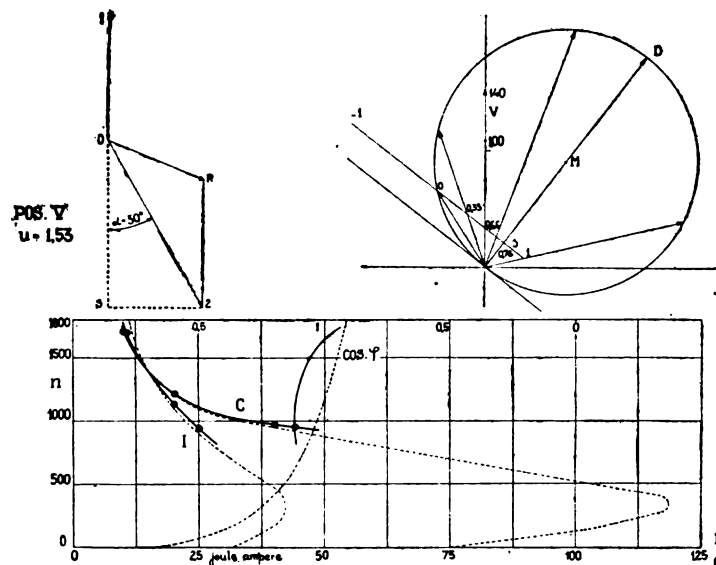


Fig. 23. — Diagrammi come in fig. 20 per $\alpha = 30^\circ$ ed $u = 1,53$, pos. V.

Nel primo caso considerato (fig. 19) il rotore non porta amperspire magnetizzanti, nel secondo (fig. 20) le amperspire magnetizzanti sono portate in egual misura dal rotore e dallo statore, nel terzo (fig. 22) solo dal rotore, nel quarto (fig. 23) il rotore fornisce più amperspire magnetizzanti di quelle necessarie per il flusso di eccitazione, con che lo statore viene ad agire in senso smagnetizzante. Quest'ultimo caso è illustrato dai soliti diagrammi riportati in fig. 23.

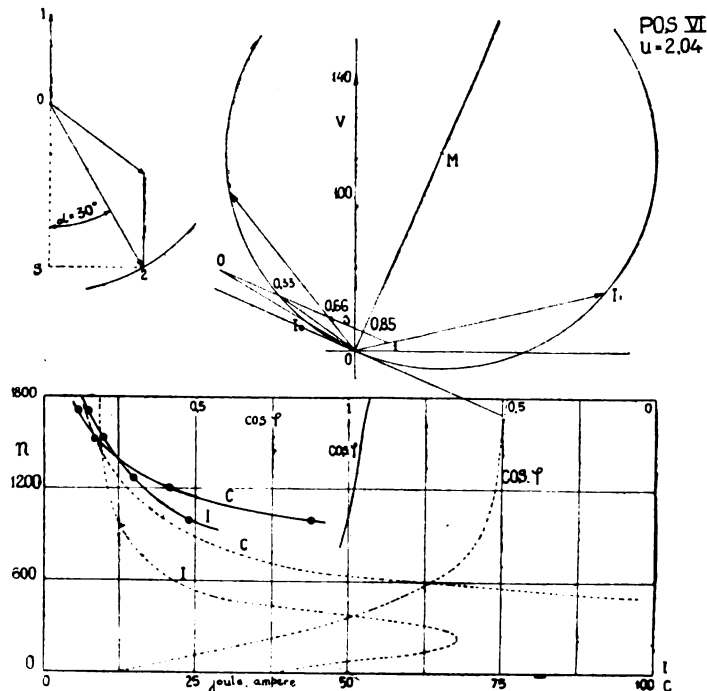


Fig. 24. — Diagrammi come in fig. 20 per $\alpha = 30^\circ$ ed $u = 2,04$, pos. VI.

L'accordo tra gli elementi ricavati dal diagramma circolare e i risultati sperimentali non esiste più, come si vede dalla fig. 24, per la posizione VI del secondario del trasformatore; le discrepanze aumentano notevolmente per le posizioni VII e

VIII. Ciò era facilmente prevedibile, perchè influiscono evidentemente sul funzionamento del motore, e tanto più quanto più ci avviciniamo alla posizione IX, le autoinduzioni di dispersione del trasformatore.

6) *Avviamento del motore.* — Se si volesse far l'avviamento del motore quando le spazzole si trovano nella posizione prossima a quella di corto circuito, cioè nella posizione di funzionamento normale, è evidente che la macchina assorbirebbe una corrente molto maggiore della normale, e le perdite per commutazione e lo scintillio al collettore all'atto dell'avviamento sarebbero tali da danneggiare la macchina. E' necessario quindi, se si dispone di un regolatore a induzione o di un trasformatore a rapporto variabile, di avviare la macchina a tensione ridotta, oppure di interporre fra esso e la rete un reostato ohmico, o meglio induttivo, di avviamento. Ma l'avviamento si può anche fare applicando direttamente alla macchina la tensione di regime, e ottenere gli scopi di non danneggiare il motore e di fargli sviluppare all'inizio una coppia abbastanza energica, portando le spazzole in un punto abbastanza lontano dalla posizione di corto circuito. Sarà anche conveniente mantenere il secondario del trasformatore tutto o quasi tutto inserito, cioè utilizzare le prime posizioni (I e II), perchè in questo caso, come si può agevolmente comprendere da quanto è stato detto prima, a pari corrente statorica, la corrente rotorica è la minima.

Per la macchina considerata, per esempio, con un angolo $\alpha = 55^\circ$ e $u = 0,766$ si può fare l'avviamento a tensione normale assorbendo una corrente di 25 A con moderato scintillamento al collettore, e sviluppando una coppia iniziale di oltre quaranta joule. Ben s'intende che una volta effettuato l'avviamento si possono gradualmente spostare le spazzole fino ad ottenere la coppia e la velocità che si desidera.

7) *Separazione ed analisi delle perdite.* — Come è noto, nelle macchine a collettore, oltre alle perdite che si verificano in tutte le altre macchine a corrente alternata, esistono anche perdite dovute alla commutazione. Nel caso del motore in serie, poichè al variare della velocità variano la corrente assorbita dal motore e la tensione allo statore (come si è rilevato dai diagrammi circolari di corrente e di tensione), tutte le perdite sono, in maggior o minor grado, variabili con la velocità.

Le perdite nel rame del complesso trasformatore-motore aumentano al diminuire del numero dei giri, perchè la corrente aumenta; le perdite nel ferro dello statore hanno anch'esse lo stesso andamento, perchè la tensione allo statore aumenta al diminuire della velocità (si intende nella zona di funzionamento stabile); le perdite nel ferro del rotore, e quelle dovute alla commutazione, nulle alla velocità di sincronismo, aumentano anch'esse al diminuire della velocità a causa sia dell'aumento della velocità relativa del campo rotante rispetto al rotore, sia dell'aumento di corrente e quindi di flusso; anche le perdite nel ferro del trasformatore in serie aumentano al diminuire della velocità. Al di sotto del sincronismo avviene dunque che tutte le perdite diminuiscono al crescere della velocità, tranne le perdite meccaniche.

I diagrammi tracciati nella fig. 25, in funzione della velocità, rappresentano l'andamento delle perdite del motore in serie funzionante nella particolare condizioni illustrata dalla fig. 19. Come si è visto, tale condizione permette il funzionamento stabile anche a velocità molto basse. E' degno di particolare rilievo il rapido aumento delle perdite per commutazione, per la doppia ragione indicata, al diminuire della velocità.

Si ritiene superfluo illustrare minutamente i procedimenti sperimentali adoperati per ottenere i diagrammi in figura, la cui buona approssimazione è confermata dalla regolare distribuzione dei punti rilevati sulle curve. Giova tuttavia accennare alle prove eseguite per la determinazione delle perdite dovute alla commutazione.

In figura 26 sono riportate due famiglie di curve che rappresentano entrambe le perdite per commutazione, in funzione rispettivamente della tensione tra due fasi applicate allo statore, per dati valori di velocità del rotore, ed in funzione della velocità del rotore sotto dati valori di tensione statorica; queste ultime sono state dedotte dalle prime, determinate sperimentalmente nel seguente modo.

Si è anzitutto escluso il trasformatore applicando la tensione direttamente allo statore del motore, mentre il rotore, distaccato anch'esso dal trasformatore e a spazzole alzate, veniva trascinata dalla macchina a corrente continua con esso collegata. Quando il rotore ruota alla velocità di sincronismo, la potenza indicata dal wattometro (fig. 27), diminuita della perdita nel rame dell'avvolgimento statorico, dà la perdita nel ferro

dello statore: la curva (A) in fig. 28 rappresenta questa perdita in funzione della tensione statorica; a rotore fermo, le perdite sono naturalmente maggiori e la differenza, a pari tensione, tra queste e le precedenti, rappresenta la perdita nel ferro del rotore (curva B).

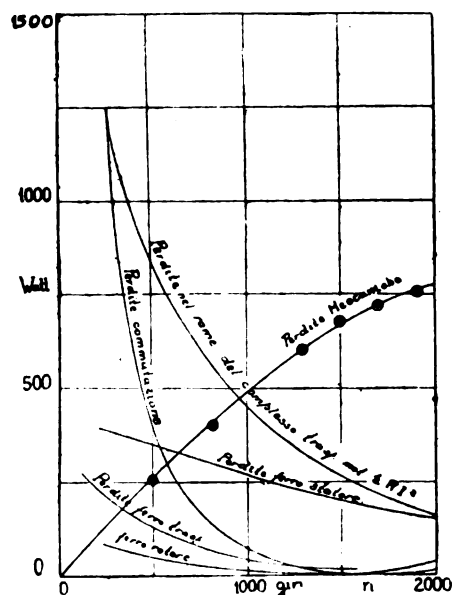


Fig. 25. — Perdite del motore in funzione della velocità per $\alpha = 40^\circ$ ed $u = 0,766$.

Si è fatto poi ruotare il rotore ad una velocità di 750 giri corrispondente alla velocità di mezzo sincronismo, dapprima senza, poi con tensione allo statore. Si è notata la potenza che il motore a corrente continua assorbiva nel primo caso e nel secondo, in cui questa potenza diminuiva per effetto della coppia d'isteresi e correnti parassite del rotore, che agisce in senso motore, ed alleggerisce il carico del motore a corrente continua.

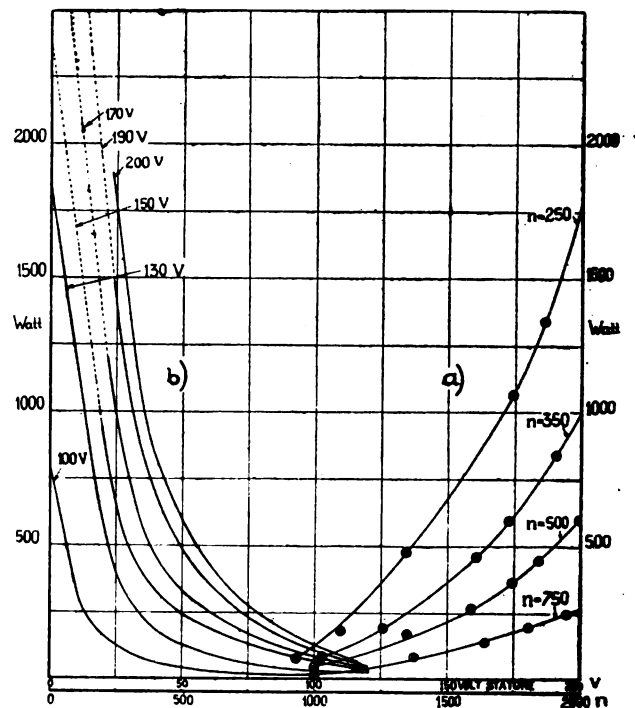


Fig. 26.

- a) Perdite per commutazione in funzione della tensione applicata allo statore, e per velocità del rotore costante.
b) Perdite per commutazione in funzione della velocità del rotore, e per tensione statorica costante.

E poichè in questo secondo caso vi è anche tendenza ad un aumento di velocità del rotore, si è riportato il rotore, per mezzo di variazioni della eccitazione della macchina a corrente continua, al numero di giri stabilito (750). Dalla potenza letta al wattometro in questo caso si sono quindi dedotte, oltre le perdite nel rame e nel ferro dello statore, anche la potenza rappresentata dalla differenza fra i watt forniti alla macchina a

c. c. prima e dopo l'applicazione: il residuo rappresenta la perdita nel ferro del rotore a quella velocità.

Nell'installazione già descritta e rappresentata dalla fig. 27, si sono poi abbassate le spazzole, per determinare le perdite nelle spirali chiuse in corto circuito da esse. Si è tentato dapprima di determinare dette perdite a rotore fermo, senza però poter eseguire una serie di determinazioni esatte e complete, perchè si è riscontrato che esse sono fortemente variabili per piccolissimi spostamenti delle spazzole, ed anche perchè pur riducendo la tensione statorica al di sotto dei valori normali, le perdite stesse assumono valori imponenti e tali da non poter essere impunemente sopportati dal rotore. Le misure si sono eseguite quindi col rotore in moto nel verso di rotazione del campo rotante, e alle velocità, come risulta anche dalla fig. 26, rispettivamente di 250, 350, 500, 750 giri. Il metodo

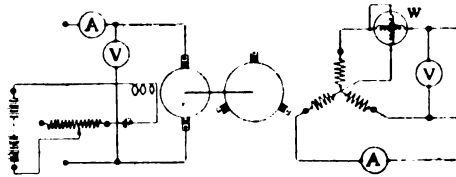


Fig. 27. — Schema del circuito per la determinazione delle perdite per commutazione e nel ferro del rotore.

seguito per la determinazione di queste perdite è assolutamente analogo a quello seguito per misurare le perdite nel ferro del rotore alle diverse velocità: anche le correnti nelle spire in corto circuito, finchè si è al disotto del sincronismo, generano una coppia motrice che, a basse velocità rotoriche, è così energica da accelerare fortemente la corsa del rotore. L'azione di tale coppia, se con opportuno aumento di eccitazione della macchina a corrente continua si mantiene costante la velocità del gruppo, è sufficiente per fornire potenza elettrica alla sorgente di f. e. m. continua invece di assorbirne.

I risultati delle determinazioni sono riassunti nella fig. 29, in cui il diagramma *P* a tratto continuo indica le perdite del motore, ricavate direttamente e globalmente in base ai dati sperimentali, come differenza tra la potenza totale assorbita dal motore e quella utile da esso resa sull'asse. Il diagramma *P*

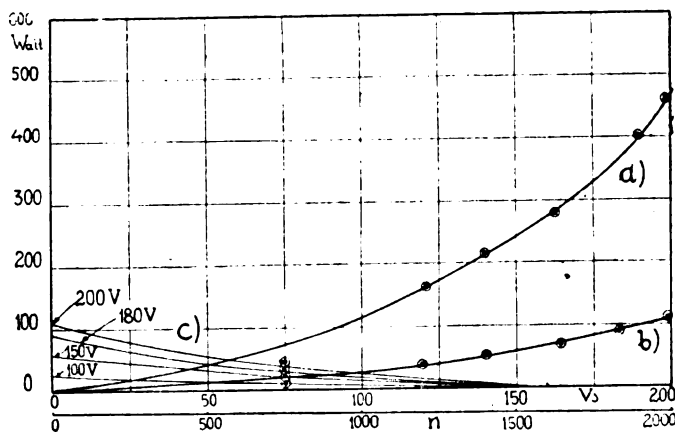


Fig. 28. — Perdite nel ferro in funzione della tensione applicata allo statore.

a) nello statore.

b) nel rotore.

c) perdite nel ferro del rotore in funzione della velocità, a tensione statorica costante.

tratteggiato indica invece le medesime perdite totali, ricavate come somma delle singole perdite, ottenute separatamente coi procedimenti di misura ora descritti. L'accordo è veramente soddisfacente e sembra rilevare, anche per questo tipo di macchina, l'esistenza di piccole perdite supplementari. Il diagramma η dà il rendimento globale del motore.

b) Generatore.

8) *Funzionamento a frequenza variabile in relazione con la posizione delle spazzole.* — Come è noto, la macchina in serie può funzionare, in determinate condizioni, come generatore ad autoeccitazione, se la si chiude su di un circuito esterno inerte.

Il verso di rotazione del generatore, analogamente a quanto

avviene per la macchina in serie a corrente continua, è contrario al verso di rotazione come motore, se si lascia invariata la posizione delle spazzole; è per contro identico se si spostano le spazzole prima in un verso e poi nell'altro. Quindi la macchina può teoricamente funzionare così da motore, come da generatore, in ambedue i sensi a seconda del verso in cui ruota relativamente al verso in cui sono state spostate le spazzole. Il verso di rotazione conveniente tanto nel funzionamento come motore quanto in quello come generatore è tuttavia uno solo, e precisamente, per evidenti ragioni relative alle perdite, quello in cui il rotore gira concordamente al campo rotante.

Se noi facciamo passare la macchina, alimentata da una rete a frequenza determinata, dal funzionamento motore a quello generatore, mediante lo spostamento delle spazzole da un verso al verso opposto oltre la posizione a vuoto, e mediante l'applicazione di una coppia motrice invece che resistente, esso non può in generale funzionare da freno riversando energia sulla rete di alimentazione perchè genera correnti di frequenza diversa da quella della rete (*). E poichè la rete ha di solito piccola impedenza per la frequenza che la macchina tende a sviluppare come generatore, la macchina stessa si trova praticamente in corto circuito non appena si spostano le spazzole dalla posizione a vuoto, e si innesca il fenomeno di autoeccitazione.

Il funzionamento come generatore su di un circuito esterno inerte è sempre possibile nel caso delle macchine senza interposizione di trasformatori, laddove l'introduzione di questo porta notevoli complicazioni ed ostacoli sia nell'innescamento, sia nel

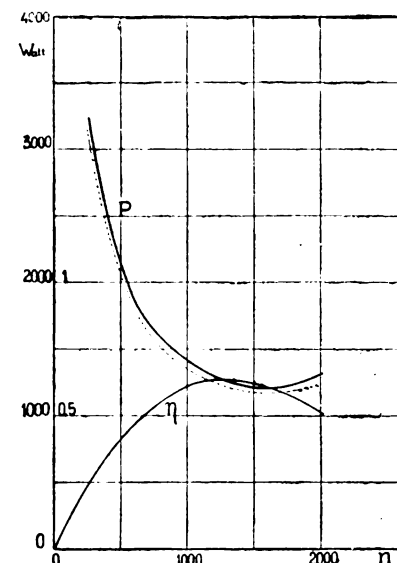


Fig. 29. — Perdite complessive e rendimento totale in funzione della velocità (caso di $\alpha = 40^\circ$ ed $u = 0,766$).

funzionamento. E' parso quindi opportuno di esaminare in questa prima parte il funzionamento della macchina come generatore senza trasformatore, rimandando ad altro lavoro l'esame del complesso generatore-trasformatore, anche in relazione al caso sopracitato del frenamento.

Si consideri dapprima il motore ad egual numero di spire nel rotore e nello statore cioè il motore per cui $u = 1$; il diagramma spaziale *a*) segnato in fig. 20 mostra come per la suddetta macchina qualunque sia l'angolo α , cioè la posizione delle spazzole sul collettore, il contributo all'eccitazione della macchina è sempre dato in egual misura dal rotore e dallo statore, il fattore di potenza di esso è sempre uguale, alla velocità di

sincronismo, a $\cos \frac{\alpha}{2}$ e la compensazione di fase si fa sempre ad una velocità doppia di quella di sincronismo, cioè la macchina a questa velocità genera la propria corrente di eccitazione.

Se si fa quindi marciare la macchina chiusa su di un circuito inerte, puramente ohmico, applicando al suo asse una coppia motrice, è prevedibile che essa possa funzionare come generatore, producendo correnti di frequenza pari alla metà della frequenza di sincronismo, corrispondente alla velocità di rotazione. Questa frequenza prodotta, come si dimostra in seguito, si mantiene altresì costante al variare della posizione delle spazzole sul collettore.

(*) ARNOLD. *Electricity* by Google

Il diagramma del funzionamento del motore a corrente costante, cioè il diagramma delle tensioni, può servire anche a rappresentare il funzionamento del generatore, se si inverte in esso diagramma il verso della corrente. La retta $RE_1 (= E_1)$ (fig. 30) sulla quale nel funzionamento della macchina come motore, si segnava la velocità, o gli scorrimenti (il punto R rappresenta la velocità 0, il punto E_1 la velocità di sincronismo, il punto $-E_2$ la velocità doppia di quella di sincronismo), può servire adesso a darci la misura della frequenza prodotta dal

generatore. Infatti, come il rapporto $\frac{R(-E_2)}{RE_1}$ ci dice quante volte la velocità del motore, a compensazione di fase esattamente raggiunta, sta alla velocità di sincronismo, cioè alla frequenza della rete di alimentazione, così lo stesso rapporto ci dice quante volte la velocità del generatore sta la velocità di sincronismo, cioè alla frequenza generata.

Questo rapporto è uguale a 2 e cioè, come si è detto prima, la frequenza generata è la metà di quella che corrisponde alla velocità della macchina. Il diagramma in fig. 30, ci dice anche che questa frequenza non varia al variare della posizione delle spazzole sul collettore, perchè comunque vari l'angolo $E_1 O E_2$, cioè l'angolo $\pi - \alpha$, il punto E_1 cade sempre nel mezzo del segmento $R(-E_2)$. Tuttociò vale ben inteso solo per la macchina in cui sia $u = 1$.

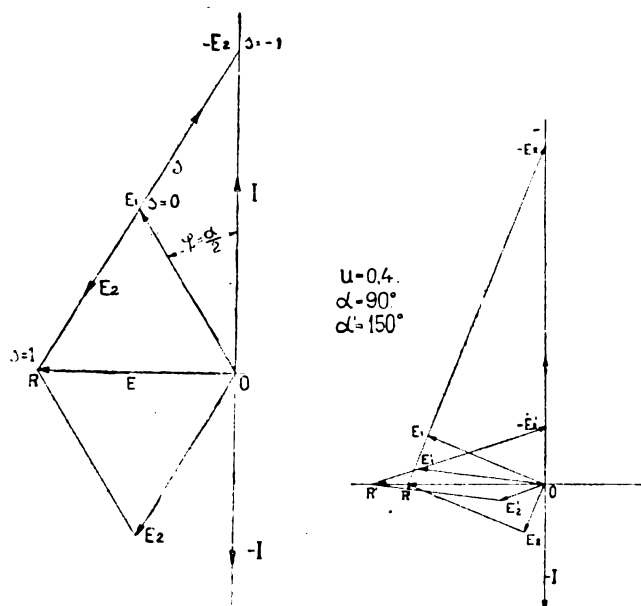


Fig. 30. — Diagramma delle tensioni per $u = 1$.

Fig. 31. — Diagrammi delle tensioni per $u = 0,4$.

Si consideri adesso una macchina in cui $u = 0,4$, qual'è il caso realizzato col generatore in esame, quando si sia escluso il trasformatore e si siano collegate direttamente le spazzole coll'avvolgimento statorico. In figura 31 son segnati, sovrapposti per economia di spazio, due diagrammi di tensione relativi alla predetta macchina ed analoghi a quelli in fig. 30, uno ($E_1 E_2$) corrispondente ad una posizione delle spazzole sul collettore per cui $\alpha = 90^\circ$, l'altro ($E'_1 E'_2$), corrispondente ad un angolo $\alpha = 150^\circ$.

Questi diagrammi ci permettono intanto di trovare il valore della frequenza prodotta dal generatore a 1500 giri, che corrisponde alla velocità di sincronismo del motore alimentato a frequenza 50; infatti moltiplicando il rapporto $\frac{R(-E_2)}{RE_1}$ per 50 si ottiene il valore della frequenza per $\alpha = 90^\circ$, cioè $f = 7$, moltiplicando $\frac{R'E'_1}{R'(-E'_2)}$ ancora per 50 si ottiene il valore della frequenza per $\alpha = 150^\circ$, cioè $f = 13$.

Si vede quindi dai diagrammi di tensione come la frequenza, per le macchine in cui è $u < 1$, vari al variare dell'angolo α delle spazzole, e precisamente diminuisca man mano che le spazzole si avvicinano alla così detta posizione di corto circuito. Infatti, se si considerano i semplici diagrammi spaziali del motore (che qui non sono riportati per amore di brevità), per cui u sia minore di 1, si vede che man mano che le spazzole si avvicinano alla posizione di corto circuito il contributo del rotore all'eccitazione della macchina diminuisce fino a ridursi a 0 ed an-

che a diventar negativo: la compensazione si fa quindi ad una velocità sempre più elevata, cioè la frequenza che la macchina può produrre funzionando da generatore è sempre più piccola (vedi § 3). Se si spostano le spazzole in modo da dare ad α un valore tale per cui sia $\cos \alpha = u$, l'eccitazione della macchina è fornita completamente dallo statore, la compensazione di fase del motore si fa in questo caso a velocità infinita, e quindi il generatore dovrebbe produrre corrente di frequenza 0, cioè corrente continua.

Appare anche dai diagrammi in fig. 31 come la tensione vada crescendo, per corrente e velocità costante, man mano che si spostano le spazzole verso la posizione di corto circuito.

Le misure eseguite sulla macchina, funzionante come generatore trifase a carico equilibrato, hanno confermato qualitativamente e quantitativamente le previsioni dedotte dall'interpretazione dei diagrammi: si sono cioè ottenute, mantenendo naturalmente costante la velocità della macchina, frequenze diverse per diverse posizioni delle spazzole, di valore praticamente coincidente con quello calcolato, ed infine si è avuta anche corrente continua. Si è constatato, come era prevedibile, che la macchina possiede una tensione continua dovuta al magnetismo residuo, la quale permette di innescare il suo funzionamento, quando essa venga chiusa su di una resistenza convenientemente bassa.

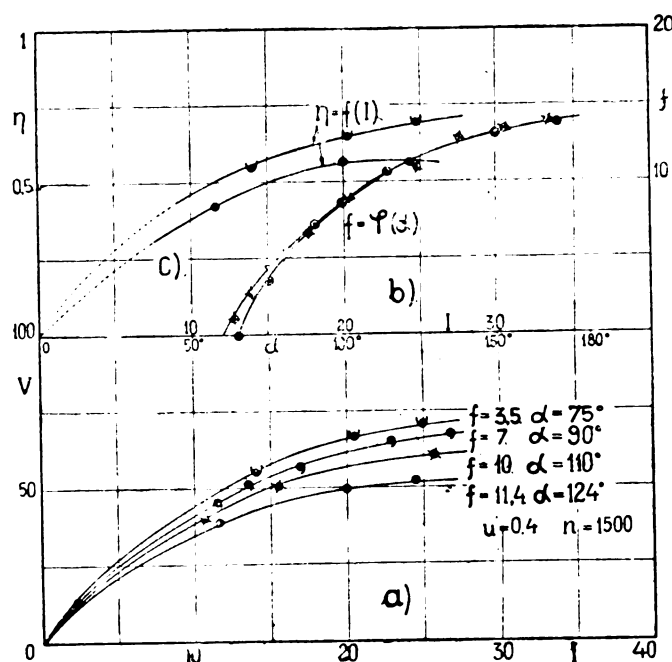


Fig. 32.

- a) Caratteristiche esterne di corrente alternata.
- b) Diagramma della frequenza in funzione dell'angolo α
- c) Curve di rendimento.

Tutto quanto è qui esposto si riferisce al caso di carico ohmico. Il caso degli effetti del carico induttivo viene considerato più avanti, al § 10.

La fig. 32 a) mostra una famiglia di caratteristiche esterne, ottenute dalla macchina funzionante ad una velocità costante di 1500 giri; caratteristiche analoghe a quella della dinamo in serie e tali che ad ognuna di esse corrisponde una frequenza che va diminuendo dalla più bassa alla più alta. La fig. 32 b) contiene due curve, $f = \eta(\alpha)$, che sono per quasi tutto il loro corso praticamente coincidenti: la curva segnata con i circoletti è stata costruita a priori con i valori dedotti dai diagrammi di tensione, quella segnata con le crocette con i valori sperimentali.

Per determinare i valori più bassi di frequenza si è inserito nel circuito esterno del generatore un amperometro a magnete permanente con lo zero al centro e si sono contate le oscillazioni dell'indice nell'unità di tempo. Per le frequenze più elevate, per le quali il metodo prima seguito non era più praticabile, si è proceduto per via indiretta, deducendo la frequenza dalla misura (eseguita con voltmetro ed amperometro) della impedenza di una forte autoinduzione costante.

Nel rilevare le caratteristiche esterne del generatore trifase si è operato in modo che le tre correnti erogate fossero uguali; le ascisse nel diagramma in fig. 32 a) rappresentano i valori della corrente in una fase, le ordinate la media delle tre

tensioni misurate ai morsetti; poichè le tensioni non sono perfettamente eguali tra di loro e questa differenza, che del resto non supera il quatto o cinque per cento, ed è probabilmente dovuta a leggere asimmetrie meccaniche e magnetiche, sembra che tenda a scomparire col crescere della corrente erogata dalla macchina. Ognuna delle curve in fig. 32 a) è stata rilevata per velocità costante della macchina e per una determinata e fissa posizione delle spazzole, e si è constatato che la frequenza per tutti i punti di una stessa caratteristica è la medesima comunque vari il carico, purchè resti sempre ohmico ed equilibrato. Nella fig. 32 c) sono segnate due curve di rendimento corrispondenti alla prima ed alla quarta caratteristica della fig. 32 a): la più bassa corrisponde a quella di frequenza 11,4 la più alta a quella di frequenza 3,5.

Mentre si fanno avanzare le spazzole verso la posizione di corto circuito la frequenza va costantemente diminuendo, finchè quando l'angolo α si approssima a 65° gradi, valore per il quale sussiste la relazione $u = \cos \alpha = 0,4$, si ha corrente continua. Questa si distribuisce in un modo qualunque fra i tre fili; in alcuni casi la corrente esce da un morsetto e rientra per gli altri due, essendosi divisa in maniera disuguale tra questi, in altri casi esce da due morsetti e rientra per il terzo, ed in tutte le prove fatte si sono avute distribuzioni sempre diverse delle tre correnti nei tre fili.

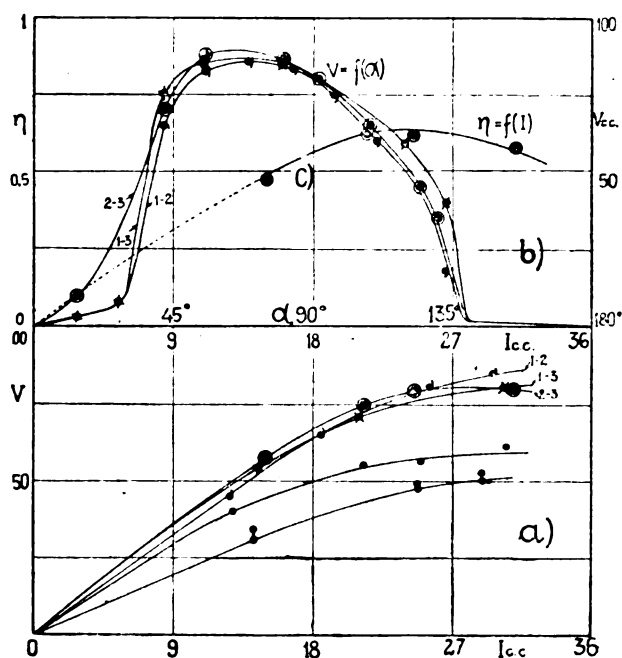


Fig. 33.

a) Caratteristiche esterne di corrente continua.

b) Curve di variazione della tensione fra due morsetti in funzione della posizione delle spazzole sul collettore (resistenza esterna costante e velocità costante).

c) Curva di rendimento.

Si è potuto anche constatare che la macchina funziona come generatore di corrente continua per qualunque posizione delle spazzole, se si interrompe uno qualunque dei tre fili del circuito esterno; nella fig. 33 a) sono riportate le caratteristiche esterne della macchina funzionante nel modo anzidetto. Le tre caratteristiche superiori, quasi coincidenti, sono state ottenute dalle coppie 1 — 2, 2 — 3, 3 — 1, di morsetti per $\alpha = 55^\circ$, la caratteristica media è stata ottenuta per $\alpha = 120^\circ$, l'inferiore per $\alpha = 135^\circ$. La figura 33 c) rappresenta la curva del rendimento del generatore corrispondente alla caratteristica 1 — 3 della fig. 33 a), e la fig. 33 b) contiene tre curve, $V = f(\alpha)$ che esprimono la relazione tra la tensione continua fra due morsetti della macchina funzionante su resistenza costante, e la posizione delle spazzole sul collettore. Dette curve sono state ottenute facendo funzionare la dinamo a velocità costante (1500 giri); esse mostrano, come è ben noto, che si può regolare la tensione della macchina in serie a corrente continua col semplice spostamento delle spazzole.

In tutto quanto è stato precedentemente detto, ci si è sempre riferiti ad una velocità costante ($n = 1500$), perchè è evidente che la frequenza della corrente generata dalla macchina, per una data posizione delle spazzole ed a pari natura del carico sempre equilibrato, è proporzionale alla velocità,

9) *Funzionamento come generatore a frequenza variabile in relazione con lo squilibrio del carico.* — Il fatto che la macchina generi corrente continua quando una delle tre resistenze esterne diventa di valore infinitamente grande, ha fatto pensare che, quando detta resistenza fosse di valore finito ma superiore a quello delle altre due, la corrente dovesse in generale essere alternata, ma di frequenza minore, a pari velocità ed a pari angolo α , di quella che corrisponde al carico equilibrato. Naturalmente ciò vale per valori di α superiori a 65° , poichè per α minori, comunque sia proporzionato il circuito esterno, la corrente generata è sempre continua.

Si è avuto di ciò conferma dall'esperienza ed i risultati delle prove eseguite sono riassunti nei diagrammi della fig. 34. In essa sono indicate le ascisse con β_2 e le ordinate con β_3 dove $\beta_2 = \frac{I_1 - I_2}{I_1}$, e $\beta_3 = \frac{I_1 - I_3}{I_1}$, e I_1, I_2, I_3 sono le tre correnti erogate dalla macchina in un circuito composto di tre reostati connessi a stella che si potevano variare indipendentemente l'uno dall'altro.

Durante le prove si è indicata sempre con I_1 la corrente più intensa, con I_2 la media e con I_3 la meno intensa. Con ciò si è ottenuto di far cadere tutti i punti sperimentali nel primo quadrante, perchè risultano sempre positivi β_2 e β_3 , e le curve, ottenute collegando i punti di egual frequenza, hanno come asse di simmetria la bisettrice del detto quadrante. Il procedimento seguito di non indicare con I_1 la corrente che esce sempre dallo stesso morsetto, ma la più intensa, è analogamente per le altre due, non toglie generalità ai risultati non essendoci nella macchina nessun asse principale di simmetria; il funzionamento di essa può essere quindi completamente rappresentato da un ottante del diagramma suddetto. Si è voluto ad ogni modo verificare sperimentalmente se, facendo ruotare le tre correnti, cioè facendo uscire la I_1 , di dato valore, prima del morsetto 1 poi dal 2 e infine dal 3, e così identicamente per le altre due, la frequenza, per α ed n costanti, variasse, e si è trovato legittimato il procedimento seguito.

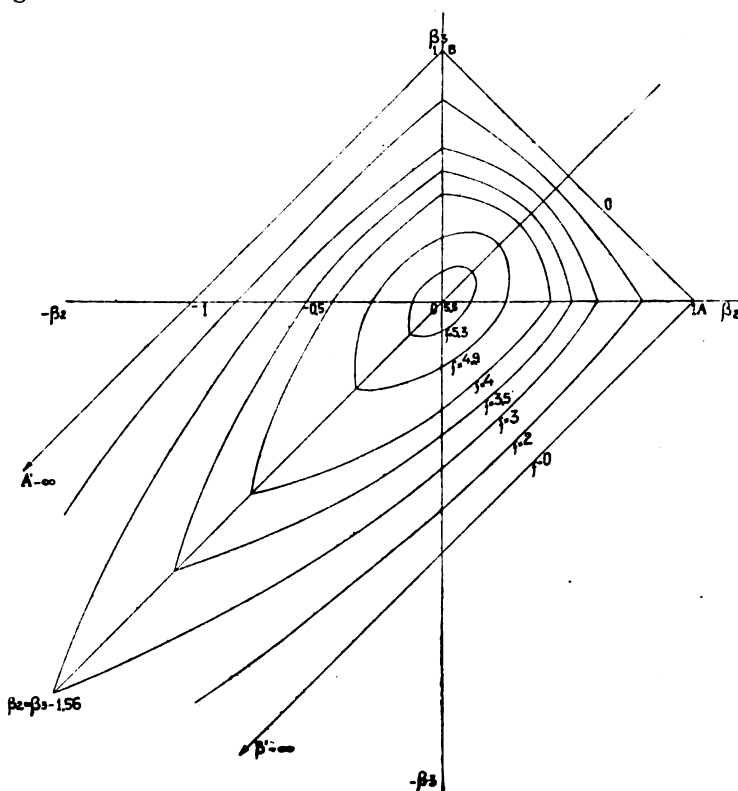


Fig. 34. — Diagrammi della frequenza in funzione dei coefficienti β_2, β_3 (velocità e posizione delle spazzole costante, $\alpha = 82^\circ$).

La fig. 34 mostra, come le curve di egual frequenza vadano man mano diminuendo di curvatura dall'origine fino alla retta che congiunge i punti di coordinazione $\beta_2 = 1, \beta_3 = 1$; l'origine degli assi rappresenta la frequenza che si ha per un carico equilibrato, ed è la massima che si possa ottenere con quella velocità e per quella determinata posizione delle spazzole. Nelle condizioni di funzionamento a cui si riferisce la figura si ha $\alpha = 82^\circ, n = 1500$. La retta AB di equazione $\beta_2 + \beta_3 = 1$ è il luogo dei punti di funzionamento a corrente

In fig. 36 infine si sono riportati i risultati delle esperienze sul generatore erogante corrente in un circuito formato da tre forti autoinduzioni aventi in serie ciascuna una resistenza variabile. Non si sono potute rilevare caratteristiche esterne complete, perchè non si potevano variare le induttanze, ma solo le resistenze, e quindi non si poteva mantenere costante il fattore di potenza per ogni caratteristica: si sono invece rilevati alcuni punti, a corrente costante, e eguale a 19 A, per diverse posizioni delle spazzole, determinando per ogni punto la frequenza ed il $\cos \varphi$. In queste prove si è avuto cura di mantenere in ogni caso il carico delle tre fasi ben equilibrato, sia riguardo all'intensità, sia riguardo al fattore di potenza. La curva I_f è la stessa della fig. 32 b) e rappresen-

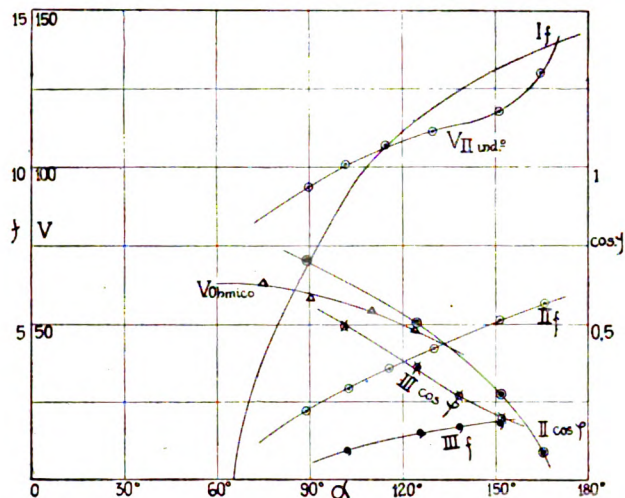


Fig. 36. — Diagrammi della frequenza e del $\cos \varphi$ in funzione dell'angolo α (carico induttivo, corrente costante e eguale a 19 A).

ta, come si è già detto, la frequenza generata della macchina, con carico ohmico equilibrato, in funzione della posizione delle spazzole e per velocità costante ed eguale a 1500 giri; la curva II_f rappresenta il valore della frequenza per carico induttivo in funzione della posizione delle spazzole, per corrente costante, e velocità sempre eguale a 1500 giri; i corrispondenti valori di $\cos \varphi$ sono dati dalla curva $II \cos \varphi$. Identicamente per le curve III_f e $III \cos \varphi$, dalle quali appare chiaramente come all'aumentare dell'angolo di ritardo della corrente erogata rispetto alla tensione ai morsetti, il rapporto tra il valore della frequenza con carico induttivo e il valore della frequenza con carico ohmico corrispondente alla stessa posizione delle spazzole ed alla stessa velocità, si abbassi.

Queste prove concordano con le previsioni teoriche, poichè si trova anche che, per un carico induttivo, la tensione ai morsetti è maggiore che per carico ohmico di pari corrente, come risulta dal paragone fra la curva V ohmico e la curva $V II \text{ ind.}$, e tanto più quanto più basso è il $\cos \varphi$. L'accordo è inverso solo qualitativo, poichè dal diagramma delle tensioni in fig. 35 risultano tanto la tensione quanto il $\cos \varphi$ maggiori di quelli corrispondenti al caso reale, ma le discrepanze sono evidentemente da attribuirsi alle già citate semplificazioni, su cui il diagramma stesso si basa ⁽⁵⁾.

Gabinetto di Elettrotecnica della R. Scuola
d'Ingegneria. Pisa, agosto 1926.

⁽⁵⁾ L'autore esprime la sua gratitudine al Direttore del Gabinetto Prof. G. Vallauri per i consigli e l'aiuto fornitigli.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

LABORATORIO RADIOLOGICO DI TARATURA E RICERCA

E. PUGNO VANONI

Già ripetute volte su queste pagine ho fatto rilevare la necessità che anche da noi la costruzione degli apparecchi radiologici uscisse dall'empirismo in cui giaceva. Sino ad ora però i nostri Istituti scientifici non erano attrezzati per rispondere a tutte le possibili richieste dell'industria in questo campo.

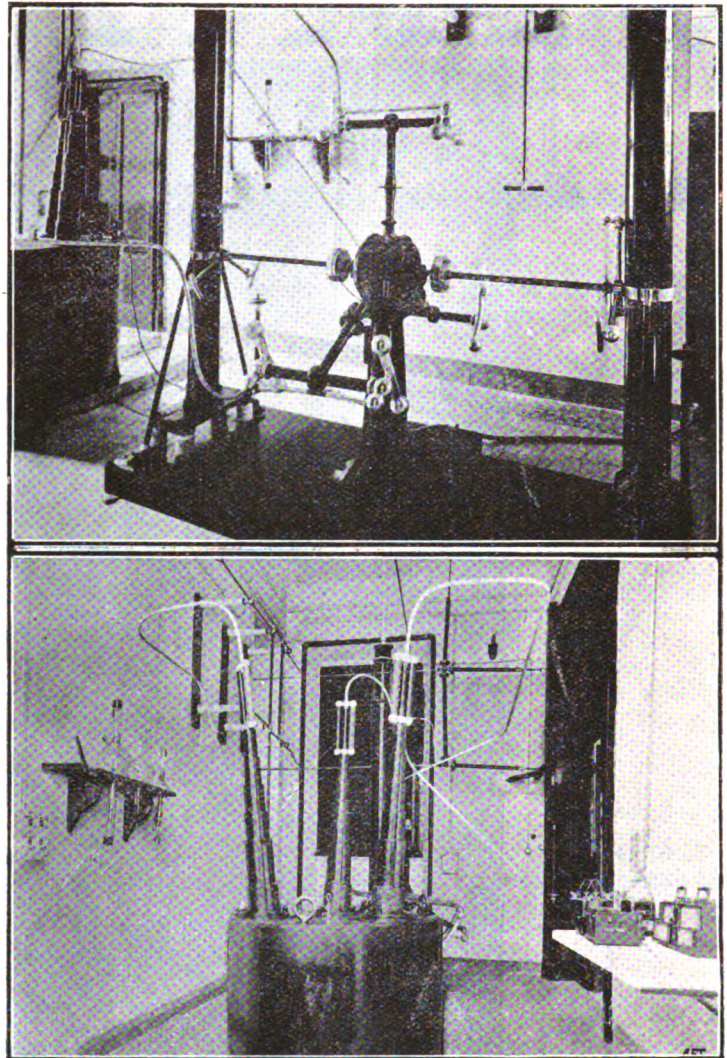


Fig. 1.

La Banca Popolare di Milano nel mese di marzo di quest'anno (e la notizia apparve anche in questo giornale) ha donato la somma di L. 100.000 all'Istituto di Fisica Complementare della R. Università di Milano, diretto dal Prof. Aldo Pontremoli, perchè ivi sorgesse un Laboratorio di Radiologia per ricerche di carattere industriale e tarature per conto terzi. Alla formazione di questo laboratorio parteciparono largamente con doni di materiale, o mettendo a disposizione apparecchi, alcune tra le principali industrie nazionali specializzate in questo campo; ed oggi il laboratorio funziona da vari mesi, e le numerose domande che riceve, dimostrano che esso risponde ad un reale bisogno ⁽¹⁾.

L'attività del Laboratorio si divide in quattro diversi cam-

⁽¹⁾ Il Laboratorio di Radiologia, a norma del vigente Regolamento Generale Universitario, è autorizzato al rilascio di certificati attestanti i risultati dei controlli e delle ricerche eseguiti.

Per recente deliberazione presa dalla Commissione Tecnica della Società Italiana di Radiologia Medica, il Laboratorio, assieme al Laboratorio Fisico della Sanità Pubblica, diretto dal Prof. Trabacchi, in Roma, è incaricato degli studi e controlli radiologici per conto della detta Associazione.

pi. Una sezione si occupa della parte elettrotecnica degli apparecchi, e come tale è dotata degli strumenti di misura e dei

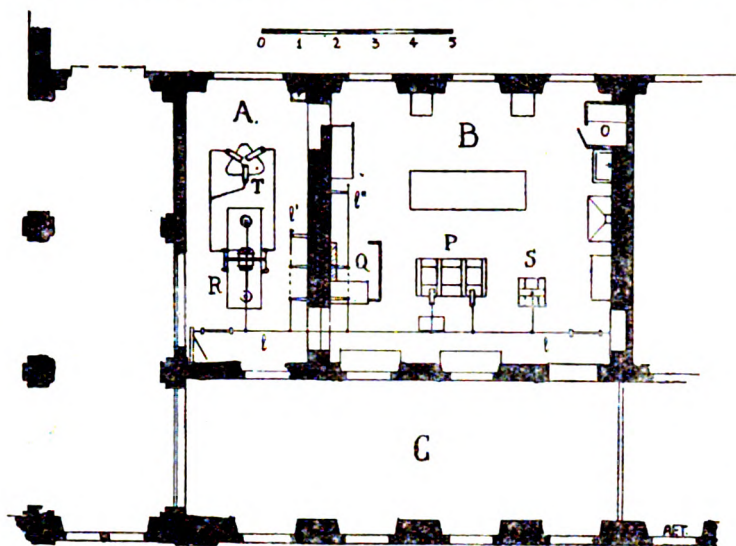


Fig. 2.

dispositivi per le prove sulle altissime tensioni. Un secondo riparto è attrezzato per le prove dei tubi generatori della radia-

minio di 15 mm di diametro, attraverso ad un'apertura nel muro di m 1,10 x 2,20 esce dalla sala macchine, e percorre un fianco della sala delle esperienze (fig. 3, 4). Dalla linea principale sono derivate, a mezzo di coltelli separatori, due spezzoni di linea secondaria, l'uno (I') nella sala macchine, l'altro (I'') nella sala attigua. Queste due linee permettono l'inserzione, anche quando il sistema è sotto tensione, sia di apparecchi di misura, sia di apparecchi di utilizzazione. La linea principale è portata da isolatori sospesi, costituiti da bastoni di legno impregnato, con anelli di guardia all'estremo sotto tensione. Essa è formata da tre conduttori; uno posto in alto, a metri 1,20 dal soffitto, costituisce il polo positivo; gli altri due, posti sotto al primo, alla distanza di m 1,50 da questo, ed a soli 10 cm l'uno dall'altro, costituiscono il polo negativo della linea. Per il polo negativo si è adottato un conduttore doppio, per potere, sia a mezzo di una batteria di accumulatori, sia con apposito trasformatore fortemente isolato, fornire la corrente di accensione al catodo dei tubi termoelettronici.

Un vasto locale (C), attiguo alle due sale di cui sopra, comunica con queste attraverso ad aperture predisposte in modo da poter connettere apparecchi ivi eventualmente installati colla linea principale. Esso serve per il collaudo degli apparecchi generatori, collaudo che viene fatto, per la parte ad alta tensione, utilizzando tutta l'apparecchiatura della linea principale.

A questa linea sono normalmente connessi, attraverso a resistenze di protezione a liquido, uno spinterometro normale (S) a sfere da 125 mm di diametro, manovrabile anche

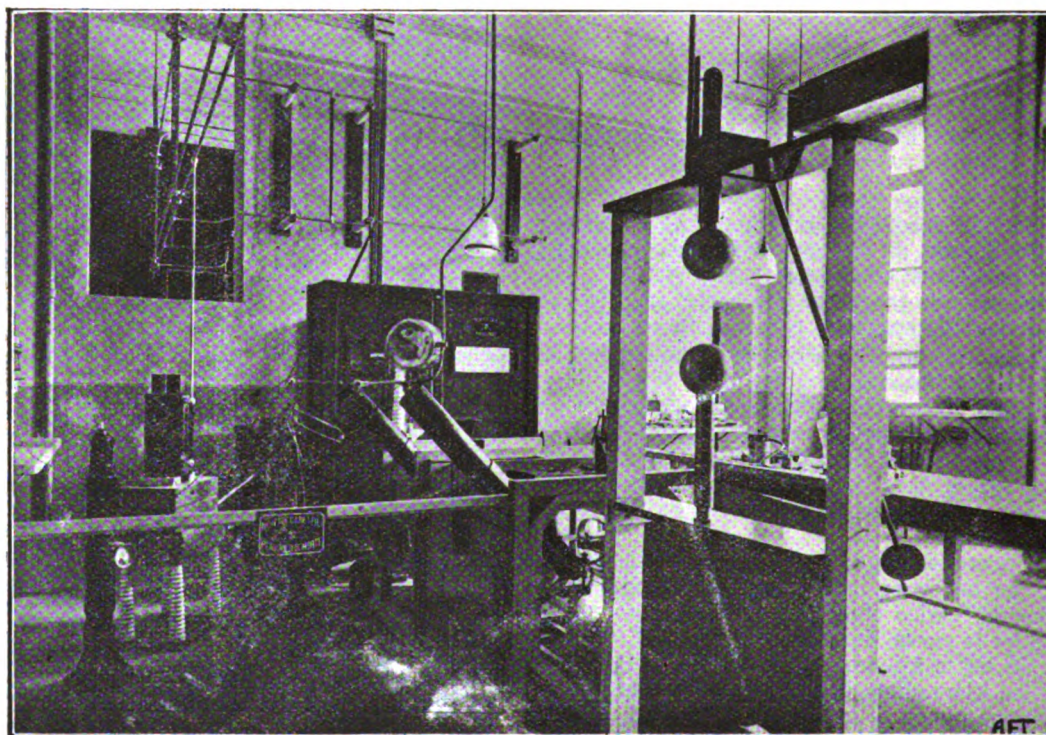


Fig. 3.

zione e delle valvole termoelettroniche impiegate in taluni degli apparecchi radiologici. Vi è poi una sezione per le tarature e le prove degli apparecchi di misura della radiazione, per gli studi sulle protezioni e sugli schermi fluorescenti; ed infine il riparto ricerche.

I locali interamente dedicati al Laboratorio sono tre; ma, trovandosi essi nell'edificio dell'Istituto di Fisica Complementare, le ricerche possono svolgersi anche nei locali dell'Istituto stesso. Anzi un impianto ad alta tensione (quello per la generazione delle tensioni di forma molto appuntita — tipo rocchetto d'induzione —) appartiene all'Istituto, e trovasi in una sala completamente separata da quelle cui sopra ho accennato. Non è inutile ricordare che il Laboratorio ha così a disposizione, oltre che una ricca biblioteca, un'officina completamente attrezzata.

*

L'impianto generatore dell'energia elettrica ad alta tensione è nel più piccolo dei locali assegnati al Laboratorio (sala macchine, fig. 1), locale che (A fig. 2) è attiguo alla sala delle esperienze (B). Una linea (I, I') formata da tubi di allu-

tensione, ed un chilovoltmetro elettrostatico di cresta, già altre volte descritto in queste pagine ⁽²⁾, che permette di misurare continuamente durante il funzionamento la tensione massima esistente in linea.

I tubi generatori della radiazione sono contenuti entro un grande cassone (P) interamente rivestito di lastra di piombo di 4 mm di spessore, disposto nella sala esperienze. Questo cassone, che da solo pesa oltre cinque quintali, è munito di passanti in bachelite per portare l'alta tensione al tubo ⁽³⁾, di fori di ventilazione con opportuni schermi congegnati in modo da non lasciare uscire la radiazione, e di aperture chiudibili con diaframmi mobili, per l'uscita dei raggi X nelle varie direzioni di utilizzazione.

Sopra il passante che costituisce il polo positivo è montato un grosso milliamperometro per misurare la corrente che attraversa il tubo.

⁽²⁾ L'Elettrotecnica, 5 novembre 1924.

⁽³⁾ I passanti hanno il conduttore costituito da un tubo metallico per permettere il passaggio del vapore che si scarica dai tubi ad acqua bollente, o dell'acqua di raffreddamento, per quei tubi che la richiedono.

Il comando del macchinario elettrico, o degli apparecchi in collaudo, è fatto da un quadro (Q) che trovasi nella sala delle esperienze contro il muro divisorio dalla sala macchine. Tutte le manovre di messa in marcia e regolazione possono essere fatte da questo posto, e l'operatore ivi installato è protetto contro l'eventuale radiazione che sfuggisse dal cassone contenente il tubo, da un paravento formato da una lastra di piombo di tre mm di spessore.

L'alimentazione del quadro di manovra è fatta coll'energia trifase della rete dell'Azienda Elettrica Municipale, a 160 volt, 42 periodi di frequenza. Apposita condotta permette però di provare apparecchi a corrente continua, stabilendo un collegamento colla batteria di accumulatori che serve tutto l'Istituto: batteria formata da 80 elementi da 216 ampere-ora di capacità alla scarica di tre ore. Si spera anche di poter installare in un tempo non troppo lontano un apposito gruppo alternatore-motore a corrente continua, che permetta di condurre le prove a

Il trasformatore elevatore è trifase, ed a mezzo di appositi coltelli ($t_1, t_2, t_3, s_1, s_2, s_3$, di fig. 5) può essere connesso col secondario a triangolo od a stella. Nel primo caso il rapporto di trasformazione è 692, consentendo di ottenere 160.000 volt massimi; nel secondo, 1196, consentendo di ottenere 280.000 volt massimi. Riferisco le indicazioni ai valori massimi e non a quelli efficaci, essendo i primi i più importanti per le applicazioni radiologiche. Il trasformatore è a nucleo magnetico simmetrico, rinchiuso in cassa piena d'olio, con tre passanti per l'alta tensione. Quando il secondario è connesso a stella, il centro risulta messo a terra.

Appositi separatori (a_1, a_2 , fig. 5) permettono di connettere direttamente alla linea due morsetti ad alta tensione del trasformatore, che in questo caso funziona da monofase.

Chiudendo i coltelli b_1, d_1, d_2, e_1, e_2 , mentre il trasformatore è connesso a stella, ed alimentando la sola colonna T_1 , si realizza lo schema Delon, che effettua il così detto raddop-

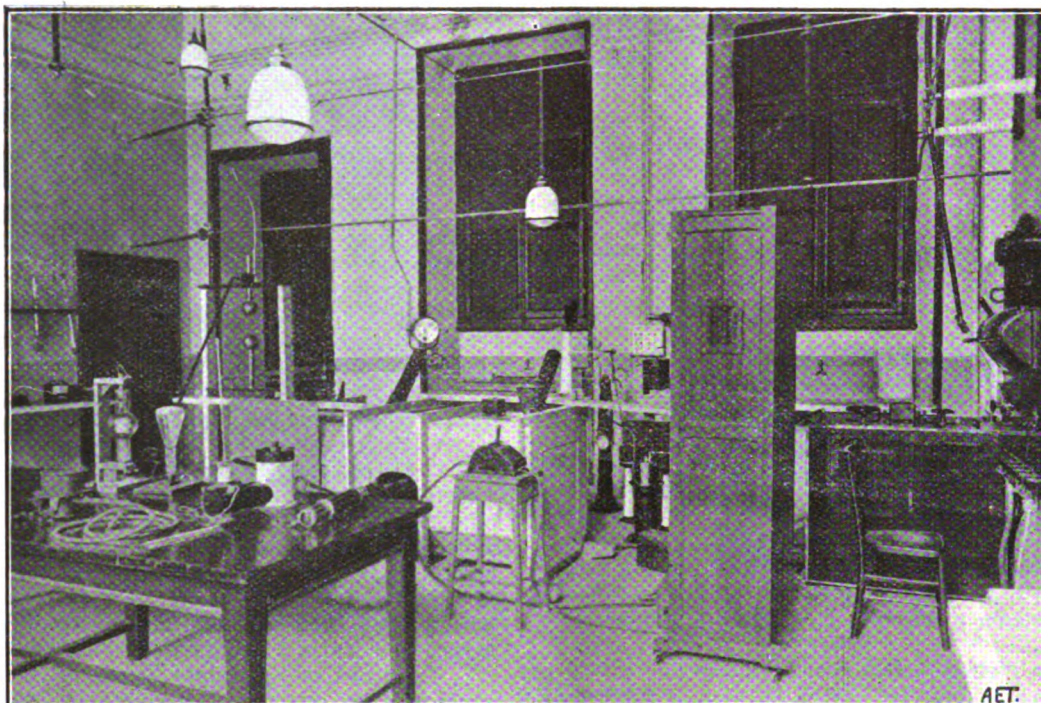


Fig. 4.

42 e a 50 periodi, con assoluta costanza della frequenza e della tensione.

Il Laboratorio è corredato di amperometri e voltmetri di precisione per correnti alternate e continue, nonché di wattmetri per la misura delle potenze assorbite. Esso possiede anche uno speciale wattmetro elettrostatico ad alta tensione, che ho studiato per la misura diretta dell'energia assorbita dal tubo o dal carico equivalente di prova.

Venne già detto che la corrente di accensione può essere fornita al tubo sia da un apposito trasformatore ad alto isolamento, sia da una batteria d'accumulatori essa pure isolata da terra. Quest'ultimo sistema è quello usato di preferenza, perchè garantisce la costanza dell'accensione, con assoluta indipendenza dalle variazioni della tensione stradale; appositi dispositivi permettono la misura e la regolazione della corrente di accensione anche durante il funzionamento.

Nella sala (B) trovasi anche una piccola camera oscura (O), rivestita da lastra di piombo di 2 mm di spessore, per le manipolazioni del materiale fotografico. Appositi cortinaggi permettono di rendere perfettamente buia tutta la sala. Una camera oscura di vaste proporzioni trovasi in un'altra parte dell'Istituto.

*

Essendosi ritenuto opportuno che in un laboratorio di questo genere si potessero inviare sulla linea di utilizzazione varie forme di tensione, ho studiato l'impianto generatore in modo da poter facilmente combinare i vari circuiti usati nella pratica radiologica (*).

(*) Per una analisi di questi circuiti, vedi *L'Elettrotecnica*, 15-25 agosto 1925. L'installazione venne eseguita dalla Società Anonima Luigi Gorla e C. di Milano coll'apparecchio « Convertitore trifase ».

pio della tensione a mezzo delle capacità C_1, C_2 . In queste condizioni infatti C_1 risulta caricato colle alternanze positive a

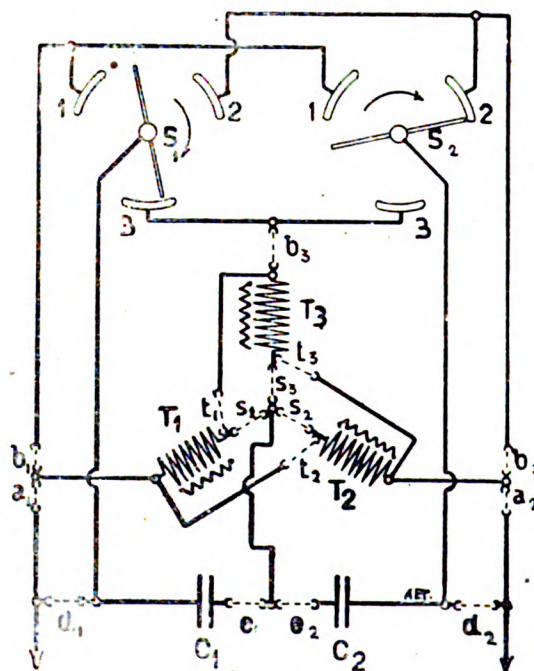


Fig. 5.

mezzo del selettore S_1 , mentre C_2 riceve le alternanze negative dal selettore S_2 . Stabilendo le connessioni b_1, b_2 e d_1, d_2 , si

ottiene in linea una tensione raddrizzata, del tipo di quella fornita dagli apparecchi monofasi a selettore (onde di tensione unidirezionali); se in queste condizioni si chiudono anche i coltelli e_1 , e_2 , risultano in circuito le due capacità C_1 , C_2 , e quindi la tensione di linea non cade più a zero, ma assume la forma di quella fornita dagli apparecchi a selettore con capacità in parallelo.

Con la chiusura di coltelli b_1 , b_2 , b_3 e d_1 , d_2 , ed alimentando il trasformatore in trifase collegando i secondari a triangolo, si ha in linea una tensione raddrizzata proveniente dal sistema trifase e che quindi non cade mai a zero. Infine chiudendo anche i coltelli e_1 , e_2 , e connettendo a stella il secondario del trasformatore, in linea si ha una tensione quasi perfettamente continua, con fluttuazione minore dell'1% sotto carico.

Naturalmente per eseguire questi vari schemi bisogna variare i piani di commutazione dei selettori: ciò che è assai facilmente ottenibile a mezzo di appositi giunti a dischi, che permettono spostamenti angolari dei contatti mobili. Gli stessi schemi possono essere ottenuti usando, invece di selettori meccanici, valvole termoelettroniche. Riassumendo, l'installazione è studiata in modo da permettere di avere in linea:

I) una tensione alternativa sinusoidale sino a 200 kV efficaci (280 kV_M), con una potenza di 10 kVA e una frequenza di 42 periodi;

II) una tensione raddrizzata, con frequenza di 84 periodi, sino a 280 kV_M;

III) una tensione continua (180 kV_M), con fluttuazione di circa il 7% sotto il carico di 5 mA, avente una periodicità di 84, realizzata secondo lo schema del raddoppio di tensione Delon;

IV) una tensione continua (200 kV_M), con fluttuazione di circa il 10% sotto il carico di 10 mA, con periodicità di 84, realizzata con l'inserzione dei condensatori in parallelo sul circuito di cui in II);

V) una tensione continua (280 kV_M), con fluttuazione di circa il 14% sotto il carico di 20 mA, con periodicità di 252, realizzata col raddrizzamento del sistema trifase senza l'impiego dei condensatori;

VI) una tensione continua (280 kV_M), con fluttuazione minore dell'1% anche sotto carico di 20 mA, realizzata coll'impiego del sistema trifase per la carica dei condensatori.

*

In un altro locale dell'edificio è installato un apparecchio a rocchetto, con interruttore a mercurio a turbina, e selettore sull'alta tensione, capace di fornire tensioni di cresta sino a 280 kV e correnti di 3 mA (*). Esso è collegato mediante una linea a forte isolamento ad una cabina in muratura rivestita parzialmente da lastra di piombo di 4 mm, ed è corredato di strumenti di misura. Mediante questo apparecchio è possibile eseguire tutte quelle prove che richiedono tensioni di forma molto acuta, quali non sarebbero ricavabili dall'installazione prima descritta.

*

Il collaudo degli apparecchi generatori di alta tensione a scopi radiologici viene fatto installandoli, come sopra venne detto, nel locale (C, fig. 2) di fianco alla sala delle esperienze, e collegandoli alla linea posta in quest'ultima sala.

Le prove consistono soprattutto nella misura della tensione massima (spinterometro a sfere — chilovoltmetro di cresta) raggiungibile sotto vari carichi, sia per funzionamenti brevi (radiografia), sia per funzionamenti prolungati (radioscopia, terapia). I carichi possono venir fatti con tubi Coolidge, o con resistenze a liquido circolante, del tipo già altra volta descritto in queste pagine (*). In questa prova si misurano anche le cadute di tensione, e si controllano gli spinterometri, i chilovoltmetri e i milliamperometri uniti all'apparecchio.

Contemporaneamente, a mezzo di wattmetri posti sul primario, e del wattmetro ad alta tensione posto sul secondario, si ricavano i dati sul rendimento elettrico. Quest'ultimo non ha un notevole interesse negli apparecchi radiologici; molto più importante è invece la forma della tensione prodotta.

Per il rilievo di questa il laboratorio è attrezzato con un oscillografo elettrostatico a visione diretta o a registrazione fo-

tografica (*), e con un oscillografo a raggi catodici della Western, che permette di osservare quei fenomeni di frequenza elevata che non possono essere seguiti dal primo apparecchio.

*

Le installazioni ora descritte permettono di provare i tubi generatori sotto i vari aspetti interessanti, sia la pratica radiologica, sia la loro costruzione.

I dati importanti per la pratica sono la determinazione del carico massimo sopportabile dai tubi, il tracciamento di diagrammi che diano, in funzione delle lunghezze d'onda, la ripartizione dell'energia irraggiata alimentando l'ampolla con varie forme di tensione; e, per i tubi da diagnostica, lo studio dell'attitudine a dare immagini nitide.

Le prove di carico consistono semplicemente nel verificare se il tubo sopporta senza danno un carico definito dal costruttore per intensità, potenziale e forma d'onda, durante un periodo di tempo esso pure definito. Il wattmetro per l'alta tensione di cui si è parlato permette di sostituire all'indicazione ibrida sino ad oggi usata (prodotto di milliamper medi, per secondi, per volt efficaci — o, peggio ancora, per volt massimi —) con un dato preciso in joule.

Essendo il limite di carico di un tubo fissato dal riscaldamento, è assai interessante vedere con che legge si riscalda l'anticatodo, ed in quanto tempo si mette a regime, quando il tubo assorbe un dato numero di watt. Per questo studio sono predisposti un galvanometro tipo Moll, ed una pila termoelettrica, che riceve un fascetto di radiazione termica proveniente dalla macchia focale.

Questa installazione permette anche di riferire al grado di riscaldamento dell'anticatodo le quantità di energia Roentgen emesse da un tubo alimentato con varie forme di tensione.

Con gli apparecchi esistenti nel Laboratorio si possono tracciare le caratteristiche tensione anodica, corrente anodica a vari gradi di accensione del filamento, interessanti per definire l'« effetto griglia » dello schermo che protegge il filamento contro le azioni elettrostatiche. Lo studio delle correnti inverse (che danno indicazioni sul grado di vuoto raggiunto nell'ampolla) nei tubi autoraddrizzatori viene fatto o a mezzo di oscillogrammi di corrente, oppure con una valvola termoelettronica di caratteristiche note, posta in opposizione al tubo, e con un istrumento a quadro mobile, che così misura la corrente inversa a varie tensioni e a vari gradi di riscaldamento.

Le prove di rendimento quali di solito vengono eseguite consistono nel misurare l'energia della radiazione Roentgen inviata dal tubo in una data direzione, mentre esso assorbe una certa potenza elettrica, sotto una definita differenza di potenziale (kV_M di forma d'onda nota). L'intensità della radiazione è misurata attraverso alla corrente di saturazione producentesi in una piccola camera di ionizzazione a pareti di grafite. Le difficoltà esistenti in questa misura rendono consigliabile di ricorrere sempre al confronto tra due tubi, misurando il rendimento relativo di un tubo rispetto ad un altro.

In taluni casi — tubi da diagnostica — può essere interessante studiare gli annerimenti prodotti dai due tubi da paragonarsi su una stessa lastra fotografica con varie condizioni di funzionamento e di filtraggio. Per il confronto degli annerimenti il Laboratorio è fornito di un microfotometro di cui si dirà in appresso.

La nitidezza delle immagini ottenibili mediante i vari tubi dipende essenzialmente dalle dimensioni della macchia focale e dalla presenza di raggi provenienti da punti diversi del « fuoco ».

Per lo studio di queste due caratteristiche del tubo serve la così detta « camera a foro di spillo », consistente in una camera oscura di piombo portante al posto dell'obiettivo un diaframma di piombo forato. Con pose brevi si fotografa la sola macchia focale; allungando il tempo di posa si registrano anche le zone secondarie di emissione della radiazione. La fig. 6 porta due esempi: la prima immagine è ottenuta con un tubo da diagnostica, la seconda con un tubo da terapia. Il Laboratorio possiede due di queste camere, per fare contemporaneamente due fotografie del tubo in esame sotto direzioni diverse.

La nettezza delle immagini ottenibili può essere anche definita secondo il metodo proposto dal Heilbron (*), consistente nel fotografare ad una distanza nota anticatodo-lastra AL una rete metallica posta inclinata rispetto alla direzione della radiazione.

(*) Apparecchio brevetto Proff. Corbino e Trabacchi, costruito dalla Ditta Balzarini di Milano.

(*) L'Elettrotecnica, 15-25 agosto 1925, pag. 556.

(*) L'Elettrotecnica, 15 giugno 1924 e 15-25 agosto 1925.

(*) Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, vol. 29, pagina 297, vol. 33, pag. 369.

ne, e poggiante con un estremo sulla lastra (fig. 7). Chiamando RL la distanza della lastra dal punto della rete la cui immagine cessa d'esser sufficientemente nitida, si può col rapporto $\frac{RL}{AL}$ definire quale distanza anticatodo-lastra si deve adottare per ottenere un'immagine netta di un oggetto posto ad una data distanza dalla lastra. Quanto maggiore è il suddetto rapporto, tanto più il tubo è atto a dare immagini nitide.

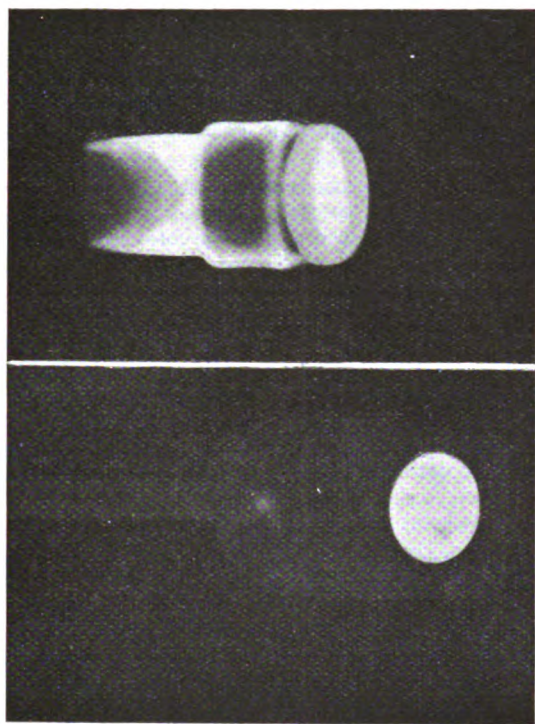


Fig. 6.

Le camere a foro di spillo servono anche allo studio dei tubi autoprotetti: tubi che in questi ultimi anni sono mèta di molte ricerche ⁽⁹⁾.

*

Molto interesse ha il conoscere, di un dato tubo, la ripartizione in funzione delle varie lunghezze d'onda dell'energia irraggiata, una volta definite le caratteristiche dell'energia elettrica di alimentazione.

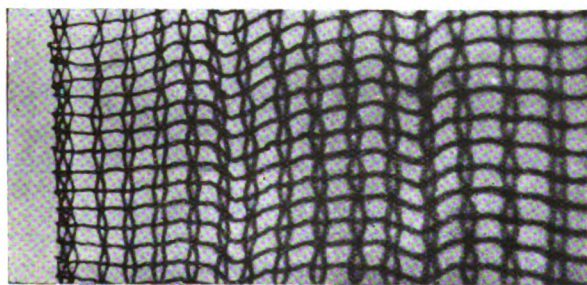


Fig. 7.

Per questa ricerca il Laboratorio attualmente si serve di uno spettrografo a cristallo di salgemma, con registrazione fotografica dello spettro (tipo Seemann). Lo spettro ottenuto viene esaminato a mezzo di un microfotometro a pila termoelettrica ⁽¹⁰⁾, che registra su una striscia di carta sensibile il diagramma delle intensità in funzione delle lunghezze d'onda emesse (fig. 8). La scala delle intensità può essere ricavata registrando sulla lastra un secondo spettro ottenuto attraverso ad un filtro, di materiale e di spessore noti. La scala delle lunghezze d'onda è verificata a mezzo delle righe caratteristiche di emissione del materiale che costituisce l'anticatodo dell'ampolla.

In questo modo si ottengono per ogni tubo delle serie di

diagrammi rappresentanti l'energia contenuta nelle varie lunghezze d'onda emesse, con vari valori e forme della tensione di alimentazione, dati che sono del più alto interesse per gli usi pratici dei raggi X. Attualmente è in costruzione un grande spettrografo, che permetterà tanto la registrazione fotografica quanto quella ionometrica. L'apparecchio è ideato in modo da poter funzionare, sia con un cristallo, sia con un reticolo piano utilizzato sotto un piccolissimo angolo di incidenza ⁽¹¹⁾.

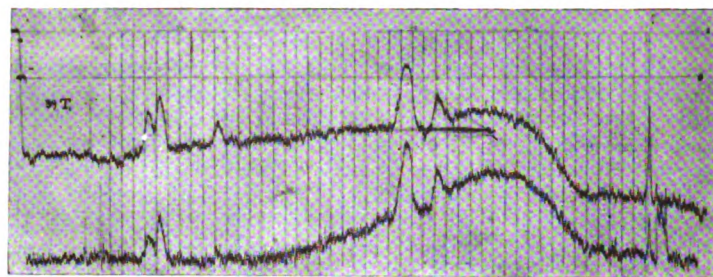


Fig. 8.

Per studiare come varia nel tempo l'emissione del tubo con varie forme di tensione, il Laboratorio possiede un apparecchio formato da un motorino sincrono, che fa rotare una lastra fotografica sulla quale, attraverso ad appositi fori, cade la radiazione. Le immagini che così si ottengono (fig. 9), permettono di paragonare l'emissione del tubo cogli oscillogrammi della tensione applicata.

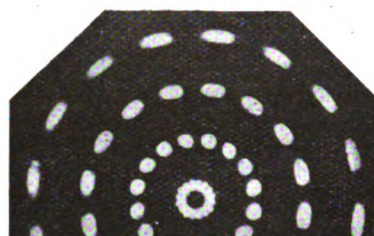


Fig. 9.

Con procedimenti del tutto analoghi a quelli descritti si eseguono anche le prove dei tubi generatori « a gas residuo ». La loro importanza è però ormai scarsa.

*

Anche i tubi valvola a gas residuo hanno ormai perso ogni importanza pratica, benché studi recenti lascino intravedere la possibilità di notevoli progressi in questo campo. Il loro collaudo consiste essenzialmente in una prova di carico (per verificare quale intensità possono lasciar passare senza danneggiarsi) ed in una prova del potere rettificatore. Quest'ultimo, che conviene sia esaminato sotto la forma di tensione e sotto le condizioni di pratico funzionamento, è studiato a mezzo dei risultati oscillografici ottenibili, sia coll'oscillografo elettrostatico, sia col tubo a raggi catodici. Anche l'oscillografo a luminescenza del Gehrke può trovare utile impiego in queste prove.

Ben maggiore importanza hanno i tubi valvola termoelettronici; e il Laboratorio è particolarmente attrezzato per la loro prova.

Oltre al tracciamento delle caratteristiche statiche (tensione anodica - corrente anodica) per varie accensioni del filamento, l'esame viene fatto mediante rilievi oscillografici contemporanei della corrente e della tensione: i soli che permettano realmente di verificare il funzionamento pratico.

La verifica del potere rettificatore viene eseguita coi metodi riferiti a proposito dei tubi autoraddrizzanti.

*

Per definire la radiazione Roentgen prodotta da un tubo occorre indicare quali siano le lunghezze d'onda λ presenti nel fascio studiato, e quale sia l'intensità che compete a ciascuna λ . Il metodo per ottenere queste indicazioni venne già spiegato a proposito del collaudo dei tubi. Data però la complessità delle

⁽⁹⁾ L'elettrotecnica, 15 dicembre 1924. Radiologia Medica, agosto 1926.

⁽¹⁰⁾ Apparecchio gentilmente concesso dalla Casa Kipp e Zonen di Delft.

⁽¹¹⁾ Thibaud. Com. Ren., 4 gennaio 1926, pag. 55.

operazioni che necessitano per il tracciamento di questo diagramma, nell'uso pratico si sogliono dividere le misure di qualità (lunghezza d'onda) da quelle di quantità (intensità per il tempo).

Ne risultano dati fisicamente meno precisi, ma sufficienti nella pratica. Si comprende infatti come, per molte applicazioni, interessi la così detta « dose percentuale in profondità », (la quale misura l'attenuazione che subisce una data radiazione nell'attraversare uno schermo di materiale noto dato di qualità), oppure la quantità complessiva di radiazione di varie λ che colpisce una superficie (dato di quantità).

La misura del dato di qualità definito dallo spessore di alluminio (o di rame) che riduce a metà l'intensità della radiazione proveniente dal tubo, è effettuata, oltre che con le camere di ionizzazione di cui si dirà in appresso, col seguente metodo fotografico ⁽¹²⁾, per il quale è predisposto nel Laboratorio un apposito apparecchietto. Una serie di spessori crescenti di alluminio (o di rame), formanti una striscia lunga 15 centimetri e larga 3, viene posta sopra una lastra fotografica, con a fianco uno schermo mobile di piombo che copre il rimanente della lastra. Esponendo per un tempo t al fascio di raggi da definire il complesso descritto, con lo schermo di piombo a posto, e poi proseguendo per un nuovo tempo t la posa con lo schermo asportato, si può, una volta sviluppata la lastra, vedere sotto quale spessore di alluminio, con un tempo di posa $2t$, la lastra si è annerita in modo uguale alla zona sottoposta per t secondi alla radiazione diretta.

La taratura degli apparecchi per la misura della qualità consiste nel sottoporli ad una radiazione contenente lunghezze d'onda note, e verificarne le indicazioni. Nel caso degli spettrografi ordinariamente è sufficiente verificare la scala delle λ per constatare che il cristallo usato come reticolo non presenti difetti, o non si sia spostato dalla sua giusta posizione. Questa operazione si effettua mediante le righe caratteristiche della serie K di vari corpi.

Per le cosiddette « scale di durezza » il controllo si limita a paragonare l'assorbimento dei materiali che le compongono con quello di materiali noti: ciò in altri termini consiste nell'accertarsi che i metalli usati siano sufficientemente puri ed abbiano la densità voluta.

In modo analogo si procede per quegli schermi che servono alla determinazione della lunghezza d'onda media attraverso alla valutazione del coefficiente d'assorbimento.

Per la verifica degli strumenti di misura della quantità della radiazione Roentgen il Laboratorio possiede, oltre ai misuratori elettrici da applicarsi direttamente al tubo (chilovoltmetro di cresta, wattmetro, milliamperometro), che indirettamente indicano la qualità e la intensità della radiazione prodotta, alcune camere di ionizzazione coi relativi elettrometri.

Infatti l'unico fenomeno attualmente usato per misure di quantità della radiazione, che dia sufficienti garanzie di esattezza, è l'ionizzazione che si produce nei gas attraversati dalla radiazione stessa, ed anzi recentemente sono state definite unità assolute basate su questo principio ⁽¹³⁾. Le camere di ionizzazione attualmente in uso nel Laboratorio sono del tipo piccolo, a pareti di grafite, dei modelli proposti dal Friedrich e dal Solomon. Sono però in costruzione tre grosse camere di ionizzazione, la prima ad aria a pressione ambiente, la seconda ad aria compressa, la terza a gas pesanti.

Per le ordinarie misure delle correnti di saturazione producentesi in queste camere servono due elettrometri a repulsione; per quelle più precise, un elettrometro a quadranti tipo Compton di piccola capacità. In questo modo si hanno delle indicazioni di dose, o quantità (intensità per il tempo); quando interessino misure di intensità di sorgenti variabili, bisogna ricorrere a circuiti con valvole amplificatrici. Il Laboratorio ha montato un tetraodo a questo scopo.

In molti casi occorre misurare contemporaneamente la radiazione perveniente in due punti diversi (ad esempio dietro due schermi di varia natura). Per rendere facile questa misura è in costruzione un apparecchio munito di due camere di ionizzazione identiche tra di loro (del tipo a ditale, rivestite in grafite), ciascuna collegata ad una coppia di quadranti di un ap-

posito elettrometro mediante conduttori fortemente isolati, racchiusi in tubi metallici snodati.

Ordinariamente viene data la medesima carica alle due camere per mezzo di un circuito formato da un trasformatore, una valvola termoionica ed una capacità; siccome però di solito la corrente in una camera è molto maggiore che nell'altra, così apposite capacità aggiuntive possono venir congiunte ad una delle camere per rendere sufficientemente lenta la deviazione dell'elettrometro.

*

Gli strumenti di misura descritti servono anche allo studio delle protezioni, verificando per una data qualità di radiazione quale è la quantità che passa attraverso allo schermo protettivo.

*

Una prova che presenta un notevole interesse nella pratica radioscopica è quella che determina la persistenza delle immagini sugli schermi fluorescenti e la tendenza che hanno questi schermi a dare immagini confuse a causa dell'espandersi delle zone luminose a detrimento di quelle oscure. Montando lo schermo in esame su un disco rotante a velocità nota, e colpendolo in un punto con la radiazione proveniente da un tubo alimentato a tensione continua, si vede apparire un arco luminoso, che, con la sua lunghezza e colle sue variazioni di spessore fornisce i dati sopra detti.

*

La parte ricerche del Laboratorio utilizza il materiale e gli impianti descritti per il raggiungimento delle varie mete che gli vengono proposte.

Attualmente sono in corso esperienze per rendere pratica la visione diretta dei difetti nei metalli (radiometalloscopia), per lo studio della ripartizione dell'energia emessa da tubi alimentati da varie forme di tensione, e per lo studio di schermi che assorbono la radiazione dando raggi diffusi in minima quantità.

*

Come si è detto all'inizio, il Laboratorio funziona solo da pochi mesi, e quindi si può ritenere molto soddisfacente lo sviluppo che ha già raggiunto. E' in programma, per quando sarà superato questo periodo di assestamento, di procedere, in accordo con quanti producono od utilizzano apparecchi radiologici, alla raccolta del materiale per lo studio di norme che fissino i metodi di prova e di collaudo di questi apparecchi. Se non verrà meno l'aiuto morale e materiale di quanti si occupano dell'argomento, o hanno a cuore l'incremento dell'industria e della scienza italiane, uno sviluppo ancora maggiore non potrà mancare, cosicchè anche da noi la tecnica e lo studio delle applicazioni alla scienza, all'industria, alla medicina, delle brevissime lunghezze d'onda raggiungerà e sorpasserà quel livello che ha già trovato in altri paesi.

Pubblicazioni dell'A. E. I.

NORME per l'ordinazione ed il collaudo degli isolatori di percellana	1,50
più per postali	0,80
STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA:	
Vol. I. - II ^a Edizione 1923. Dati elettrotecnici sulle distribuzioni nei singoli Comuni del Regno d'Italia compresi quelli delle nuove Provincie redente	20,-
più per postali	2,-
Vol. II. Elenco delle Centrali di produzione di energia elettrica coi dati tecnici sulla generazione, trasformazione e distribuzione della energia elettrica in Italia	20,-
più per postali	3,-
Vol. III. Elenco delle Aziende esercenti imprese elettriche in Italia (in preparazione).	
L'INDUSTRIA NAZIONALE DEI MATERIALI E DEI MACCHINARI ELETTRICI - Suo stato attuale - suo avvenire (broch.)	2,50
più per postali	0,80
CARTA delle principali frequenze usate nel Regno d'Italia	1,-
più per postali	0,50
NORME per l'esecuzione e l'esercizio degli impianti elettrici	3,-
più per postali	1,-
NORME per l'ordinazione e il collaudo delle macchine elettriche	4,-
più per postali	1,-
Descrizione di una macchinetta elettromagnetica di A. PACI-NOTTI in cinque lingue: italiana, francese, inglese, latina, tedesca (edizione di lusso)	3,-
più per postali	1,-

⁽¹²⁾ MEYER: American Journal of Roentgenology, July 1926.

⁽¹³⁾ L'unità assoluta di dose di raggi X (unità R tedesca) rappresenta la quantità di energia radiante che, irradiando un cm³ di aria a 18° di temperatura ed alla pressione di 760 mm di Hg, con completa utilizzazione degli elettroni messi in libertà in questo volume, e con eliminazione totale dell'effetto delle pareti, produce una conducibilità dell'aria tale che, sotto corrente di saturazione, l'elettricità messa in movimento rappresenti una unità elettrostatica.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Sul sistema monotrifase di trazione.

Riceviamo :

Non avendo potuto presenziare alla riunione a Brescia della nostra Associazione, ho appreso dalle relazioni comparse recentemente nella « Elettrotecnica » la grandiosa portata assunta in America dal sistema monotrifase di trazione.

Mi è poi tornato assai gradito apprendere che l'illustre Presidente Generale, Prof. Giuseppe Sartori, ne ha ricordata l'origine italiana. Ritengo opportuno — quale inventore del sistema col Prof. Galileo Ferraris, mio sommo e venerato Maestro — di ricordare succintamente la storia del sistema stesso.

1. - L'invenzione fu brevettata in Italia il 4 maggio 1895 (n. 38660) e contemporaneamente nelle principali Nazioni.

2. - L'invenzione fu annunciata nel giornale « L'Elettricista » nei numeri 1° maggio e 1° luglio dell'anno 1896 : ed oltre in un opuscolo uscito a Torino per i tipi Camilla e Bertolero nello stesso anno.

3. - Essa fu premiata dall'Accademia dei Lincei col Premio Santoro per l'Elettrotecnica, nel 1897.

4. - Figurò all'Esposizione Generale Italiana in Torino nel 1898 : e fu premiata dalla Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino.

5. - Il Prof. Luigi Lombardi ne analizzò la completa teoria con una importante Memoria presentata alla R. Accademia dei Lincei nel 1897 col titolo : « Ricerche teoriche e sperimentali sul trasformatore di fase Ferraris-Arnò ».

6. - Nei numeri 1 e 13 dell'anno 1897 rispettivamente dell'« Eletttricista » e dell'« Industria » è data notizia delle prime applicazioni pratiche del sistema Ferraris-Arnò.

7. - Nella Memoria di cui al n. 2) è descritto sotto il titolo di « Alimentazione di sistemi trifasi » la speciale combinazione di un trasformatore di fase con un trasformatore ordinario secondo il collegamento Scott, con lo scopo di ricavare da un sistema monofase un sistema trifase di trazione.

8. - Nell'« Elettrotecnica » del 15 dicembre 1915 il Prof. Lorenzo Ferraris espone i richiami storici sull'invenzione del sistema monofase di trazione Ferraris-Arnò, che nel frattempo aveva ricevuto le prime applicazioni pratiche alla trazione in America.

E' notevole quanto dice in tale esposizione il Prof. Lorenzo Ferraris, a proposito della speciale combinazione del trasformatore di fase col sistema Scott :

« Da ultimo importa ancora ricordare che anche la combinazione del trasformatore di fase col sistema Scott fu già proposta da G. Ferraris e R. Arnò : anzi gli autori a tale combinazione, che permette di ottenere il sistema trifase pure disponendo nel trasformatore due soli sistemi di spirali a 90°, migliorandone così notevolmente le condizioni di funzionamento a fronte della disposizione diretta con tre sistemi di spirali a 120°, attribuivano tale importanza da farne oggetto di speciale rivendicazione nei loro brevetti ⁽¹⁾ ».

9. - Nel « The Electrical World » del 28 novembre 1896 e nell'« Eletttricista » del 1° febbraio 1897 apparve la descrizione e lo schema completo del sistema applicato alla trazione.

10. - In una importante Comunicazione fatta nel 1914 alla Sezione di Bologna della A. E. I. (« Elettrotecnica » 15 maggio 1914 e 25 ottobre 1915) il Prof. Giuseppe Sartori riferisce sul nuovo sistema di trazione, e particolarmente sugli esperimenti in corso da parte di due grandi Compagnie : la « Westinghouse » e la « General Electric ».

Ed il Sartori inizia il suo dire notando che ai Proff. Galileo Ferraris e Riccardo Arnò è dovuta l'utilizzazione del motore asincrono monofase come apparecchio per la trasformazione di fase.

11. - Nel capitolo : « Sistema di trazione mono-trifase » del trattato « La Grande trazione elettrica » dell'Ing. Pietro Verole, edito da Hoepli, di quest'anno, in modo esplicito ed affatto generale è detto che il principio della trasformazione della corrente da monofase in trifase è dovuta ai Proff. Ferraris e Arnò : e segue la relativa figura del noto accoppiamento Ferraris-Arnò del trasformatore di fase col trasformatore ordinario.

12. - Le Ditte americane costruttrici del sistema riconobbero la proprietà dell'invenzione e ne acquistarono i diritti di brevetti con encomiabile larghezza di vedute, stante che i brevetti stessi erano già in atto di passare in dominio pubblico quando furono iniziati i primi grandiosi esperimenti industriali.

RICCARDO ARNO'.

⁽¹⁾ Brevetto americano n. 629898, 1° agosto 1899.

:: SUNTI E SOMMARI ::

CONDUTTURE.

U. MEYER — **Le proprietà delle linee krarupizzate.**
(E. T. Z., 9 luglio 1925, pag. 1033).

Ci si spiega perchè la krarupizzazione delle linee di segnalazione, telegrafiche e telefoniche, ha progredito più lentamente della pupinizzazione, quando si pensi che nei conduttori krarupizzati, oltre ad aversi le complicazioni portate dal ferromagnetismo (permeabilità variabile, isteresi, ecc.), si hanno quelle derivanti dalla configurazione elicoidale delle linee di flusso magnetico nell'avvolgimento di filo di ferro. Difatti queste linee percorrono ad elica alcune spire del filo stesso nel suo interno, avvolte con un passo un po' minore di quello del filo e quindi inclinate d'un piccolo angolo rispetto al suo asse; e si chiudono poi con un tratto esterno al ferro. Si ha così una componente longitudinale del flusso magnetico, cioè parallela al conduttore, la quale è stata calcolata teoricamente e sperimentalmente misurata.

L'A. passa in rassegna le varie formule successivamente proposte per il calcolo dell'autoinduzione e della resistenza delle linee krarupizzate, per arrivare infine a quelle da lui dedotte, che tengono conto, oltre che delle correnti parassite nello strato discontinuo ferromagnetico, anche dell'anzidetto avvolgimento a spirale delle linee di forza magnetica, nonché della variabilità di μ col campo e dell'isteresi.

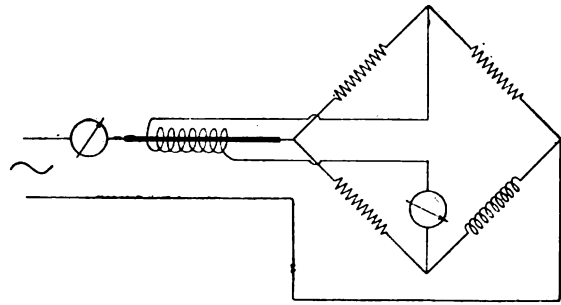


Fig. 1.

Sia r il raggio del conduttore, krarupizzato con un avvolgimento ferromagnetico di nastro di larghezza b e spessore d con conducibilità σ .

Si ammette per l'induzione l'espressione di Rayleigh :

$$B = \mu_0 H + \nu H^2$$

e s'introduce la permeabilità complessa :

$$\mu_0 + 2\nu H - i \frac{8\nu}{3\pi} H$$

dove H si calcola dalla corrente I colla formula :

$$H = \frac{0,4}{2r + d} I = h I.$$

Allora l'autoinduzione e l'aumento di resistenza alla pulsazione ω risultano date da :

$$L = L_0 \left[1 + \left(1 - \frac{8\omega r_0}{3\pi} \right) \alpha h I \right] (1 - \omega^2 g_1) \cdot 10^{-4} \text{ H/km}$$

$$R = g_0 L_0 \omega^2 \left[1 + \left(1 + \frac{2}{3\pi \omega g_0} \right) 2 \alpha h I \right] (1 - \frac{17}{14} \omega^2 g_1) \cdot 10^{-4} \Omega/\text{km}$$

dove è posto per brevità :

$$L_0 = \frac{2 \mu_0 \sin^2 \varphi d}{\sqrt{r(r+d)}}$$

$$g_0 = \left(1 - 0,63 \frac{d}{b} \right) \frac{\mu_0 \sigma \pi d^2}{3}$$

$$g_1 = \frac{6 g_0^2 \sin^2 \varphi}{5 \left(1 - 0,63 \frac{d}{b} \right)^2}$$

essendo φ l'angolo delle linee di forza coll'asse del conduttore ; per esso si può porre in prima approssimazione l'inclinazione della spirale.

Nel caso di avvolgimento con filo di diametro d anziché con nastro, è da porre $b = d$ e da moltiplicare i valori di L e R per $\frac{\pi}{4}$.

Il termine con g , è di correzione e si può in molti casi trascurare.

Se poi si hanno più strati ferromagnetici, si calcolano i contributi L e R singolarmente per i vari strati, e i risultati si sommano.

Numerose misure, con ponte tipo Maxwell, hanno confermato la sufficiente esattezza di queste formule; soltanto il g_0 così calcolato risulta un po' inferiore al vero, forse perchè si suppone escluso ogni contatto elettrico fra conduttore e strato ferromagnetico.

E' infine interessante la determinazione del campo longitudinale secondo lo schema mostrato in figura: la corrente nel conduttore è misurabile direttamente, e la bobina indotta, nell'equilibrio, non ha corrente e quindi non fa reazione. d. b.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

I. LANGMUIR — Fiamme di idrogeno atomico. (Gen. El. Rev., marzo 1926, pag. 153).

Nell'articolo l'A. espone gli studi da lui fatti, in seguito alla sua scoperta dell'idrogeno atomico, che hanno portato a inventare un nuovo metodo di saldatura elettrica di grandissima importanza, combinato col l'uso dell'idrogeno stesso.

L'A. dopo aver spiegato come si è potuto stabilire che le molecole dell'idrogeno alle alte temperature devono trovarsi dissociate negli atomi che le costituiscono, in base alla elevatissima conduttività termica che esso possiede a tali temperature, e in base alle proprietà chimiche, che esso palesa in queste condizioni, e dopo aver dato una tabella riassuntiva, in cui sono esposti i gradi di dissociazione delle molecole di idrogeno alle varie temperature e pressioni, viene a studiare il comportamento di archi o scariche elettriche in atmosfera di idrogeno a bassa pressione.

Da un'esperienza di R. W. Wood eseguita facendo passare una corrente di 20 ampere in un tubo di piccola sezione e di notevole lunghezza, contenente idrogeno umido a bassa pressione, si poté constatare che delle particelle di tungsteno ivi contenute, che venivano investite dalla scarica, si portavano all'incandescenza, mentre per altre sostanze come vetro o platino polverizzati ciò non accadeva; eliminando poi l'umidità dell'idrogeno l'incandescenza del tungsteno cessava. Ciò fu spiegato dall'A., che era in corrispondenza col Wood, ammettendo che sull'effetto prodotto dall'azione dell'idrogeno atomico agisce anche l'attività catalizzatrice del tungsteno, e di qui spiegava come altre sostanze nelle stesse condizioni non diventassero incandescenti.

L'A. espone poi gli studi fatti sul comportamento di scariche elettriche tra elettrodi di tungsteno in atmosfere di diversi gas.

Anche qui il comportamento dell'idrogeno alla pressione atmosferica si distingue singolarmente da quella degli altri gas per la forte caduta di tensione, che si ha nell'arco e per la piccola sezione che assume l'arco stesso. Questo fu attribuito alla dissociazione della molecola dell'idrogeno nei suoi atomi. Ma l'A. mostra col calcolo che ciò non basta a spiegare il consumo di energia nell'arco di 1500 watt per cm. di lunghezza, quale si ha in tal caso, e conclude che ciò è anche dovuto alla presenza della massa di tungsteno negli elettrodi. I primi esperimenti furono eseguiti facendo passare una corrente di 20 ampere ottenuta da un trasformatore a corrente costante attraverso a due barrette di tungsteno di 6 mm di diametro montate trasversalmente in un tubo orizzontale di alluminio di 10 cm di diametro, attraverso al quale passava una corrente di idrogeno. Con tensioni da 300 a 800 volt l'arco si poté mantenere con distanze fra gli elettrodi fino a 2 cm. A cagione del campo magnetico dell'arco si ebbe uno spostamento trasversale di esso, di guisa che esso assunse una forma a ventaglio. Barrette di ferro da 2 a 3 mm fondevano rapidamente, se mantenute a distanze da 3 a 5 cm al disopra dell'arco.

Dirigendo un getto di idrogeno da un piccolo tubo nell'arco si poté ottenere una fiamma caldissima. A distanza da 1 a 2 cm dall'arco il molibdeno (punto di fusione 2900° assoluti) fuse facilmente. Il quarzo fuse invece meno bene, indicando che nella fusione dei corpi entra anche l'azione catalizzatrice da essi esercitata. In questo modo si realizzano notevoli vantaggi specialmente nella fusione dei metalli: il ferro può essere fuso allo stato puro, senza venire a contatto di carbone, ossigeno od azoto; inoltre, dato il forte potere riducente dell'idrogeno atomico, le leghe contenenti cromo, alluminio, silicio o manganese possono essere fuse senza ossidazione superficiale. Si possono fondere degli ossidi aventi punto di fusione elevatissimo come gli ossidi di alluminio, di magnesio o di torio senza apparente riduzione dell'ossido a metallo, perchè quella parte di metallo che dovesse formarsi è immediatamente volatilizzata a queste elevatissime temperature.

L'A. chiude il suo interessante studio, che scopre una via nuova nel campo della saldatura elettrica, facendo un confronto tra la temperatura della fiamma di idrogeno atomico e quella delle fiamme dei gas derivanti dalla combustione dell'idrogeno e suoi composti, quali le fiamme ossidrica ed ossiacetilenica, e giunge alla conclusione che colla prima è dato di ottenere temperature molto più elevate.

C. G. E. (*)

(*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Co. Gen. di Elettricità.

R. A. WEINMAN e I. LANGMUIR — Saldatura elettrica ad arco in atmosfera di idrogeno atomico. (Gen. El. Rev., marzo 1926, pag. 160).

Per trarre il maggior profitto nella saldatura dall'azione di una corrente di idrogeno diretta su di un arco prodotto tra elettrodi di tungsteno bisogna poter regolare facilmente e completamente il dardo così prodotto. La tensione occorrente per questi impianti di saldatura è superiore a quella dei sistemi ad arco semplice, perchè qui non si hanno vapori metallici presenti nell'arco, che favoriscano la conduttività dell'arco stesso. Per corrente continua si è trovato conveniente adottare la tensione di 250 volt, mentre per la corrente alternata si ricorre ad una tensione da 350 a 400 volt. La corrente alternata è preferibile perchè l'arco si può stabilizzare ricorrendo a reattanze, invece che a resistenze, con maggiore rendimento. Le correnti in gioco variano da 20 a 70 ampere, a seconda dello spessore del materiale da saldare, per elettrodi del diametro di 3 mm circa. Per correnti più intense occorrono anche elettrodi più grossi. Si fecero varie prove su lamiere di vario spessore di acciaio con basso tenore di carbonio per determinare la velocità di saldatura, la caduta di tensione nell'arco, il consumo di idrogeno, la pressione più conveniente di esso, ecc. Si è trovato che questa può essere molto bassa; a meno di 1/10 di atmosfera si possono eseguire saldature di circa 1 cm di spessore. Il consumo degli elettrodi si è trovato variare grandemente colla profondità di penetrazione della saldatura stessa.

Per eseguire buone saldature bisogna tenere inclinato il cannello a circa 45° rispetto alla superficie da saldare, in modo che la corrente d'idrogeno passi dal cannello sulla porzione di metallo fuso in senso opposto a quello in cui il cannello viene spostato secondo la linea della saldatura. Così il metallo da saldare si riscalda al massimo e si raffredda lentamente, dando modo di eliminarsi alle inclusioni di gas.

Furono anche fatte prove di saldature con corrente mista di idrogeno e azoto in parti eguali: coll'idrogeno puro si può contenere la saldatura in un campo più stretto raggiungendo, a parità di corrente, una maggiore penetrazione. Colla miscela dei due gas accennati occorre una maggiore tensione: le saldature risultano però di elevata duttilità e compattezza. Fu anche provato il gas illuminante con elettrodi di grafite; questo dà saldature di elevata duttilità pel rame e altri metalli non ferrosi, saldature porose per gli acciai.

Le saldature in atmosfera di idrogeno atomico furono eseguite su vari campioni di acciaio a basso tenore di carbonio: per spessori fino a 12 mm la saldatura si ottiene senza aggiunta di altro metallo, ma semplicemente tenendo avvicinate le parti da saldare. Si è realizzato anche per spessori fino a 3 mm una saldatura automatica. In questo caso l'equipaggiamento per la saldatura viene montato su di un carrello mobile avente velocità variabili da m. 0,40 a m. 1,50 circa al minuto. Per spessori di 12 mm si lascia tra le parti da saldare un certo intervallo e quindi viene fatto colare del metallo, che può essere della stessa qualità del pezzo da saldare o può avere un maggiore o minore contenuto in carbonio o può contenere in lega altri metalli, come Mg, Cr, Mo, Al, ecc. Gli AA. riproducono nell'articolo molte fotografie di saldature ottenute con ottimo risultato specialmente col metodo manuale, essendo stata sinora la saldatura automatica con questo sistema poco sviluppata.

C. G. E.

ELETTROFISICA.

V. KARAPETOFF — Teoria dell'assorbimento nei dielettrici solidi. (J. A. I. E. E., marzo 1926, pag. 236).

Applicando una differenza di potenziale costante ad un dielettrico solido imperfetto, si verifica nella maggior parte dei casi uno spostamento di elettricità quasi istantaneo fino ad un certo valore, seguito da un ulteriore aumento che tende assintoticamente ad un valore definitivo. Corrispondentemente si può distinguere un valore iniziale e uno finale della permittività (costante dielettrica), come pure della conduttività. Partendo da tale schema, l'A. esprime matematicamente alcune proprietà generali della legge di variazione dello spostamento elettrico col tempo. Egli fa l'ipotesi che tale legge sia rappresentata da una funzione esponenziale del tempo, ma che l'esponente vari da una particella del dielettrico all'altra. In alcune particelle senza viscosità lo spostamento assume istantaneamente il suo valore finale, in altre invece lo assume con lentezza infinita, mentre nella maggior parte delle particelle la variazione procede con velocità finite differenti. L'A. introduce per questo una *funzione di distribuzione* di tale velocità fra le particelle, e determina le condizioni cui deve soddisfare.

I risultati vengono poi applicati ad una particolare forma di distribuzione che ha un numero di parametri sufficiente a rappresentare assai fedelmente i dati sperimentali di un determinato dielettrico. E vien fatta l'integrazione per una f.e.m. applicata costante e per una f.e.m. sinusoidale. Nel primo caso sono dedotte le espressioni della permittività e della conduttività in funzione del tempo, destinate ad essere confrontate colle curve sperimentalmente ottenibili, allo scopo di ricavarne i valori numerici dei parametri contenuti nella funzione frequenza, destinate ad esser confrontate colle curve sperimentali di distribuzione. Nel secondo caso sono dedotte le espressioni della permittività apparente e della conduttività apparente in funzione della

capacità e delle perdite nel dielettrico, per controllare così per altra via la supposta funzione di distribuzione.

Questa teoria permetterà, con ulteriori sviluppi e perfezionamenti, di collegare e controllare una gran massa di dati sperimentali già noti sull'assorbimento e sulle perdite nel dielettrico, e di prevedere i valori di queste grandezze entro campi di tensione e di frequenza non ancora esplorati.

d. b.

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

W. C. GILMAN e W. J. HEDLEY — **L'illuminazione dei piazzali della stazione ferroviaria di Selkirk, N. Y., della New York Central Railroad.** (Gen. El. Rev., marzo 1926, pag. 196).

Quando si trattò di affrontare il problema di provvedere ad una adeguata illuminazione dei piazzali di smistamento della stazione di Selkirk della New York Central Railroad si vide che nulla di simile era stato sino ad allora tentato e la questione dovette essere risolta completamente *ab ovo*: si ritenne che la miglior soluzione fosse quella di adottare dei proiettori; ne fu studiato perciò un tipo speciale per questo scopo, provvisto di dispositivo per la messa a fuoco delle lampade, che possono variare da 300 a 1000 watt d'intensità, 110 o 220 volt. Ogni unità ha due superfici riflettenti, una parabolica anteriore collegata alla parte fissa frontale del proiettore e una posteriore di sezioni paraboliche e sferiche a larga curvatura. L'apertura anteriore del riflettore è provvista di vetro resistente al calore, trasparente o leggermente smerigliato. Una base snodata consente di dirigere il fascio luminoso del proiettore in qualunque direzione.

Si è giudicato conveniente, invece di assicurare un'illuminazione uniforme dei piazzali, di illuminare più intensamente gli stessi nella direzione del movimento dei carri e meno nella direzione opposta: ciò crea quel contrasto di illuminazione necessario perchè il personale possa distinguere esattamente le distanze ed arrestare i vagoni al momento opportuno, senza incidenti, durante la formazione dei treni nelle operazioni di smistamento. I proiettori furono posti in serie di parecchi su palificazioni alte più di 20 metri. I piazzali di smistamento da illuminare nella stazione di Selkirk erano due: uno occidentale di più di 2 km. di lunghezza per oltre 120 m. di larghezza e uno orientale di 1,8 km. di lunghezza per 230 m. di larghezza.

Nell'articolo è riprodotta una pianta dei piazzali coll'indicazione della posizione delle palificazioni, del numero dei riflettori e della direzione dei fasci luminosi.

C. G. E.

A. W. TUPPER — **Fari elettrici per illuminazione non richiedenti sorveglianza.** (Gen. El. Rev., marzo 1926, pag. 187).

L'A. si occupa degli infiniti fari secondari disseminati sulle coste dei due oceani che bagnano gli Stati Uniti e lungo i grandi laghi per segnalazione di secche, canali, passaggi, ecc., su di uno sviluppo di coste di oltre 70.000 km. Un tempo questi fari erano illuminati ad olio e richiedevano perciò una sorveglianza e manutenzione giornaliera: inoltre male si prestavano a dare le alternanze di luce necessaria a far distinguere un faro da un'altra luce non avente scopo di segnalazione marittima. Fu perciò studiato di sostituirvi l'elettricità, ricorrendo a pile per la fornitura dell'energia necessaria all'accensione del faro, come già si era fatto con successo per i segnali ferroviari.

Furono sperimentati due fari muniti di lampada da 10 volt, 1/2 ampere e alimentata da una pila costituita da 14 a 16 elementi Edison di 500 ampere-ora di capacità e munita del dispositivo per ottenere le alternanze di luce. Normalmente il faro dà circa 30 lampi al minuto della durata ciascuno di 1/5 di secondo. Il dispositivo per ottenere le alternanze di luce studiato dall'A. consta di tre parti principali: l'equipaggiamento oscillante costituito da un alberello verticale provvisto di contrappesi regolabili e di un braccio di contatto, due elettromagneti e un'armatura per impartire gli impulsi necessari per avere l'oscillazione dell'equipaggiamento precedente e finalmente un interruttore nel circuito della lampada azionato da una camma regolabile posta sull'equipaggiamento oscillante. Vi sono due circuiti uno per gli elettromagneti ed uno per la lampada. In posizione di riposo il circuito degli elettromagnetici è chiuso, perciò dando corrente dalla batteria, gli elettromagneti vengono eccitati ed attirano l'armatura, che dà un impulso all'equipaggiamento oscillante per mezzo di una molla, in modo da fargli fare 3/4 di giro. Allora il circuito degli elettromagnetici viene interrotto, l'armatura abbandona gli elettromagnetici e ritorna nella posizione primitiva. Una molla poi fa retrocedere l'equipaggiamento mobile: i contrappesi regolabili danno il periodo dell'oscillazione, che si ripete così continuamente con un minimo consumo di energia. Durante le oscillazioni dell'equipaggiamento si attua poi per mezzo della camma l'alternata apertura e chiusura del circuito della lampada dando luogo ai lampi di segnalazione. Finora sono stati installati da 50 a 60 fari di questo genere.

Grande risparmio si ha nell'esercizio per le diminuite spese di personale e conviene perciò installarli in gruppi di fari vicini sorve-

gliati da una o due persone; non conviene però che il consumo di energia superi i 10 watt, per faro, il che corrisponde ad una visibilità da 8 a 13 km per fari muniti di lenti cilindriche (visibilità per 360°) e da 22 a 25 km per fari muniti di riflettore.

C. G. E.

MATERIALI.

J. B. WHITEHEAD — **Assorbimento dielettrico e teorie sul comportamento dei dielettrici.** (J. A. I. E. E. giugno 1926, pag. 515).

L'A. raccoglie in forma molto comprensiva tutto quanto è stato pubblicato fino ad oggi su questo argomento e ne trae le seguenti conclusioni:

1) Del fenomeno dell'assorbimento colle sue caratteristiche (curva di carica, carica residua, ecc.) ci sono tuttora ignote non solo le leggi esatte, ma anche leggi empiriche che lo rappresentino compiutamente;

2) Soltanto i solidi presentano completo il fenomeno dell'assorbimento. I liquidi non presentano carica residua. In dielettrici solidi allo stato puro (zolfo, quarzo, paraffina) l'assorbimento è piccolissimo;

3) Grandi variazioni nell'assorbimento sono prodotte da impurità e da tracce di umidità;

4) La corrente di carica di assorbimento termina in una corrente costante di conduzione. Al crescere della temperatura entrambe crescono, ma la prima finisce collo sparire o coll'esser soverchiata dall'altra;

5) Le perdite a corrente alternata nei dielettrici solidi sono quasi per intero dovute all'assorbimento e in piccola parte alla conduzione. Non sembra esistano altre specie di perdite, ad esempio analoghe a quelle dei materiali magnetici;

6) Dalle varie teorie l'assorbimento viene attribuito: a) secondo Maxwell, alla eterogeneità dei dielettrici, per le loro diverse conduttività e costanti dielettriche; b) secondo Pellat, alla relazione anomala tra spostamento elettrico e forza elettrica, la cui sede è nella molecola o nell'atomo; c) secondo Lorentz, alla particolarità della struttura elettronica dell'atomo; d) secondo Curie, alla presenza di umidità nei capillari o nelle porosità del dielettrico;

7) La teoria più soddisfacente è quella di Maxwell, però manca di prove dirette e quantitative. Essa spiega anche un certo numero di osservazioni sperimentali nel caso alternativo, che del resto sono spiegabili anche colle teorie del gruppo b);

8) Ulteriori studi, importanti sia per la teoria che per la pratica, dovrebbero mettere alla prova la teoria di Maxwell e d'altra parte chiarire la conduzione elettrolitica nei dielettrici e la capacità dell'umidità nel determinare l'assorbimento.

Dal punto di vista pratico, il fenomeno dell'assorbimento, producendo una corrente in fase colla tensione e quindi originando perdite, è dannoso sia per gli isolanti delle alte tensioni, sia per i cavi di segnalazione, nei quali determina un'attenuazione negli impulsi di corrente. In entrambi i casi il fenomeno è anche complicato dal fatto che si usano miscugli di materiali isolanti diversi. Dagli studi sull'assorbimento dobbiamo aspettarci nuovi perfezionamenti ed economie.

d. b.

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

G. F. LINKS — **La sottostazione di Pittsfield della General Electric Company per la prova delle elevate capacità di rottura.** (Gen. El. Rev., aprile 1926, pag. 243).

Lo studio e l'applicazione delle valvole fusibili sulle reti primarie, sia del tipo in aria che a riempimento d'olio, erano stati fino a poco tempo fa ostacolati dalla mancanza della possibilità di eseguire esperienze per determinare l'influenza, che i vari elementi di esercizio delle linee elettriche hanno sul comportamento di questi dispositivi di protezione. Ora anche questa lacuna è stata colmata, grazie ad una sottostazione di prova appositamente eretta a questo scopo dalla G. E. Co. nelle sue officine di Pittsfield. L'installazione è stata fatta per esperienze su impianti monofasi, ma tutto è stato previsto per l'esecuzione anche di prove trifasi. Il macchinario della sottostazione è costituito da un gruppo motore-generatore da 24.000 kVA formato da cinque unità, da due interruttori in olio, e da adatte apparecchiature di comando: di questi interruttori uno funziona come riserva per proteggere i macchinari, nel caso che la valvola da provare non abbia a funzionare, l'altro invece serve per chiudere il circuito dei generatori sulle sbarre, che vanno allo scomparto di prova. La sottostazione è pure provvista di due oscillografi con annessa camera oscura. Lo scomparto di prova è una costruzione chiusa da tre lati con pareti di cemento armato; una barriera distante una ventina di metri dallo scomparto e situata dal lato in cui questo è aperto, protegge coloro, che osservano il comportamento degli apparecchi di protezione durante la prova.

Il gruppo è costituito da un motore a induzione bifase da 750 kW, 60 periodi, 720 giri, 2300 volt, per servizio discontinuo usato per l'avviamento; da un motore sincrono, pure bifase, da 3300/1650 kW, 60 periodi 600/300 giri, 2300 volt usato per comandare il gruppo nelle prove a 50 od a 25 periodi; da due alternatori trifasi, da 12.000 kVA ciascuno, 25/50/60 periodi, 2300/4600 volt e da un motore sincrono bifase da 3750 kW, 60 periodi, 720 giri, 2300 volt usato per comandare il gruppo nelle prove a 60 periodi. Gli alternatori sono costruiti in modo da poter sopportare un corto circuito ai morsetti e, collegati in parallelo, possono produrre una corrente di corto circuito di 37.500 ampere a 2300 volt, che per fenomeno transitorio dovuto allo spostamento d'onda può subire ancora un aumento dell'80 per cento. L'installazione è poi completata da un trasformatore elevatore per esperienze a tensioni più elevate, da reattanze e resistenze, da apparecchi di misura, ecc.

Le esperienze furono eseguite sui vari tipi di valvole fusibili per alte tensioni e hanno consentito di perfezionarne sempre più la costruzione.

C. G. E.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

K. D. EVANS e C. F. WAGNER — **Studi sulla stabilità di trasmissione.** (J. A. I. E. E., Vol. XLV, aprile 1926, pag. 374).

Il presente articolo completa lo studio sulla stabilità dei sistemi di trasmissione iniziato nell'articolo precedente da Edith Clarke. Mentre questa infatti ha considerato il caso di funzionamento a regime costante, gli AA. considerano quello del funzionamento a regime transitorio. In queste condizioni i limiti di stabilità possono essere sorpassati dal sistema a causa delle oscillazioni che vi si generano. Per giudicare della stabilità d'una rete in condizioni transitorie di funzionamento, bisogna perciò conoscere le ampiezze delle oscillazioni e il relativo comportamento delle macchine. Il modo di ottenere questi dati e di dedurre una valutazione della stabilità del sistema è lo scopo del presente articolo.

Le variazioni della tensione ai morsetti delle eccitatrici degli alternatori, nei successivi istanti d'un periodo transitorio si ottengono con la seguente formula:

$$\frac{de}{dt} = \frac{K}{Nn} (e - ir)$$

dove N = numero dei poli dell'eccitatrice;

n = spire per polo;

Φ = flusso per polo;

K = tensione prodotta dalla rotazione del flusso unitario;

$e = K\Phi$;

ir = caduta di tensione nel campo dell'eccitatrice.

Per una determinazione analoga della tensione interna degli alternatori si devono considerare di questa le due componenti E_d e E_c . Le quali sono rispettivamente generate da un flusso Φ_d e Φ_c in fase e in quadratura col campo del polo (fig. 1).

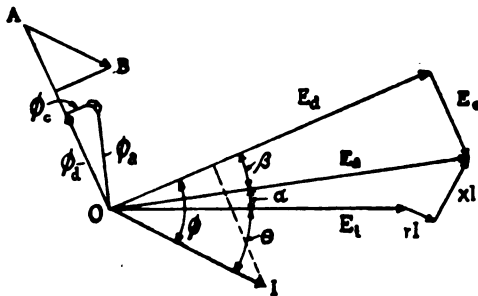


Fig. 1. — Diagramma vettoriale dell'alternatore.

Nei periodi transitori le due componenti E_d e E_c subiscono variazioni diverse. Con macchine a poli salienti la componente E_c è assunta nei vari istanti col valore che le compete per le differenti posizioni dell'induttore rotante, e la componente E_d con quello che risulta dalla:

$$\frac{dE_d}{dt} = \frac{10^8}{nNC_1} (e_x - ir)$$

dove e_x = tensione dell'eccitatrice ad ogni istante;

ir = caduta di tensione nel campo dell'alternatore ad ogni istante;

n = spire per polo del campo;

N = numero dei poli;

C_1 = flusso per polo per un volt ai morsetti.

Con grossi turbo generatori, essendo le variazioni della E_c di solito molto ridotte, si può ritenere che la tensione interna vari proporzionalmente alla componente E_d .

Le oscillazioni che assumono le macchine durante i periodi transitori sono dedotte con una formula che tiene conto dell'energia ac-

cumulata alla velocità di sincronismo e della differenza d'energia emessa ed assorbita durante le oscillazioni delle macchine stesse.

L'azione dei regolatori dei motori primi è di solito così lenta da ritenersi trascurabile nei disturbi normali; è bene però assicurarsene volta per volta. Qualora non risulti trascurabile, bisogna determinare la relazione tra la velocità della parte rotante e l'apertura delle bocche d'ammissione del fluido nei motori, per ricavare nei vari istanti del periodo transitorio, le variazioni d'apertura delle bocche, corrispondenti a quelle della velocità delle parti in moto.

Il carico del sistema non viene considerato in tutte le singole unità ma nel suo insieme. In base alla proporzione che si presume esistente nel carico totale tra quello sincrono e il rimanente, si assume un solo carico sincrono shuntato da un'ammettenza. Il nuovo carico sincrono si ritiene che assorba potenza con $\cos \varphi = 1$.

I risultati dei calcoli eseguiti per i vari istanti del periodo transitorio vengono infine compendati in diagrammi funzione del tempo, della tensione d'eccitazione dell'alternatore, della tensione terminale della linea di trasmissione, dell'angolo di sfasamento fra il rotore del generatore e del motore sincrono, e della potenza trasmessa. I valori che si deducono da questi diagrammi successivamente in corrispondenza ad uno stesso istante, sono sufficienti a dare una visione della stabilità della rete durante tutto il periodo transitorio considerato.

La stabilità dei sistemi di trasmissione in condizioni di funzionamento anormale dev'essere verificata per i disturbi che maggiormente la mettono in pericolo. Tali disturbi secondo gli AA. possono ritenersi i seguenti:

- a) quelli per rapidi aumenti del carico;
- b) quelli per interruzioni sottocarico di tratti di linea;
- c) quelli per guasti di linea.

Il comportamento delle reti nei primi due casi viene determinato con i metodi suaccennati. Per la verifica della stabilità in essi basta considerare le prime oscillazioni impresse al sistema, essendo le più ampie e quindi le più pericolose.

I guasti di linea da considerare nel nostro studio sono: contatto tra i conduttori e presa di terra di uno di essi ⁽¹⁾. L'analisi d'un sistema in queste condizioni non è semplice a causa delle dissimmetrie e degli squilibri che si verificano sulla rete. A tali difficoltà però si ovvia applicando alle costanti del sistema il metodo delle componenti di sequenza diversa, grazie al quale il sistema viene studiato come uno simmetrico ed equilibrato.

Nelle reti funzionanti regolarmente le componenti di sequenza negativa e zero delle costanti risultano nulle, e si considerano solamente quelle normali di sequenza positiva. Nel caso di guasti sulle linee, questi sono rappresentati, nel punto ove avvengono, con delle impedenze simmetriche derivate a terra. Il valore di queste impedenze, nel caso di una fase a terra, è uguale alla somma delle impedenze negative e zero misurate al punto del guasto; nel caso di contatto fra i conduttori, è uguale alla sola impedenza negativa.

Per la verifica della stabilità nel caso dei guasti non ci si può fermare ai primi istanti del periodo transitorio. Bisogna estendere la verifica, specie nel caso di una fase a terra, a tutta la durata del guasto, ponendo attenzione all'effetto degli scatti degli interruttori, che a volta può esaltare le oscillazioni già esistenti nel sistema.

Gli AA. suggeriscono infine alcuni modi per accrescere la stabilità dei sistemi di trasmissione. Questi si basano sui due seguenti concetti: di ridurre al minimo le impedenze in serie nei circuiti, e di mantenere costante o anche aumentare la tensione terminale delle linee.

Il procedimento qui riassunto è stato applicato alla determinazione della stabilità transitoria di un sistema di trasmissione effettivamente funzionante, ed ha sortito risultati sufficientemente approssimati a quelli ottenuti direttamente dalle prove.

Stabilità artificiale.

La possibilità di analizzare il comportamento di un sistema in regime transitorio, ha dato modo agli AA. di portare un contributo alla questione della stabilità artificiale dei sistemi. E' noto che a regime costante la stabilità d'un sistema di trasmissione si determina supponendo costante l'eccitazione delle macchine. Il Sand anni fa invece rilevò in via teorica che i limiti ricavati in quel modo possono essere sorpassati grazie all'effetto dei regolatori di tensione e delle eccitatrici, e che quindi il sistema può assumere una condizione di stabilità artificiale. Il rilievo del Sand pare che finora abbia goduto poco credito. Gli AA. hanno ripreso il problema, e partendo dalla ipotesi che un sistema in condizioni di stabilità artificiale, può ritenersi soggetto a una serie di transienti periodici, hanno ottenuto dei risultati che confermano l'asserzione del Sand.

N. Li.

⁽¹⁾ Questa è considerata dagli AA. principalmente nei suoi effetti nel caso di linee di trasmissione col neutro a terra.

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

CRONACA

31 ottobre - Giornata mondiale del risparmio.

Il prossimo 31 ottobre verrà celebrata in tutto il mondo la Giornata del risparmio. La data venne prescelta dal Primo Congresso Internazionale del risparmio, tenutosi in Milano nell'ottobre del 1923 sotto la presidenza di S. E. De Capitani d'Arzago e coll'intervento delle più eminenti personalità nel campo economico finanziario.

L'alto consesso riconobbe la necessità di fissare un giorno dell'anno per maggiormente esaltare la virtù del risparmio, che oggi è necessità assoluta per il progresso e lo sviluppo dei popoli: una giornata che riassumesse la continua attività singola e collettiva fatta di silenziosa tenacia, di nobile eroismo, di oscuro lavoro, per aggiungere una pietra di più all'edificio dell'economia nazionale al fine di renderlo maggiormente solido e prospero.

APPLICAZIONI VARIE.

Una applicazione interessante di telemeccanica per mezzo di radiotrasmissioni è stata fatta in Inghilterra sulla Clyde. Si tratta della installazione di segnalazioni luminose per le navi in caso di nebbia, e di installazioni di mortai per analogo scopo, le quali possono essere fatte funzionare a distanza per mezzo della radio, senza che occorra mantenere del personale in posto. L'impianto, provveduto di apparecchi Marconi, è stato eretto in via sperimentale nel gennaio di quest'anno. I risultati del periodo di prova sono stati tanto soddisfacenti, che si è ormai deciso di mettere l'impianto in regolare servizio. Il metodo è evidentemente utilissimo permettendo di stabilire posti di segnalazione nelle località più disagiate e difficili dove sarebbe troppo costoso costruire fari abitati e dove non sarebbe possibile per le condizioni del fondo, o delle correnti, installare dei cavi per comandare segnalazioni isolate.

FISICA E CHIMICA.

L'elio allo stato solido è stato ottenuto dal Prof. Keesom dell'Università di Leida, comprimendo il gas in tubi immersi in un bagno di elio liquido. Il fenomeno della solidificazione avvenne per la prima volta alla pressione di 140 atmosfere e alla temperatura di 4,2 gradi centigradi assoluti; lo si ottenne anche a 26 atmosfere e 1°,1 assoluti. Per extrapolazione parrebbe che allo zero assoluto debbano occorrere circa 16 atmosfere per solidificare l'elio. L'elio solido apparisce all'occhio quasi identico a quello liquido; esso costituisce una massa trasparente con indice di rifrazione pochissimo diverso da quello dell'elio liquido.

IMPIANTI.

Un progetto per la sistemazione del fiume Congo è stato proposto da un ingegnere belga. Il progetto contempla la costruzione di sette dighe che renderebbero il fiume navigabile per lungo tratto anche a grossi piroscafi di alto mare, e nello stesso tempo permetterebbero di costruire delle potenti centrali elettriche. La costruzione di ogni diga richiederebbe circa quattro anni. Si ritiene che il progetto, per quanto oneroso, riuscirebbe più utile e meno costoso della costruzione di una nuova ferrovia.

*

La centrale termoelettrica di Witbank nel Transvaal entrata in servizio nel 1925 ha raggiunto punte massime di potenza di quasi 200.000 kW; il 16 per cento dell'energia prodotta fu impiegato per la produzione d'aria compressa. La linea di trasmissione è alimentata dalla centrale alla tensione di 132.000 V. La centrale sfrutta giacimenti locali di combustibile povero.

*

Un progetto per l'utilizzazione delle maree per produzione di energia elettrica è stato approvato dal Governo canadese. Saranno erette parecchie dighe dalla costa di Maine a quella di New Brunswick sul confine cogli Stati Uniti. Si prevede di poter ricavare una potenza da 375.000 a 525.000 kW con una spesa contenuta fra 75 e 100 milioni di dollari. La centrale sarà costruita in territorio degli Stati Uniti.

MATERIALI.

Il maggior produttore di mica nel mondo, è attualmente l'India, specialmente colle miniere del Bengala a Madras, Travamore, ecc. Annualmente l'India esporta circa 5000 tonnellate di mica.

*

Una nuova fonte di produzione di caucciù farebbe presto sentire la sua influenza sul mercato della gomma. Si tratta dell'utilizzazione del lattice di certe piante euforbiacee crescenti in numero grandissimo nella Colonia del Capo. Questo lattice conterrebbe dal 15 al 30 per cento di gomma e circa il 50 per cento di resine. La gomma ricavabile si presterebbe bene alla vulcanizzazione. I primi esperimenti condotti hanno dato risultati favorevoli.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Un dispositivo di radiotrasmissioni destinato a guidare le navi per l'entrata in porto nel caso di nebbia, è stato messo in funzione da pochissimo tempo a Cherbourg. Le esperienze eseguite hanno permesso a grossi piroscafi di manovrare con tutta sicurezza nella più fitta nebbia.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Le ferrovie suburbane di Città del Capo saranno elettrificate, con linea di contatto funzionante a corrente continua a 1500 V. Le automotrici saranno equipaggiate con motori da 130 kW. I lavori, già avviati, saranno condotti a termine molto rapidamente.

VARIE.

Il Consolato italiano di Hankow (Cina) notifica che la Ditta italiana «The Italian Trading Company» P. O. Box 58 residente in quella città è stata invitata a fare una offerta per 200 ventilatori elettrici da 455 mm (18 pollici) per corrente alternata 220 V, 60 periodi e altrettanti ventilatori analoghi per corrente continua a 220 V. Le Ditte interessate possono rivolgere le loro offerte all'indirizzo sopra indicato. Sulla piazza di Hankow i ventilatori di altra provenienza sono pagati 19 tael (all'ingrosso).

PUBBLICAZIONI RICEVUTE

La Redazione si riserva di dare eventualmente più ampie notizie, in altra rubrica, dei lavori qui elencati.

- J. W. T. WALSH. — *Photometry*. — Un volume legato in tela, formato 16 x 26 cm., di pag. 505, con 303 illustrazioni. — Ed. Constable & Co. Ltd., London, 1926 - Prezzo 40 scellini.
- R. RÜDENBERG. — *Elektrische Schaltvorgänge*. — Un volume, formato 16,5 x 23,5 cm. di pag. 510 con 477 illustrazioni ed una tavola intercalata nel testo. — Editore, J. Springer - Berlin - Seconda edizione, 1926 - Prezzo: 24 marchi-oro.
- L'opera svolta dal Comitato Nazionale Italiano della Illuminazione e del Riscaldamento. — Relazione annuale agli Enti Statali ed alle Presidenze delle Associazioni rappresentate in seno al Comitato - marzo 1926.
- COMITATO NAZIONALE ITALIANO DELLA ILLUMINAZIONE E DEL RISCALDAMENTO. — *Per la illuminazione razionale degli ambienti in cui viviamo*. — Pubblicazione n. 4 - Roma, «L'Universale» - Tipografia Poliglotta, 1925.
- «HÜTTE». — *Manuale Enciclopedico della Ingegneria moderna*. - Un volume legato in tela, formato 11,5 x 18 cm., di pag. 1184, con fig. 54. - Vol. I - 2ª edizione - Ed. Hoepli, 1926 - Prezzo L. 85.
- C. GUTTON. — *Radiotechnique générale*. — Un volume, formato 15,5 x 23 cm., di pag. 572, con 303 illustrazioni. — Librairie J. B. Baillière & Fils - Rue Hautefeuille, 19, Paris (VI).
- J. FISCHER-HINNEN. — *L'électrotechnique des praticiens*. — Un volume formato 16,5 x 25 cm., di pag. 615, con 332 figure. — Ed. Dunod. - Paris, Rue Bonaparte, 92 (VI).
- G. DE COLLE - E. MONTU' — *Ricevitori neutrodina*. - Teoria e costruzione. — Manuale Hoepli, di pag. 119, con 67 figure, 1926. - Prezzo L. 12.
- MANLIO MAZZOCCHI. — *Avvolgimenti delle macchine elettriche a corrente continua ed alternata* - Terza edizione con 900 illustrazioni. Un volume, formato 16,5 x 24 cm., di pag. 601 - Ed. U. Hoepli, Milano, 1927.
- CORRADO RUGGIERO. — *Utilizzazione delle acque per irrigazione*. — Un volume, formato 18 x 25,5 cm., di pag. 490 con 331 figure. Casa Edit. Dott. A. Milani - Padova, 1926 - Prezzo L. 50.
- A. SCHÖNBERG ed E. GLUNK. — *Landes Elektrizitätswerke*. — Un volume, formato 20 x 28 cm. con 395 pagine e 144 figure. — Ed. R. Oldenbourg - Monaco e Berlino, 1926 - Prezzo 26 marchi.
- A. MAUDUIT. — *Installations électriques à haute et basse tension*. — Due volumi, formato 16,5 x 25 cm., di pag. 1366. — Ed. Dunod, Paris, Rue Bonaparte, 92 (VI). Senza indicazione di prezzo.
- H. E. DANCE. — *Notes on the induction motor*. — Un volumetto legato in tela, formato 12,5 x 19 cm., di pag. 152 con 70 figure. — Oxford University Press - London - Humphrey Milford — Prezzo 6 scellini netto.
- L. GAY. — *Les Mathématiques du Chimiste*. — Un volume, formato 16,5 x 25 cm., di pag. 268 con 62 figure. - Librairie Scientifique J. Hermann - Paris - Rue de la Sorbonne, 6. Senza indicazione di prezzo.
- LUIGI LOMBARDI. — *Corso teorico-pratico di elettrotecnica*. - Quarta ediz. - Due volumi di complessive pag. 1511 con 500 figure e 29 tav. - Casa Editrice Dr. Francesco Vallardi - Prezzo L. 170.
- J. CALAME - D. GADEN. — *Théorie des chambres d'équilibre*. - Un volume legato in tela, formato 16 x 23 cm., di pag. 271 con 35 figure e 15 abachi intercalati nel testo. — Ed. «La Concorde» - Lousanne - Jumelles, 4 - Cauthier-Villars, Paris, 55, Quai des Grands Augustins (62).
- E. MORELLI. — *Costruzioni elettromeccaniche*. - Vol. III., Sez. 2ª. - Un volume formato 16,5 x 25 cm. di pag. 287 con 50 tavole. Un. Tip. Ed. Torinese, 1926 - Prezzo L. 60.

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani (*)

- N. 208887 — PASSERINI L.: Controllore elettrico per interruttore comandato a distanza. - 7-3-1922.
- N. 230371 — PAVOLINI E.: Interruttore per circuiti elettrici con scatto a piani inclinati. - 7-5-1924.
- N. 209047 — PERNOT F. E., RICH L. J.: Perfezionamenti relativi all'utilizzazione di correnti alternate. - 31-3-1922.
- N. 209048 — Gli stessi: Perfezionamenti relativi a, ed applicabili alla telegrafia multipla. - 31-3-1922.
- N. 230366 — PINESCHI L.: Amplificatore regolatore per stazioni ricevitori radiotelefoniche e radiotelegrafiche. - 13-5-1924.
- N. 209214 — PIVA A. C.: Elemento attivo a dilatazioni a elevato coefficiente di temperatura per limitatori di correnti e apparecchi analoghi. - 14-4-1922.
- N. 206856 — PLANER V.: Perfectionnements apportés aux dispositifs pour déterminer par le système du pont de Wheatstone, la position des défauts dans les câbles ou conducteurs isolés. - 17-1-1922.
- N. 206170 — RAGAZZONI A.: Macchina elettrica a corrente continua senza collettore. - 2-12-1921.
- N. 230345 — RAIMONDI F.: Limitatore sfasatore di correnti elettriche alternate. - 3-5-1924.
- N. 208623 — THE RELAY AUTOMATIC TELEPHONE Cy Ltd.: Perfectionnements aux installations de communications téléphoniques automatiques ou semi-automatiques. - 6-3-1922.
- N. 208804 — La stessa: Perfectionnements apportés aux systèmes téléphoniques. - 30-3-1922.
- N. 209264 — RICHARD GINORI Soc. Ceramica: Isolatore a sospensione per linee di trasporto elettriche. - 20-4-1922.
- N. 206226 — ROCCA A. V.: Sistema di conduttura elettrica con contatto a pressione per locomotori e simili. - 15-4-1922.
- N. 205952 — SACHSENWERK LICHT-UND KRAFT A. G.: Interruttore ad olio per corrente polifase e specialmente per corrente alternata. - 15-12-1921.
- N. 209464 — La stessa: Système de capsulage des bagues collectrices des machines électriques. - 12-4-1922.
- N. 230418 — SAMARA' D.: Amplificatore telefonico. - 9-5-1924.
- N. 209412 — SIEMENS HALSKE A. G.: Sistema di collegamento per linee d'intercomunicazione fra sotto-centrali in particolare centrali di qualsiasi sistema e centrali a funzionamento automatico. - 6-4-1922.
- N. 197613 — La stessa: Metodo di montaggio dei rinforzatori telefonici. - 9-4-1921.
- N. 208402 — La stessa: Sistema di collegamento per telegrafia multipla a mezzo di correnti alternate di varia frequenza. - 15-3-1922.
- N. 206191 — SIEMENS SCHUCKERT WERKE GESELLSCHAFT mit BESCHRANKTER HAFTUNG: Cavo elettrico con isolamento stratificato esente da scariche e da radiazione. - 8-12-1921.
- N. 206196 — La stessa: Disposizione di protezione per isolatori ad alta tensione di impianti elettrici di precipitazione. - 9-12-1921.
- N. 208731 — La stessa: Disposizione per escludere automaticamente le sezioni guaste in impianti per la distribuzione in energia elettrica. - 22-3-1922.
- N. 209658 — La stessa: Sistema per fissare degli organi metallici a isolatori a sospensione. - 15-4-1922.
- N. 230478 — La stessa: Dispositivo per la protezione di circuiti elettrici con azionamento ad aria compressa. - 9-5-1924.
- N. 208692 — THE SINGER MANUFACTURING Cy: Reostato. - 18-3-22.
- N. 208612 — SOC. AN. ETABLISSEMENT DE DION BOUTON: Dispositif de réglage automatique des dynamos d'éclairage. - 3-3-1922.
- N. 207980 — SOC. AN. POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDES M. LEBLANC-VICKERS: Machines électriques à grande vitesse. - 11-3-1922.
- N. 208388 — SOC. DES ACCUMULATEURS EL.: Perfectionnements aux batteries d'accumulateurs électriques. - 13-3-1922.
- N. 229676 — SOC. FRANCAISE RADIO-ELECTRIQUE: Nuovo montaggio antiparassita fondato sullo spostamento di fase variabile delle perturbazioni rispetto all'onda del segnale. - 17-4-1924.
- N. 181606 — SOC. GLEICHRICHTER A. G.: Dispositif protecteur pour redresseurs à vapeurs métalliques. - 2-1-1922.
- N. 230318 — SOULIER A.: Perfezionamenti nei condensatori elettrici. - 10-5-1924.
- N. 209358 — STRAUSS S., BRANDT W.: Dispositivo per la misura di resistenze molto alte o di forze ionizzatrici. - 1-4-1922.
- N. 230437 — STRELOW W.: Sistema di comando per contatori di correnti alternate secondo il principio di Ferraris. - 15-5-1924.
- N. 177244 — VAN VIERSEN & C.: Fer à souder pour lignes électriques. - 20-6-1919.
- N. 201339 — VIZZINI G.: Tasto doppio per telegrafo. - 20-7-1921.
- N. 298135 — VOLPATI P.: Innovazione negli interruttori a parete. - 24-3-22.

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Fumero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20% di sconto sulle tariffe normali sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali).

- N. 188000 — THOMSON HOUSTON COMPAGNIE FRANCAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDES: Innovazioni negli apparecchi per la produzione di correnti alternate. - 30-5-1920.
- N. 188019 — La stessa: Perfezionamenti nei e relativi agli apparecchi elettrici a vuoto. - 30-6-1920.
- N. 188020 — La stessa: Nouveau système de redresseur électrique. - 30-8-20.
- N. 188030 — La stessa: Perfectionnements dans et relatifs aux systèmes de radio-communication. - 30-6-1920.
- N. 188031 — La stessa: Perfezionamenti nei processi e negli apparecchi per trasformare la frequenza di correnti elettriche. - 30-6-1920.
- N. 188034 — La stessa: Système de reception à pont dans les radiocommunications. - 30-6-1920.
- N. 188036 — La stessa: Perfectionnements dans le système de signalation sans fils. - 30-6-1920.
- N. 188040 — La stessa: Perfezionamenti nei e relativi ai sistemi di segnalazione senza fili. - 30-6-1920.
- N. 188044 — La stessa: Perfezionamenti nella e relativi alla radiocomunicazione. - 30-6-1920.
- N. 196321 — VOULGRE A.: Enrouleur de fils téléphoniques. - 25-3-1921.
- N. 209405 — WESTERN ELECTRIC ITALIANA: Matière magnétique pour conducteurs de lignes téléphoniques ou télégraphiques pupinistes. - 6-4-1922.
- N. 209448 — La stessa: Perfectionnements apportés aux systèmes de signalisation par ondes porteuses à haute fréquence. - 11-4-1922.
- N. 229639 — La stessa: Perfezionamenti nei sistemi elettrici ricevitori di onde. - 15-4-1924.
- N. 229705 — La stessa: Perfezionamenti dei circuiti dei tubi a scarica di elettroni. - 19-4-1924.
- N. 178423 — WESTINGHOUSE ELECTRIC & MANUFACTURING Cy: Perfezionamenti negli isolatori elettrici. - 18-9-1919.
- N. 230562 — WILHELM J. HOFMANN: Serrafilo a glifo. - 19-5-1924.
- N. 230349 — WURSTENBERGER F.: Processo per la protezione di parti metalliche di impianti di macchine collegate conduttivamente con la terra a mezzo di condotti di acqua, dalle influenze nocive delle correnti vaganti, e apparecchio per attuare detto processo. - 3-5-1924.
- N. 206514 — BARBIERI A.: Istrumento musicale orchestrale elettrico. - 4-1-1922.
- N. 207195 — CATTANEO A.: Sistema ed apparecchio per movimento elettrico per grammofoni in genere a trasmissione snodata. - 3-2-1922.
- N. 230404 — KORISTKA C.: Selettore ottico. - 7-5-1924.
- N. 230462 — LANDIS & GYR A. G.: Dispositivo scrivente per apparecchi destinati ad eseguire registrazioni ad intervalli particolarmente per apparecchi elettrici. - 7-5-1924.
- N. 207179 — BIASINI A.: Portalampe universale per lampadine elettriche ad attacco Edison. - 2-2-1922.
- N. 206546 — BOFFELLI A.: Fanale elettrico con moltiplicatore di intensità proiettante due luci, bianca e colorata, a volontà di chi l'usa. - 5-1-1922.
- N. 189514 — BROWN T. H. A.: Perfezionamenti nei reggi-paralumi per lampadine elettriche. - 10-7-1920.
- N. 188023 — COMPAGNIE FRANCAISE POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDES THOMSON HOUSTON: Perfectionnements au façonnage des filaments des lampes à incandescence. - 30-6-1920.
- N. 188050 — La stessa: Innovazioni nella e relativi alla fabbricazione di lampade elettriche ad incandescenza. - 30-6-1922.
- N. 208641 — DELMASTRO A.: Congiunzione di sicurezza tra lampadine elettriche e porta lampadine. - 10-3-1922.
- N. 208679 — Lo stesso: Congiunzione di sicurezza tra lampadine elettriche. - 18-3-1922.
- N. 208982 — DE LORENZI A. e E.: Processo e mezzo per la fabbricazione di lampade elettriche. - 8-3-1922.
- N. 203183 — DI LEGGE A.: Apparecchio avvisatore delle fughe di gas. - 18-3-1922.
- N. 206437 — DUHANOT E.: Machine à fabriquer les allumettes. - 17-1-22.
- N. 208627 — HOLOPHANE Soc. An. Franc.: Globe en verre pour l'éclairage. - 6-3-1922.
- N. 209288 — KEEL C.: Générateur d'acétylène. - 22-4-1922.
- N. 209025 — LUMA WERKE (Soc. An.): Disposizione di oscuramento di proiettori elettrici. - 25-3-1922.
- N. 188743 — MYGATT OTIS A.: Perfectionnements aux verrines à prismes pour l'éclairage. - 8-7-1920.
- N. 189143 — OPTISCHE ANSTALL C. P. GOERZ A. G.: Regolatore differenziale per lampade ad arco specialmente per proiettare. - 3-7-1920.
- N. 189146 — La stessa: Dispositivo di regolazione per elettrodi rotativi specialmente per proiettori. - 3-7-1920.
- N. 230369 — OFFICINE GALILEO: Perfezionamenti nella distribuzione di luce nei proiettori elettrici. - 6-5-1924.
- N. 208651 — PHILIPS N. V. GLOELAMPENFABRIEKEN: Culot pour lampe électrique avec douille. - 11-3-1922.
- N. 207440 — BOSCH R.: Boite à camus pour appareil d'allumage électrique à fermeture à bayonnette. - 6-2-1922.
- N. 208951 — ZALLI G.: Nuovo sistema di trazione delle candele steeae ricche in paraffina, ecc. allo scopo di raffinarle rendendole bianche, opache ed aumentando queste di resistenza alla fusione. - 11-3-1922.
- N. 209274 — AVIROVIC A.: Fornello elettrico perfezionato. - 20-4-1922.
- N. 230273 — BONA A. G.: Riscaldatore elettrico per liquidi. - 30-4-1924.
- N. 230315 — BROWN BOVERI & C. A. G.: Spina di raccordo ad appoggio per portaresistenze di forni elettrici. - 7-5-1924.

Errata - corrip

N. 28 del 5 Ottobre 1926.

Come il lettore avrà facilmente rilevato, nella lettera inviata dal Prof. L. LOMBARDI alla Redazione a proposito degli accumulatori leggeri tipo Pouchain, è stata invertita la numerazione delle figure 3 e 4.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Riunioni e manifestazioni internazionali.

Durante il recente Congresso di Brescia, qualcuno ebbe incidentalmente a lamentare l'eccessiva frequenza delle riunioni tecniche internazionali e di quelle elettrotecniche in particolare; nè, in tesi generale, l'osservazione apparve infondata. Prima della guerra, all'infuori della Commissione Elettrotecnica Internazionale, (C. E. I.) che, coi suoi parecchi lustri di vita è senza dubbio l'organismo più serio del genere, ma che si manteneva, allora, in un campo d'azione piuttosto limitato, non si aveva che il Congresso internazionale delle Applicazioni elettriche, triennale, il quale si riunì per l'ultima volta negli Stati Uniti nel 1914 quando già era scoppiata la conflagrazione. L'iniziativa non fu più ripresa ma, in cambio, mentre le riunioni della C. E. I. si intensificavano, sorsero la *Conférence internationale des Grands Réseaux*, con riunioni biennali a Parigi, la *World Power Conference* che si è riunita in settembre per la seconda volta a Basilea e che tende a diventare periodica, e, più recentemente, l'*Union internationale des producteurs et distributeurs d'énergie électrique*, (Union) che ha tenuto in ottobre il suo primo Congresso a Roma. Iniziative tutte lodevoli, formalmente miranti a scopi specifici diversi, ma che sostanzialmente si traducono in altrettanti congressi *vieux style* con tendenza inevitabile, per quanto saviamente contenuta, a sovrapporsi alla C. E. I. nelle sue funzioni di normalizzazione internazionale. Assai probabilmente si manifesterà prima o poi una reazione contro questa frequenza di riunioni internazionali che implicano notevolissimo dispendio di tempo e di energie a rendimento molto limitato; ma intanto conviene seguire la tendenza, cercando di valorizzare i lati buoni che tali riunioni senza dubbio presentano: i rapporti amichevoli e le relazioni di affari che esse promuovono fra i tecnici dei vari Paesi, e lo stimolo ch'esse danno alla produzione tecnica.

*

Così, mentre si lavora alla preparazione della IV Sessione della *Conférence des Grands Réseaux* (Parigi, giugno 1927) sono stati pubblicati in questi giorni gli atti della terza Sessione. Sono due grossi volumi, che meriterebbero più ampio esame e che rivelano nel loro contenuto una ricca serie di relazioni e di studi sommamente pregevoli, che non poterono certo essere apprezzati al loro giusto valore nell'affrettata esposizione e nella ancor più affrettata discussione seguita a Parigi nel 1925.

Della seconda Sessione della *World Power Conference*, svoltasi a Basilea contemporaneamente al nostro Congresso di Brescia, diamo notizia in questo numero, riservandoci di ritornare con maggior ampiezza sul gruppo di memorie relative alla trazione elettrica che sono apparse veramente di grande interesse.

Anche della prima manifestazione della U. N. I. O. N. diamo cronaca in questo numero, desumendola dall'organo ufficiale della nuova associazione.

*

Della riunione della C. E. I. tenutasi a New York lo scorso aprile ci occupiamo pure ancora in questo numero, con gli ultimi rapporti dei delegati italiani e con la nota del Prof. Lom-

BARDI sull'organizzazione del Bureau of Standards che si inquadra felicemente fra le « impressioni di America » presentate durante la Riunione di Brescia.

*

Ma, in fatto di riunioni internazionali, più che al passato, giova guardare all'avvenire, almeno per noi italiani. L'anno venturo, in occasione del Centenario Voltiano, si avranno a Como la riunione della C. E. I., e congressi internazionali di fisica, elettrologia, telegrafia e telefonia. Ai tecnici italiani incombe l'obbligo non solo di assolvere degnamente alla loro funzione di ospiti; ma di affermare, coll'importanza e colla serietà dei loro contributi, il valore della produzione tecnico scientifica nazionale.

Nuove formule per l'isteresi ferromagnetica.

Di anno in anno la conoscenza delle proprietà dei materiali ferromagnetici si estende e si affina; ormai, per gli usi ordinari della tecnica, e specie per il caso della magnetizzazione semplicemente alternativa, quale si verifica prevalentemente nei nuclei dei trasformatori, lo studio del comportamento magnetico può farsi di regola con approssimazione soddisfacente. E' noto tuttavia, che le leggi che governano questi fenomeni non si prestano ad una rappresentazione analitica, la quale risponda ad un tempo alle due esigenze: 1) di una semplicità, che permetta di usarla comodamente in ulteriori sviluppi analitici; 2) di una fedeltà, che consenta di ottenere per tale mezzo risultati abbastanza approssimati. Molti tentativi sono stati fatti per dedurre convenienti espressioni analitiche sia attraverso nuove interpretazioni teoriche dei fenomeni ferromagnetici, sia per via puramente empirica; e se il valore scientifico dei due procedimenti è evidentemente diverso, il risultato, purchè davvero utilizzabile dalla pratica, potrebbe essere egualmente vantaggioso.

In realtà solo la notissima legge dello Steinmetz, di cui sono state messe più volte in rilievo le limitazioni, ma che ha il pregio di una grandissima semplicità, ed in parte anche la legge del Kennelly, che serve talvolta per determinare in via di extrapolazione la permeabilità dei materiali nei campi molto intensi, hanno trovato cittadinanza nella tecnica. Per quasi tutti gli altri problemi, relativi alle applicazioni del ferromagnetismo, si è costretti a ricorrere ai procedimenti grafici. Certo la forma del ciclo d'isteresi mal si presta ad una rappresentazione analitica, che sia ad un tempo semplice e fedele; così che i tentativi che mirano a vincere tale difficoltà riescono sempre interessanti. Su uno di essi riferisce, in una nota che pubblichiamo in questo fascicolo, il Prof. BARTORELLI. Egli ha preso le mosse dalla nota considerazione del modo di variare del campo e della magnetizzazione in funzione di un parametro ausiliario (che è di solito il tempo); ma, ammessa per il primo una variazione armonica semplice o sinoidale, ha pensato ad attribuire alla seconda una legge di variazione più complessa e particolarmente definita, che permette di giungere ad una forma di ciclo d'isteresi molto rassomigliante a quella sperimentale e suscettibile di espressione analitica e di integrazione approssimata.

IL "BUREAU OF STANDARDS", DEGLI STATI UNITI

L. LOMBARDI



Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell'A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

Il *Bureau of Standards* degli Stati Uniti venne costituito per deliberazione del Parlamento nel 1901, come Istituto Nazionale di Standardizzazione alla dipendenza del Ministero del Commercio, in esecuzione dell'articolo della Costituzione, il quale concedeva al Congresso la facoltà di fissare i campioni normali dei pesi e delle misure.

Esisteva in verità già in precedenza un vecchio *Ufficio di Pesi e Misure*, incaricato di fornire i campioni ai diversi Stati; ma i suoi mezzi si erano da tempo riconosciuti insufficienti per l'adempimento delle nuove attribuzioni.

Esempi analoghi erano d'altronde già forniti da altre Nazioni, essendosi col trattato del 20 maggio 1875 deliberata la costituzione dell'*Ufficio Internazionale di Pesi e Misure* a Sèvres in Francia, il cui successo indusse la Germania a fondare nel 1887 la *Physikalische Technische Reichsanstalt* a Charlottenburg, seguita dodici anni dopo dal *Laboratorio Nazionale di Fisica* a Teddington in Inghilterra.

Del Bureau americano venne affidato l'impianto al Dr. S. W. Strattan, che lo diresse fino al 1923, ed ebbe per successore il Direttore attuale, Dr. G. K. Burgess.

La vita dell'Istituto durante questi venticinque anni è contrassegnata da uno sviluppo continuo dei suoi mezzi materiali e delle sue attribuzioni tecniche, a cui si è accompagnato un costante incremento delle ricerche, per cui oggi esso è meritatamente considerato come uno dei centri di attività più importanti nel campo scientifico, e degli strumenti più efficaci per il progresso della industria americana.

La prima e più importante Divisione custodisce i campioni nazionali, e controlla le misure delle grandezze fondamentali di lunghezza, peso, volume e tempo, su cui sono fondate tutte le altre. La seconda assolve tutte le misure relative alle grandezze elettriche e magnetiche, inclusa la fotometria, l'elettrochimica, i sistemi di protezione e le radiocomunicazioni.

Una divisione si occupa di tutti i problemi e le misure relative al calore ed alla sua trasmissione e trasformazione; una di quelli dell'ottica; una delle applicazioni chimiche; una della meccanica, acustica e aeronautica; una della metallurgia; una della ceramica; una dei materiali da costruzione e degli altri di uso comune; una dei problemi di edilizia. Un Consiglio Federale, a cui sovrintende lo stesso Direttore del Bureau, si occupa sistematicamente delle specificazioni tecniche che interessano il Governo Centrale e gli altri Enti pubblici, tenendo a base i risultati delle esperienze ivi eseguite, ed il parere degli esperti.

Il Bureau è in stretto contatto con l'Ufficio Internazionale dei Pesi e Misure di Sèvres, e con gli altri grandi Laboratori nazionali per la risoluzione dei problemi di interesse generale. In nome e per mandato del Governo Federale esso sovrintende alla verifica sistematica dei materiali e degli apparecchi di misura, e ne detta le norme nell'interesse degli Stati singoli, i quali inviano ogni anno i loro Delegati ad una Conferenza Nazionale per discutere tutti i problemi relativi. Carri speciali, equipaggiati con pesi normali, vengono periodicamente inviati dal Bureau nelle principali stazioni per il controllo delle bilancie ferroviarie. Nell'interesse delle Amministrazioni municipali esso assume la verifica degli strumenti di misura, delle correnti disperse nel suolo, dei motori e freni degli automobili, ed emette pareri sui problemi edilizi e su quelli concernenti i servizi d'acqua, di gas e di illuminazione, la viabilità ed i pericoli d'incendio.

In contatto anche più intimo è la Direzione del Bureau con la grande famiglia degli Esperti, i quali ad essa ricorrono per la verifica dei loro strumenti, la risoluzione dei loro problemi tecnici, e l'esame e il perfezionamento delle loro invenzioni. A sua volta il Bureau invia i propri funzionari come esperti per lo studio di problemi tecnici e scientifici, e per la collaborazione nei lavori collegiali, promossi da altri Enti e Associazioni, con che si favorisce la diffusione della cultura, e si raccolgono sempre nuovi elementi di interesse generale.

Nella circolare 296, emanata quest'anno, è ampiamente illustrato il servizio speciale, che il Bureau ha organizzato nell'interesse dell'industria mediante la istituzione degli *Associati alle ricerche*; questo trae origine da una disposizione statutaria del 12 aprile 1892, onde fu autorizzato l'uso dei mezzi scientifici e tecnici di ricerca, appartenenti al Governo, in vantaggio dei privati. Nello stesso atto costitutivo del 1901 venne pertanto ammessa l'assunzione da parte del Bureau di un certo numero di questi associati, i quali superarono in principio la decina, ma oggi raggiungono la sessantina.

Ogni industria o gruppo di industrie affini può chiedere alla Direzione del Bureau, nel proprio interesse, l'ammissione di un Membro associato alle ricerche, proponendone la Persona, o rimettendosi per essa alla proposta del Bureau. La Persona designata è in genere fornita di titoli di studio, atti a comprovare la sua competenza in materia, e l'attitudine alle ricerche che essa deve intraprendere.

Approvata la nomina, l'Associato entra a far parte del corpo speciale addetto alle ricerche, e resta soggetto al Regolamento generale del Personale interno, con tutti i privilegi relativi, ricevendo il suo compenso dal gruppo industriale che lo ha mandato. Egli viene perciò assegnato ad una delle Divisioni, e al capo di essa deve sottomettere il programma del suo lavoro; può peraltro intervenire alle riunioni del corpo tecnico, e consultare gli specialisti che lavorano nei campi affini.

Approvato il programma dalla Direzione e dal gruppo industriale interessato, ogni mese viene a questo trasmesso un rapporto sopra l'andamento della ricerca, e la relazione definitiva può essere accolta fra le pubblicazioni dell'Istituto, o trasmessa per la stampa ad altre Riviste speciali. Processi elaborati nel corso della ricerca possono essere liberamente utilizzati dall'industria, dal governo e dal pubblico, e non possono essere coperti da patente senza il vincolo della libera disponibilità predetta.

Alla data attuale 36 organizzazioni industriali mantengono nel loro interesse 61 associati alle ricerche presso il Bureau, il quale mette a loro disposizione le preziose risorse dei suoi mezzi sperimentali, unitamente al consiglio ed all'esperienza di tutto il suo Personale specializzato nelle discipline più disperse. La Biblioteca è fornita di 28.000 volumi e 600 riviste tecniche e scientifiche; ma il Bureau ha libero accesso alla Biblioteca del Congresso, che possiede 3 milioni di volumi e fascicoli, 200.000 carte e migliaia di periodici, nonché alle altre principali Istituzioni tecniche e scientifiche degli Stati Uniti.

Il Bureau provvede anche mediante un apposito Comitato a impartire Corsi annuali di istruzione sopra argomenti, variati ogni anno, la cui frequenza è titolo per il conseguimento di gradi speciali presso le Università, e facoltativa per tutti gli Associati alle ricerche.

Nella circolare predetta sono riassunte alcune notizie relative alle principali organizzazioni industriali, che hanno ricorso mediante i loro Delegati alla collaborazione del Bureau of Standards, e ne hanno tratto nella risoluzione dei loro problemi tecnici singolare vantaggio. Figurano fra di esse l'Associazione del Cemento Portland, che mandò sette specialisti a studiarvi i problemi fondamentali relativi alla costituzione chimica e struttura interna del cemento; l'Associazione Americana delle Ferrovie Elettriche, che vi fece sperimentare i diversi procedimenti di giunzione delle rotaie, e ottenne notevoli perfezionamenti nei metodi di saldatura elettrica; diversi gruppi di industrie metallurgiche e di costruzione, che vi fecero elaborare nuovi procedimenti e applicazioni, ecc.

In appendice alla circolare è una lunga lista di lavori originali, pubblicati dai Membri del Bureau, associati alle ricerche nello interesse delle varie industrie, e un elenco completo di questi Membri associati, e dei Gruppi industriali e delle altre organizzazioni, che ne promossero l'assunzione e provvidero al loro mantenimento. La Direzione del Bureau giustamente ritiene che le spese, per questo incontrate, siano ridondate, nei riguardi dei promotori e dell'economia generale del Paese, in un beneficio incalcolabile.

A fianco di questa Organizzazione di carattere prevalentemente tecnico il Bureau ha sviluppato con inusitata grandiosità di mezzi quella della pura ricerca scientifica, soprattutto nei campi affini alla creazione e conservazione dei campioni di misura, per la quale si è assicurata la collaborazione di valorosissimi scienziati. Così la rettifica dei campioni di lunghezza venne ricondotta alla misura diretta delle lunghezze d'onda delle diverse radiazioni, nella quale si è raggiunta l'approssimazione di un millesimo di ångström, cosicchè le viti e i calibri campione poterono essere rettificati a meno di un quaranta-

millesimo di mm. Le stesse misure di lunghezza d'onda forniscono elementi preziosi per l'analisi spettrale delle sostanze e per lo studio della struttura atomica, nonché per la risoluzione di problemi importanti su la trasmissione del calore.

Mediante la osservazione dei battimenti, ottenuti dalle oscillazioni elettriche di due circuiti, uno dei quali contiene un condensatore ad armature piane e parallele, si è resa possibile la valutazione ultramicrometrica di spostamenti dell'ordine di un bilionesimo di pollice, e si è resa possibile la verifica dei calibri con l'approssimazione di un milionesimo.

Mediante una spirale rotante nel campo terrestre si è creata una bussola preziosa per l'aviazione. Con un micropirometro venne determinata la temperatura di fusione di piccolissime quantità di metallo. Con un radiometro ultrasensibile si poterono determinare le radiazioni termiche dei pianeti Venere, Marte e Giove.

Ricerche importanti vennero istituite su la conservazione dei campioni di resistenza elettrica e di capacità, e nuovi campioni vennero creati per tutte le principali grandezze fisiche da misurare. Nuovi procedimenti vennero elaborati per le verifiche sistematiche degli apparecchi e dei materiali, sottoposti all'esame per conto del Governo Federale e degli altri Enti pubblici e privati, inclusi quelli d'impiego più comune, come le lampade elettriche, le bottiglie di vetro, le suole da scarpe, le gomme per automobili, i colori di tintoria, i termometri clinici, i vetri da microscopio, ecc.

Oltre alla esatta determinazione dei campioni di misura e delle costanti fisiche fondamentali, il Bureau ha infatti assunto fra le sue attribuzioni la determinazione dei campioni di qualità e di efficienza, che hanno una particolare importanza nelle transazioni commerciali (*Standards of quality and performance*), nonché delle normali di costruzione, impianto e funzionamento (*Standards of practice*) per tutti i rami della tecnica, intese a semplificare e definire i rapporti fra imprenditori e committenti. Pel suo tramite vennero unificati i tipi delle chincaglierie più in voga, delle scatole di imballaggio, delle pile a secco, delle lampade tascabili, dei saggianti per il latte, degli apparati telefonici, dei misuratori per l'acqua e per il gas, delle lampade per automobili, delle piastrelle da pavimento, dei mobili sanitari e di innumerevoli altri oggetti d'uso comune, con grande beneficio economico dei produttori e degli acquirenti. Le inchieste promosse a questo riguardo hanno permesso di constatare una economia generale nelle spese di produzione, che si eleva a una cifra fantastica.

Servizi importanti ha naturalmente reso il Bureau nel tempo di guerra, normalizzando i calibri per la produzione dei proiettili, e contribuendo alla risoluzione di tutti i problemi più importanti relativi ai trasporti, alle bocche da fuoco, ed ai servizi di aeronautica, radiocomunicazioni, ecc.

Il Bureau annovera ora 750 persone impiegate, tra cui 90 di sesso femminile; 70% è addetto a lavori professionali. I compensi oscillano fra 1800 e 7500 dollari per il personale tecnico e scientifico; fra 900 e 3000 per quello tecnico di aiuto; fra 1140 e 7500 per il personale amministrativo, e fra 600 e 3000 per quello di custodia.

Il Bureau è situato sopra una collina naturale al nord-ovest di Washington, a 5 km. dalla Casa Bianca ed a 100 m. di altezza sul fiume Potomac. Esso occupa ora venti edifici, per metà di carattere provvisorio, destinati a esperimenti. Gallerie sotterranee servono di intercomunicazione, e per i servizi di distribuzione idrica, elettrica e di gas da illuminazione, riscaldamento e refrigerazione. Impianti in scala ridotta servono alla produzione per esperimenti di carta e stoffe, cemento e porcellana, zucchero e sostanze chimiche, metalli e gomma, vetro e materiali fotografici.

I lavori pubblicati dall'origine superavano alla metà del 1925 i 1200, suddivisi in due grandi collezioni di Lavori Scientifici e di Lavori tecnologici, ognuna delle quali comprendeva circa 18 volumi di 150 pagine ognuno, oltre ad altre raccolte di manuali, di norme tecniche e di indole mista, ed a numerosi lavori pubblicati in altre riviste.

Ogni anno il Direttore compila una Relazione al Segretario del Dipartimento del Commercio sopra i lavori compiuti o in corso.

Il Rapporto del Direttore attuale per l'anno 1924-25 accentua l'importanza dei lavori compiuti dalla Divisione dei pesi e misure nella graduazione dei nastri metrici impiegati dagli Uffici Geodetici, nella verifica delle bilancie granarie e ferroviarie, e delle luci tassate per la misura del petrolio e nel controllo degli apparecchi cronometrici; dalla Divisione elettrica nella preparazione di strumenti campione per la misura di correnti intense e di altissime tensioni, nella verifica delle lam-

pade a incandescenza, nella trasmissione di onde di lunghezza normale, nello studio delle correnti vaganti e dei dispositivi di protezione, e nel controllo magnetico delle funi d'acciaio; dalla Divisione termica nella misura delle pressioni del vapore acqueo ad alta temperatura, nella prova dei motori di aviazione, nella determinazione dei coefficienti di trasmissione del calore, dei poteri calorifici dei petroli e nel controllo dei freni per automobili; dalla Divisione ottica nell'analisi spettrale, nella fotografia interna delle canne da schioppo, nella valutazione radiometrica delle temperature dei pianeti, nell'analisi atomica mediante i raggi di brevissima lunghezza, nella determinazione della sensibilità delle lastre fotografiche, nella preparazione degli zuccheri (*levulosa*) e nello studio delle deformazioni termiche del vetro; dalla Divisione chimica nell'assaggio dei materiali da costruzione, nella preparazione di nuove specificazioni, nello studio della migliore utilizzazione del gas, nei depositi galvanici di nichel e di cromo, nella purificazione del platino, nelle verniciature ad alluminio; dalla Divisione meccanica nelle verifiche degli ascensori, nelle misure di trasmissione del suono attraverso alle pareti, nelle esperienze di aeronautica e sulla resistenza dei materiali metallici; dalla Divisione delle costruzioni sulla resistenza della carta, delle funi e delle travi di cemento armato, su la durata delle gomme di automobili, su la conservazione dei marmi e sui materiali da concia; dalla Divisione metallurgica sul comportamento delle leghe e degli acciai, sui fenomeni di corrosione e di occlusione gasosa, sui metodi di tempera, e su la fusione e lavorazione del platino; dalla Divisione ceramica nello studio di molte varietà di feldspati e nella preparazione di materiali refrattari, nella protezione delle coppie termoelettriche e nel paragone delle proprietà chimiche e fisiche del vetro di diversa composizione; e dalle altre Divisioni mediante nuove e più semplici specificazioni e norme di costruzione e impiego dei materiali, e la compilazione delle statistiche e delle pubblicazioni di carattere scientifico e tecnologico.

La spesa complessiva nell'anno predetto oltrepassò i due milioni di dollari, compresi 167.000 posti a disposizione da altri dipartimenti per ricerche speciali; un quarto della somma complessiva è devoluta per gli stipendi al personale, la cui cifra media è stata elevata da 1800 a 2200 dollari annui.

Il numero dei saggi eseguiti per conto dei privati fu nell'anno di 51.000 e per conto del Governo 56.000, oltre a 64.000 eseguiti a scopo di ricerca e di standardizzazione, con che il numero totale dei saggi si eleva a 171.000. L'ammontare complessivo delle indennità si è elevato per le prove richieste dai privati a 43.000 dollari, per quelle del governo a 320.000 e per le rimanenti a 181.000, e così in totale a 544.000 dollari.

Il Direttore conclude il suo rapporto invocando l'impianto di una nuova centrale per la produzione dell'energia; la sistemazione del terreno di recente acquistato; la costruzione di un nuovo edificio per la grande bilancia campione, che deve servire alla verifica di quelle ferroviarie; l'aggiunta di un ufficio di sorveglianza sanitaria per il personale addetto a lavori pericolosi, come quelli delle fornaci e dei preparati di radio; l'aumento del personale di servizio; l'aggiunta di un ufficio speciale per la verifica di tutte le bilancie e gli strumenti di misura costruiti o introdotti negli Stati Uniti; l'eventuale impianto di altri Laboratori ausiliari di prova, oltre a quelli già esistenti a Denver, Northampton e San Francisco, ovvero l'ampliamento di taluno di essi, e segnatamente di quest'ultimo, per far fronte alle accresciute esigenze, soprattutto nei riguardi dei materiali e apparecchi che riguardano le forniture di Stato.

I Laboratori di Chimica e di Elettrotecnica del Bureau of Standards hanno sede in due edifici, ciascuno dei quali copre un'area di circa 60 x 20 m² e si estende per l'altezza di cinque piani, comprendenti ognuno una ventina di sale con un ampio corridoio centrale.

Se il Comitato Nazionale di Fisica pura e applicata, recentemente costituito in Italia, riuscirà a persuadere il Governo di prendere in seria considerazione la proposta di istituire anche nel nostro Paese un Laboratorio Nazionale di ricerche, col mandato di riprodurre e custodire i campioni delle principali unità di misura, non potrà evidentemente illudersi di ottenere in un termine assai breve di tempo un organismo così perfetto e complesso, del quale d'altronde non è nemmeno sentita la necessità, atteso che parecchie funzioni, esercitate in America dal Bureau of Standards, sono già in Italia disimpegnate da Istituzioni di carattere affine, poste alla dipendenza di singole Amministrazioni Centrali, come l'Istituto Superiore postale e telegrafico, quello Sperimentale delle Ferrovie dello

Stato, gli Istituti di Elettrotecnica e Radiotelegrafia del R. Esercito e della R. Marina, ecc.

Nello studio preliminare del grande problema è peraltro indispensabile che tutti i lati di esso vengano attentamente esaminati, ed a tale scopo può essere particolarmente istruttivo l'esempio di quelle Nazioni, che ci hanno preceduti in questa via, e che da molto tempo riconobbero l'enorme importanza di una simile Istituzione per il progresso scientifico ed economico di tutto il Paese.

□ CONSIDERAZIONI SULLA ISTERESI MAGNETICA □ □ □ □ □ □ □

ANTONIO BARTORELLI

SOMMARIO:

Cap. I. — INTRODUZIONE.

1. Scopo del lavoro.
2. Piano del lavoro.

Cap. II. — COMPOSIZIONE DI VETTORI OSCILLATORI ORTOGONALI.

3. Caso di due vettori variabili con legge sinusoidale e con ugual periodo (simili).
 - a) In accordo o in opposizione di fase.
 - b) Con differenza di fase diversa da 0 e da π .
4. Caso di due vettori oscillatori dissimili.
 - a) Definizione di un vettore variabile con legge ellittico-sinusoidale.
 - b) I due vettori componenti hanno una differenza di fase.
 - c) I due vettori componenti non hanno differenza di fase.
5. Equazione della curva risultante dalla composizione dei vettori dissimili.
6. Ricerca dei vettori componenti di una curva data.
 - a) Determinazione dei capisaldi della curva data.
 - b) Ricostruzione della curva con procedimento grafico.
 - c) Ricostruzione della curva con procedimento analitico.

Cap. III. — RAPPRESENTABILITÀ GRAFICA ED ANALITICA DELLA LEGGE DEL FENOMENO DI ISTERESI MAGNETICA.

7. Confronto di cicli sperimentali di isteresi magnetica con cicli teorici derivati dalla composizione di due vettori alternativi dissimili.
8. Legge proposta per l'isteresi magnetica.
9. Proprietà risultanti dalla legge proposta.

Cap. IV. — ENERGIA DISSIPATA NEL FENOMENO DI ISTERESI MAGNETICA.

10. Espressione generale dell'area racchiusa dalla curva del ciclo.
11. Calcolo dell'area del ciclo.
12. Formola generale per l'espressione dell'energia dissipata.
13. Formola approssimata per l'espressione dell'energia dissipata.
14. Applicazione della formola precedente al calcolo dell'area di alcuni cicli.
15. Deduzioni tratte dal calcolo precedente.
16. Significato geometrico delle formole esprimenti l'area del ciclo.
17. Confronto con la formola di Steinmetz e conclusione.

CAP. I. — INTRODUZIONE.

1. *Scopo del lavoro* — Nel ripetere col tubo di Braun le esperienze sulla isteresi magnetica, la mia attenzione è stata richiamata non tanto sull'andamento dei fenomeni quanto sulla rappresentabilità grafica ed analitica delle loro leggi.

Le considerazioni alle quali sono stato condotto mi sembrano non prive di importanza ed io mi propongo di esporle brevemente in questa Nota.

2. *Piano del lavoro.* — Presa in esame la composizione di vettori oscillatori ortogonali si richiama l'attenzione sopra il caso in cui uno dei vettori componenti non segua la legge sinusoidale, ma una legge più complicata che qui si definisce graficamente ed analiticamente. Si dimostra che allora la curva risultante somiglia per forma alla curva ciclica di isteresi magnetica dell'Ewing. Si stabilisce quindi il modo di determinare i vettori componenti quando sia data una curva ciclica del tipo della curva dell'Ewing.

Riprodotte dipoi numerose curve sperimentali, che hanno servito a tradurre graficamente i risultati delle ricerche fatte sulla isteresi magnetica da vari sperimentatori, si applicano ad esse i metodi sopra accennati per trovarne i vettori componenti. Tale ricerca è fatta nella ipotesi che dette curve possano considerarsi derivate da due vettori componenti come quelli suindi-

cati. Accanto a ogni curva sperimentale se ne traccia allora un'altra teorica come risultante dei due detti vettori componenti. Dal confronto loro risulta una quasi assoluta identità fra ogni curva sperimentale e la corrispondente curva teorica.

Se ne deduce la legge che esprime la intensità di magnetizzazione in funzione di quella del campo magnetizzante e si indicano alcune particolarità del modo di procedere del fenomeno di isteresi magnetica.

Si calcola, dopo di ciò, l'espressione della energia dissipata in un ciclo, pervenendo ad una formula generale assai semplice, che si trasforma, semplificandola ancora di più, quando sia ammissibile una minor precisione.

CAP. II. — Composizione di vettori oscillatori ortogonali.

3. — *Caso di due vettori variabili con legge sinusoidale e con ugual periodo (simili).*

a) In accordo o in opposizione di fase. — E' noto che, se si compongono due vettori ortogonali, variabili con legge sinusoidale, con ugual periodo e in accordo o in opposizione di fase, si ottiene un vettore fisso per posizione, oscillatorio in valore, con ugual periodo dei componenti e con un'ampiezza uguale alla somma geometrica delle ampiezze dei componenti e situato nella direzione della diagonale del rettangolo costruito sopra i vettori massimi componenti.

Se si riferisce il vettore risultante ai due assi coordinati ortogonali corrispondenti alle direzioni dei due vettori componenti, si può anche dire che il diagramma surricordato corrisponde alla proporzionalità che sussiste fra i vettori componenti in conseguenza della loro omogeneità.

b) Con differenza di fase diversa da 0 e da π . — Se i due vettori componenti, di data ampiezza, presentano una differenza di fase qualunque φ , si ottiene un vettore rotante che varia di lunghezza secondo la legge del raggio vettore di un'ellisse. Tale ellisse ha una eccentricità dipendente dal valore di φ e decrescente, al crescere di φ , dal valore 1 (caso limite dell'accordo di fase) fino ad un minimo corrispondente a $\varphi = \frac{\pi}{2}$ radianti. Questo minimo si verifica evidentemente per la ellisse che ha per semi-assi i vettori massimi componenti; come è pure evidente che tutti i valori possibili per la eccentricità sono compresi fra

i casi di $\varphi = 0$ e di $\varphi = \frac{\pi}{2}$.

Ora è opportuno rilevare subito che, se l'ellisse risultante (v. fig. 1) si riferisce a due assi coordinati cartesiani OX ed

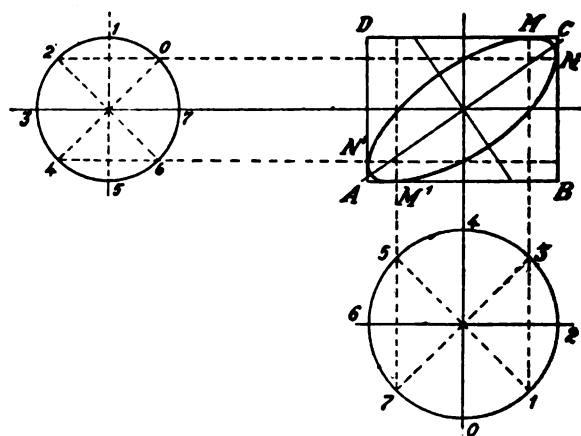


Fig. 1.

OY e se le ampiezze dei due componenti sono rispettivamente $2u$ e $2v$, i punti di massimo e di minimo della ordinata y corrispondono ai valori $\pm v$ e si presentano per le ascisse $\pm u \cos \varphi$. In questi due punti M ed M' la curva è tangente ai lati DC e AB del rettangolo $ABCD$ che la racchiude. Ma vi sono altri due punti N ed N' dove essa è tangente ai lati BC , AD ; questi punti corrispondono ai valori massimo e minimo di $x = \pm u$ e in essi manifestamente $y = \pm v \cos \varphi$.

Le differenze fra le ordinate del massimo e minimo e queste ultime sono espresse da $\pm v (1 - \cos \varphi)$, dipendono perciò da φ e quindi dalla eccentricità della ellisse, e precisamente decrescono in valore assoluto al crescere dell'eccentricità fino a che, per l'eccentricità 1, cioè per l'accordo di fase, quando la ellisse si chiude e si riduce al segmento di retta AC , si annullano. Allora i punti M ed N , così come M' ed N' , diventano coincidenti.

Da queste osservazioni trarremo profitto più avanti.

4. — Caso di due vettori oscillatori dissimili.

a) Definizione di un vettore variabile con legge ellittico-sinusoidale. - Dato, fig. 2, un cerchio di raggio a , costruiamo nel suo interno un'ellisse di semi assi a e b , con $b < a$, la quale abbia quindi per asse maggiore il diametro del cerchio e perciò sia tangente internamente al cerchio stesso negli estremi dell'asse maggiore. Consideriamo un punto P che percorra con moto uniforme il cerchio; il raggio vettore OP incontrerà l'ellisse in un altro punto Q il quale percorrerà la curva con moto vario; proiettiamo il raggio vettore variabile OQ dell'ellisse sul suo asse minore, otterremo un vettore alternativo che varierà con legge particolare, diversa dalla sinusoidale.

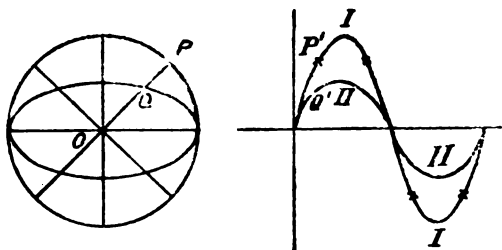


Fig. 2.

Propriamente, se indichiamo con ϱ il raggio vettore variabile dell'ellisse, che è funzione dell'argomento ωt ($\omega = \frac{2\pi}{T}$ con T periodo della rotazione del raggio vettore OP), avremo per la proiezione suddetta:

$$1) \quad y = \varrho \sin \omega t.$$

E poichè notoriamente si può scrivere, per la teoria dell'ellisse,

$$2) \quad \varrho = \frac{ab}{\sqrt{a^2 \sin^2 \omega t + b^2 \cos^2 \omega t}}$$

avremo anche

$$3) \quad y = \frac{ab \sin \omega t}{\sqrt{a^2 \sin^2 \omega t + b^2 \cos^2 \omega t}}.$$

Se si disegna la immagine geometrica della funzione precedente $y = y(t)$ in un sistema di assi coordinati ortogonali (t, y) si ottiene la curva II, la quale ha un andamento somigliante a quello della corrispondente sinusoide I, ma naturalmente più appiattito. I valori massimi e minimi delle sue ordinate sono uguali a $\pm b$ anzichè a $\pm a$.

Chiameremo *ellittico-sinusoidale* il vettore precedentemente studiato.

Passiamo, dopo ciò, a studiare la composizione di due vettori alternativi ortogonali dissimili, uno dei quali sia sinusoidale e l'altro ellittico-sinusoidale.

b) I due vettori componenti hanno una differenza di fase φ . - I due vettori che si vogliono comporre sono ottenuti, come nella fig. 3, uno, e cioè il sinusoidale, dal cerchio inferiore e l'altro, cioè l'ellittico-sinusoidale dall'ellisse laterale. La differenza di fase φ corrisponde alla condizione che tanto il cerchio quanto l'ellisse siano percorsi nel verso anti-orario e che, mentre nell'ellisse il punto mobile si trova all'inizio del periodo, nell'abside di destra, nel cerchio invece si trovi in una posizione spostata angularmente dell'angolo φ rispetto all'estremo inferiore del diametro verticale.

In tal caso, indicando i due vettori componenti con x, y si dovrà scrivere:

$$4) \quad x = r \sin(\omega t + \varphi), \quad y = \frac{ab \sin \omega t}{\sqrt{a^2 \sin^2 \omega t + b^2 \cos^2 \omega t}}.$$

La eliminazione di t fra le due equazioni darà una relazione $y = y(x)$ che sarà l'equazione della curva risultante. Questa curva, costruita per punti, come è indicato nella fig. 3, assume la forma interessante che si vede nella figura stessa e che richiama subito alla mente quella della curva di isteresi magnetica dell'Ewing.

Se si cambia la differenza di fase oppure il rapporto fra r ed a o l'eccentricità dell'ellisse o più d'uno di questi elementi, manifestamente la curva si deforma alquanto, ma conserva sempre le stesse caratteristiche generali.

Vedremo poi se si tratti di pura somiglianza di forma oppure di un legame più intimo fra le curve così ottenute e i fenomeni di isteresi magnetica.

Intanto possiamo richiamare le osservazioni fatte nel Capitolo II al § 3 b). Infatti si possono dare facilmente le coordinate di alcuni punti notevoli della curva; poichè dalla ispezione della fig. 3 si rileva che:

i due punti di incontro con l'asse delle x corrispondono a $\pm x_0 = \pm r \sin \varphi$;

i due punti di incontro con l'asse delle y corrispondono a $\pm y_0 = \pm \frac{ab}{a} \sin \varphi$;

dove sia:

$$\varrho_0 = \frac{ab}{\sqrt{a^2 \sin^2 \varphi + b^2 \cos^2 \varphi}};$$

i punti di massimo e di minimo corrispondono evidentemente ad $y = +b$ e perciò anche ad $\omega t = \frac{\pi}{2}$ oppure ad $\omega t = \frac{3\pi}{2}$ da cui derivano le ascisse:

$$x = \pm r \cos \varphi;$$

e finalmente i punti corrispondenti ai valori massimo e minimo di x hanno le ascisse:

$$x = \pm r$$

da cui $\omega t + \varphi = \frac{\pi}{2}$ oppure $\omega t + \varphi = \frac{3\pi}{2}$ e perciò $\omega t = \frac{\pi}{2} - \varphi$ oppure $\omega t = \frac{3\pi}{2} - \varphi$, onde si deducono le ordinate:

$$y = + \frac{ab \cos \varphi}{\sqrt{a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi}}$$

Ora manifestamente la curva è tutta racchiusa nella striscia di piano compresa fra le parallele all'asse y , situate da esso alle distanze $\pm r$; cioè i punti di coordinate:

$$+r, + \frac{ab \cos \varphi}{\sqrt{a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi}}; -r, - \frac{ab \cos \varphi}{\sqrt{a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi}}$$

sono quelli nei quali può dirsi che la curva stessa da ogni lato retrocede; essi sono gli analoghi dei punti N ed N' della fig. 1 (v. § 3).

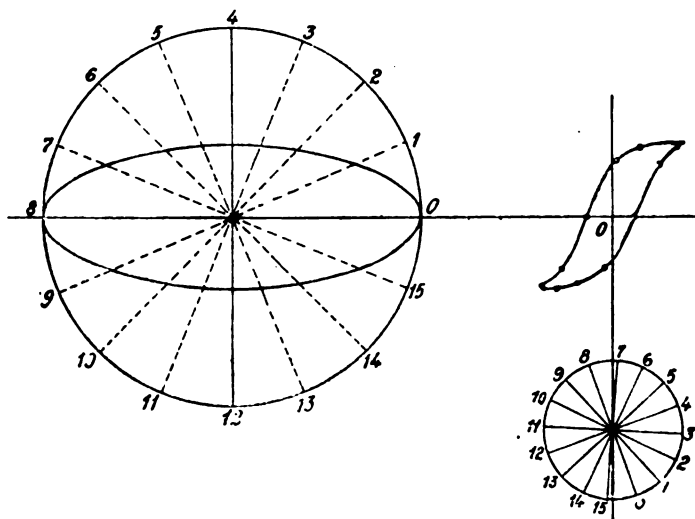


Fig. 3.

Nel linguaggio usato fin qui nello studio del fenomeno di isteresi magnetica essi corrispondono all'incirca ai becchi o vertici della curva, ammettendosi che siano due punti singolari, nei quali cioè si debbano considerare due tangenti distinte, e che corrispondano anche ai valori massimo e minimo dell'ordinata. Invece la curva precedentemente studiata non ha punti singolari; anche nell'intorno dei punti, di cui sopra sono state date le coordinate, si ha sempre una sola tangente, della quale si potrà dire soltanto che ivi cambia molto rapidamente direzione; inoltre ad essi non corrispondono le ordinate massime e minime, le quali ultime differiscono in valore assoluto dalle loro di:

$$b - \frac{ab \cos \varphi}{\sqrt{a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi}} = b \left(1 - \frac{a \cos \varphi}{\sqrt{a^2 \cos^2 \varphi + b^2 \sin^2 \varphi}} \right)$$

differenza dipendente manifestamente dalla eccentricità della ellisse e dallo sfasamento φ ; come ne differiscono le ascisse pure in valore assoluto di:

$$r - r \cos \varphi = r (1 - \cos \varphi).$$

Si ha dunque un comportamento somigliante a quello rilevato nella ellisse presa in esame nel § 3.

c) I due vettori componenti non hanno differenza di fase. - Se adoperiamo ancora, per definire i vettori componenti, il cerchio e l'ellisse e manteniamo il punto iniziale dell'ellisse nell'abside destra e poniamo quello del cerchio nell'estremo inferiore del diametro verticale i due rami della curva si sovrappongono, la curva si chiude passando per l'origine delle coordinate, come mostra la fig. 3 bis. Allora, in modo analogo a quanto

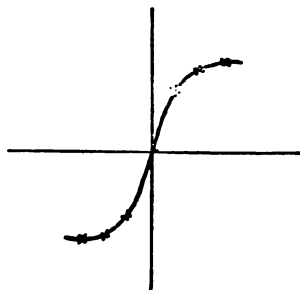


Fig. 3 bis.

abbiamo rilevato nel Cap. II al § 3 b), per quanto ha riguardo alla composizione di due vettori sinusoidali in accordo di fase, i punti di ordinata e di ascissa massima, così come quelli di ordinata e di ascissa minima, divengono coincidenti e corrispondono agli estremi della curva. La curva stessa può considerarsi come doppia e i detti estremi come i punti dove essa comincia a retrocedere.

5. — *Equazione della curva risultante dalla composizione dei vettori dissimili.*

Nel Cap. II al § 4 b), abbiamo stabilito le equazioni (4) dei vettori componenti, e cioè:

$$x = r \sin(\omega t + \varphi), \quad y = \frac{a b \sin \omega t}{\sqrt{a^2 \sin^2 \omega t + b^2 \cos^2 \omega t}}$$

fra le quali si deve eliminare t per avere l'equazione $y = y(x)$ della curva risultante.

La seconda di tali equazioni si può scrivere sotto forma:

$$5) \quad y = \pm \frac{b}{\sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2} \cot^2 \omega t}}$$

e dalla prima, se si esprimono $\sin \omega t$ e $\cos \omega t$ per $\cot \omega t$ si può ricavare $\cot \omega t$ in funzione di x ; e si ottiene precisamente:

$$6) \quad \cot \omega t = \frac{\pm \sqrt{r^2 - x^2} + r^2 \sin \varphi \cos \varphi}{x^2 - r^2 \sin^2 \varphi}$$

Elevando a quadrato i due membri e ponendo per brevità $\cot^2 \omega t = F$, si deduce dalla (6):

$$7) \quad F = \frac{x^2(r^2 - x^2) + r^2 \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi + 2 r^2 x \sqrt{r^2 - x^2} \sin \varphi \cos \varphi}{(x^2 - r^2 \sin^2 \varphi)^2}$$

Indicheremo con F_1 questa funzione nel caso del segno + e con F_2 quella col segno — ed osserveremo che, per x positiva, F_1 corrisponde ai valori maggiori ed F_2 ai valori minori; mentre per x negativa il segno che riunisce le due parti è solo apparentemente negativo.

Pertanto, con le posizioni fatte, la equazione cercata ed atta a rappresentare la curva risultante sarà la:

$$8) \quad y = \pm \frac{b}{\sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2} F}}$$

dove F è data in funzione della x dalla equazione (7).

Si può riconoscere come le equazioni (7) e (8) servano a darci tutti i punti della curva quando si osservi che questa può essere considerata formata da due branche identiche, situate rispettivamente sopra e sotto l'asse delle x oppure a destra e a sinistra dell'asse delle y , quando per altro una delle branche si pensi ribaltata. Se ci riferiamo allora alla branca superiore è opportuno prima considerare i valori di x compresi fra $r \sin \varphi$ ed r a cui corrispondono i valori di y del ramo più basso; per questi si dovrà prendere la funzione F_1 . Il ramo più alto corrisponderà invece ai valori di x compresi fra r e $-r \sin \varphi$,

e allora si dovrà considerare la funzione F_2 ; questa, come minore darà valori maggiori per y finché x è positiva (cioè per x compresa fra r e 0); mentre per x negativa, e compresa fra 0 e $-r \sin \varphi$, il segno —, che riunisce le due parti della F_1 , cambierà per effetto del segno negativo di x e così si otterranno le piccole ordinate comprese fra l'asse y e l'asse x , dalla parte negativa di quest'ultimo. Per avere poi la branca inferiore della curva basterà far corrispondere ad ogni punto della superiore un punto di coordinate opposte.

6. — *Ricerca dei vettori componenti di una curva data.*

a) *Determinazione dei capisaldi della curva.*

Quando sia data una curva della forma tipica della fig. 3 e si voglia esaminare se essa possa derivare dalla composizione di due vettori alternativi, rispettivamente sinusoidale ed ellittico-sinusoidale, si può procedere nel modo seguente.

L'esame della curva data permette di stabilire sul diagramma i valori $\pm x_0$ delle ascisse dei punti di incontro con l'asse delle x , i valori $\pm y_0$ delle ordinate dei punti di incontro con l'asse delle y , i valori $\pm b$ massimo e minimo delle ordinate e finalmente i valori $\pm r$ massimo e minimo delle ascisse.

Allora dal sistema:

$$9) \quad \begin{cases} r \sin \varphi = x_0 \\ \frac{a b \sin \varphi}{\sqrt{a^2 \sin^2 \varphi + b^2 \cos^2 \varphi}} = y_0, \end{cases}$$

che si può scrivere in base a quanto è stato detto nel Cap. II, § 4 b), si possono ricavare le due incognite φ ed a , per le quali si ottengono le espressioni:

$$10) \quad \begin{cases} \sin \varphi = \frac{x_0}{r} \\ a = \frac{b y_0}{x_0} \sqrt{\frac{r^2 - x_0^2}{b^2 - y_0^2}} \end{cases}$$

Alla seconda di queste formule si può dare anche la forma:

$$11) \quad a = \frac{y_0}{\left(\frac{x_0}{r}\right)} \sqrt{\frac{1 - \frac{x_0^2}{r^2}}{1 - \frac{y_0^2}{b^2}}}$$

sotto la quale si vede che propriamente a dipende da y e dai rapporti $\frac{x_0}{r}$ e $\frac{y_0}{b}$.

Dopo il rilievo dei punti notevoli sul diagramma e dopo la soluzione del sistema (9) si conoscono i semi-assi a e b dell'ellisse che serve a definire il vettore ellittico-sinusoidale, si conosce il raggio r del cerchio che deve corrispondere al vettore sinusoidale, come si conosce la differenza di fase φ fra i due vettori.

Per costruire allora la curva risultante si può procedere in due modi diversi.

b) *Ricostruzione della curva con procedimento grafico.* - Costruiti cerchio ed ellisse con gli elementi determinati come è detto di sopra, e tenendo conto della differenza di fase φ si può costruire per punti la curva, come è stato fatto nel § 4 b), del Cap. II.

c) *Ricostruzione della curva con procedimento analitico.* - Nella prima delle (4) (Cap. II, § 4 b), cioè nella:

$$y = r \sin(\omega t + \varphi)$$

si può porre:

$$12) \quad \omega t + \varphi = \beta$$

onde essa diviene:

$$x = r \sin \beta$$

da cui:

$$\log \sin \beta = \log x - \log r$$

la quale ci darà un valore di β compreso nel primo quadrante, appena sia fissato un valore di x .

Ma se poniamo che il cerchio di centro O sia quello che serve a definire il vettore componente sinusoidale, si scorge subito che ad una unica ascissa OX corrispondono sul cerchio due punti P e P' , relativi a due istanti diversi t e t' del periodo. (fig. 4).

Sia:

$$\hat{AO} P_0 = \varphi, \quad P_0 \hat{O} P_1 = \omega t, \quad P_0 \hat{O} P'_1 = \omega t',$$

dovrà essere anche manifestamente:

$$\omega t' + \varphi = 180^\circ - (\omega t + \varphi)$$

da cui:

$$\omega t' = 180^\circ - (\omega t + 2\varphi),$$

o anche per la (12):

$$14) \quad \omega t' = 180^\circ - (\beta + \varphi),$$

mentre la stessa (12) dà pure:

$$15) \quad \omega t = \beta - \varphi.$$

Ora nella (5) del Cap. II, § 5, cioè nella

$$y = + \frac{b}{\sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2} \cotg^2 \omega t}}$$

compare la funzione $\cotg^2 \omega t$, per la quale angoli supplementari danno lo stesso valore con lo stesso segno, onde segue che

$$\cotg^2 \omega t' = \cotg^2 (\beta + \varphi).$$

Dunque per calcolare i valori di y bisognerà servirsi dei valori assoluti di $\cotg \omega t = \cotg (\beta - \varphi)$ e di $\cotg \omega t' = \cotg (\beta + \varphi)$.

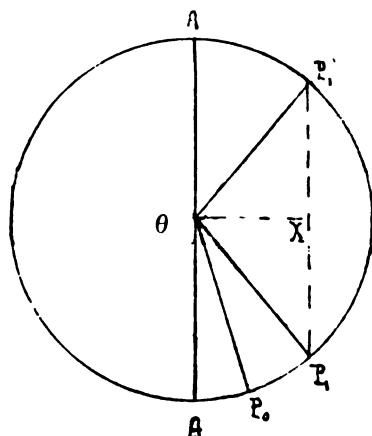


Fig. 4.

In quanto al modo di fare il calcolo di y osserviamo che, se si introduce l'angolo ausiliario θ per mezzo della relazione:

$$\frac{b}{a} \cotg \omega t = \tg \theta,$$

si può scrivere, salvo il segno,

$$y = \frac{b}{\sqrt{1 + \tg^2 \theta}} = b \cos \theta$$

da cui:

$$16) \quad \log y = \log b + \log \cos \theta,$$

dove $\log \theta$ è determinato per mezzo delle altre:

$$17) \quad \log \tg \theta = \log \cotg (\beta - \varphi) + (\log b - \log a),$$

oppure:

$$18) \quad \log \tg \theta = \log \cotg (\beta + \varphi) + (\log b - \log a).$$

Procedendo nel modo suesposto si può scegliere una successione di valori in progressione aritmetica per le ascisse e calcolare in corrispondenza due serie di valori per le ordinate y , delle quali quelle corrispondenti agli angoli $\beta - \varphi$ danno evidentemente il ramo inferiore, mentre quelle corrispondenti agli angoli $\beta + \varphi$ danno il ramo superiore.

Col procedimento indicato si possono dunque calcolare le coordinate dei punti della branca superiore; cambiando poi i segni delle coordinate stesse si avranno quelle dei punti della branca inferiore.

I valori così trovati si possono mettere a raffronto con quelli sperimentali.

Ma si può anche ricostruire la curva per punti servendosi delle coordinate suddette.

Cosicché concludendo, in un modo o nell'altro che si operi, si potrà dedurre, dal confronto fra la curva osservata e quella calcolata, se e in quale misura la seconda riproduca la prima e quindi se si possa considerare la prima come il risultato della composizione di un vettore sinusoidale e di uno ellittico sinusoidale.

CAP. III. — Rappresentabilità grafica ed analitica della legge del fenomeno di isteresi magnetica.

7. — Confronto di cicli sperimentali di isteresi magnetica con cicli teorici derivati dalla composizione di due vettori alternativi dissimili.

Ho preso in esame alcuni cicli sperimentali di isteresi magnetica ottenuti indipendentemente da vari sperimentatori, in epoche e in luoghi diversi; le relative curve sono riprodotte fedelmente nelle figure 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

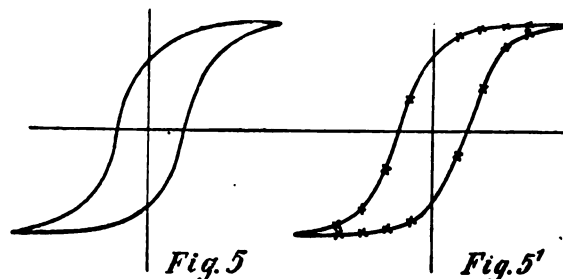


Fig. 5

Fig. 5'

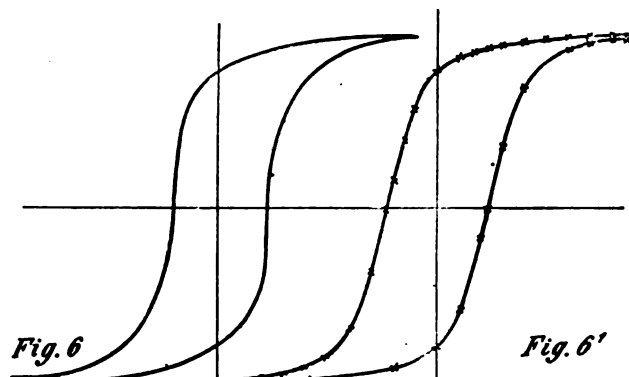


Fig. 6

Fig. 6'

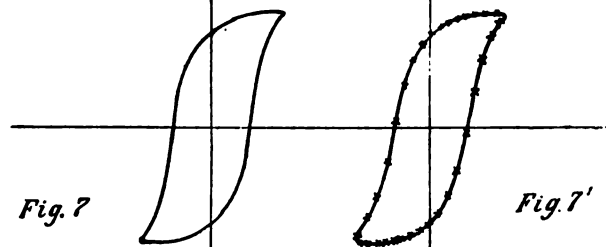


Fig. 7

Fig. 7'

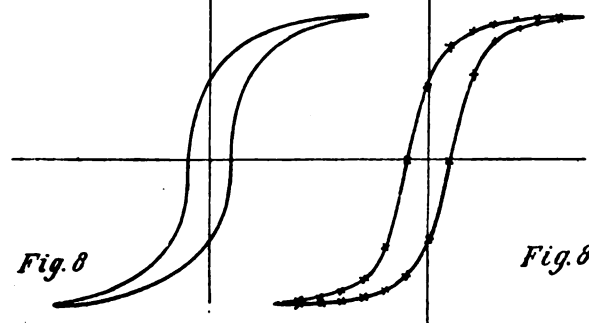


Fig. 8

Fig. 8'

(Le figure dei cicli dal n. 5 al n. 12 sono state ridotte rispetto all'originale a circa i 6/10 per esigenze tipografiche).

Per brevità indico, nella trattazione che segue, i detti cicli con un numero ed un nome; ma per precisare le pubblicazioni da cui sono stati tratti, dò qui le opportune indicazioni bibliografiche:

N. 1. CHWOLSON - Dal libro: D. Chwolson, Lehrbuch der Physik, Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1903; vol. IV, pag. 846, fig. 321.

N. 2. PIOLA-TIERI I - Dalla nota: F. Piola ed L. Tieri: Variazioni magnetiche prodotte nel ferro colla torsione. - Rend. Acc. Lincei, vol. XV, 1° sem. (1906), pp. 596-74, fig. 1.

N. 3. PIOLA-TIERI II - Dalla nota precedente, fig. 2.

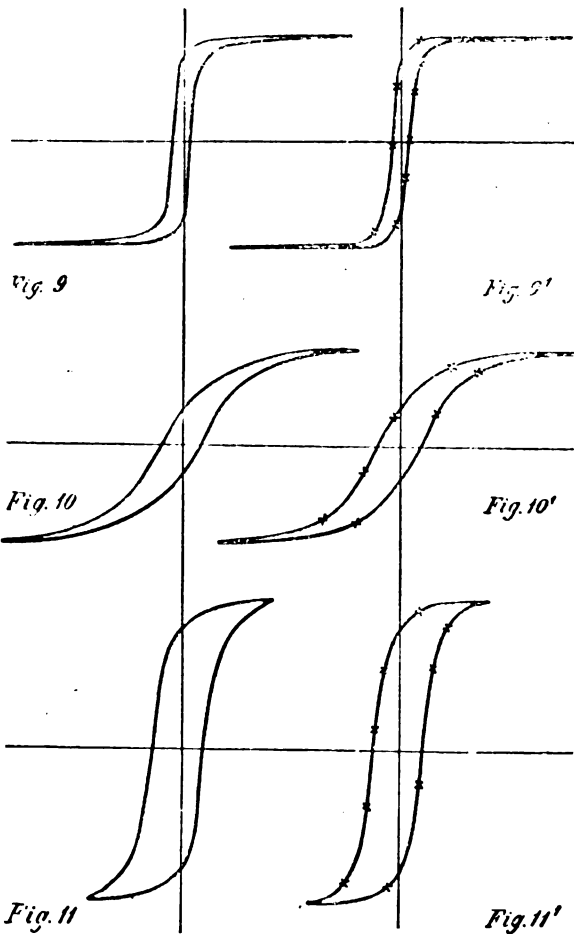
N. 4. LORENZ - Dalla nota: H. Lorenz: Magnetisierungskurve und Hysteresisschleifen-Zeitschrift für Technische Physik, seconda annata (1921), n. 3, pag. 63, fig. 1.

N. 5. GERARD I - Dal libro: E. Gerard, Leçons sur l'électricité - Paris - Gauthier-Villars, 1891, pag. 55, fig. 17.

N. 6. GERARD II - Dal libro precedente, pag. 55, fig. 17.

N. 7. GERARD III - Dal libro precedente, pag. 58, fig. 18.

Dalle dette figure sono state ricavate, col metodo indicato nel Cap. II, § 6 a), le costanti caratteristiche per ogni curva, cioè x_0 , r , y_0 , b , φ , ed a , poi, come è detto nello stesso § alla lettera c), sono state calcolate le curve teoriche. Esse sono riprodotte con grande cura nelle figure 5', 6', 7', 8', 9', 10', 11'. Le unità di misura adoperate per le lunghezze sono i millimetri, quelle per gli angoli i gradi.



La tabella I contiene la indicazione dei cicli contraddistinti con numero e nome, come è detto precedentemente, e i valori delle costanti suindicate, per mezzo delle quali sono state calcolate le coordinate dei punti delle curve teoriche.

TABELLA I.

Ciclo		Valori delle costanti dei cicli						
N.	Nome	x_0	r	y_0	b	φ	a	e
1	Chwolson	7.20	29.0	16.0	22.0	140.22'.26'',20	90.85	0.970
2	Piola-Tieri I	11.50	45.0	31.5	39.3	140.48'.23'',75	187.25	0.978
3	Piola-Tieri II	8.25	16.3	21.75	26.5	300.24'.24'',19	64.88	0.913
4	Lorenz	4.80	35.5	18.0	32.5	70.46'.14'',81	158.42	0.979
5	Gerard I	1.75	39.0	18.5	24.3	20.34'.18'',72	450.91	0.999
6	Gerard II	4.50	41.0	8.0	22.0	60.18'.4'',73	77.77	0.959
7	Gerard III	5.50	22.0	28.5	35.0	140.28'.40'',00	190.23	0.983

Malgrado la più diversa origine delle curve studiate, malgrado che la maggior parte di esse non sia stata riprodotta dalle memorie originali degli sperimentatori, ma da trattati dove esse sono alla loro volta riprodotte, malgrado le proporzioni più diverse fra le loro parti, la corrispondenza fra ogni curva sperimentale e la corrispondente teorica, che per rendere più facile e più dimostrativo il confronto le è stata disegnata a fianco, si rivela così marcata che non sembrerà esagerato chiamarla sorprendente.

La perfetta analogia di forma fra la curva ciclica di Ewing e quella ottenuta nel Cap. II, § 4 b), induceva già a ritenere probabile che non si trattasse di una semplice somiglianza. I confronti ora fatti danno un serio fondamento all'ipotesi che i cicli di isteresi magnetica derivino dalla composizione di due vettori alternativi uno dei quali sinusoidale e l'altro ellittico sinusoidale, il primo corrispondente al campo magnetizzante e l'altro all'intensità di magnetizzazione.

8. — La legge proposta per l'isteresi magnetica.

Dopo quanto è stato precedentemente esposto ed esaminato è lecito affermare che per i fenomeni di isteresi magnetica si presenta con un alto grado di probabilità come legge atta a rappresentarli quella espressa dalla formula (vedi Cap. II, § 5, formula 8).

$$19) \quad y = + \frac{b}{\sqrt{1 + \frac{b^2}{a^2} F}}$$

dove, secondo la (7):

$$20) \quad F = \frac{x^2 (r^2 - x^2) + r^4 \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi}{(x^2 - r^2 \sin^2 \varphi)^2} + \frac{2 r^2 x \sin \varphi \cos \varphi}{(x^2 - r^2 \sin^2 \varphi)^2}$$

Esa infatti, in seguito alle coincidenze segnalate, si manifesta come la più approssimata di quante ne sono state proposte fin qui.

9. — Proprietà risultanti dalla legge proposta.

Dalla legge proposta derivano alcune caratteristiche nello svolgimento della magnetizzazione ciclica che contraddicono vari punti ritenuti fin qui come fondamentali. E così:

1. — E' generalmente ammessa, per valori massimi del campo l'esistenza di due cuspidi, cioè di due punti singolari dove le tangenti avrebbero rispetto all'asse dei campi inclinazione minore che in qualunque altro punto della curva. Invece si è già rilevato nel Cap. II, § 4 b), che la curva corrispondente alla equazione (8) non ha punti singolari; la tangente, sempre unica, ruota rapidamente in prossimità dei valori massimo e minimo del campo, per invertire ivi il suo senso. E del resto un comportamento diverso è poco verosimile fisicamente, poichè è caratteristica generale dei fenomeni naturali che essi seguano con ritardo le cause che li producono, mentre qui la magnetizzazione raggiungerebbe il suo massimo insieme col campo.

2. — La magnetizzazione segue il campo con un ritardo costante, come è più verosimile fisicamente. Tale ritardo è legato al rapporto $\frac{a}{b}$ fra i due parametri che individuano il vettore ellittico sinusoidale e a quello $\frac{y_0}{b}$ dalla relazione:

$$21) \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{\frac{y_0}{b}}{\frac{a}{b} \sqrt{1 - \frac{y_0^2}{b^2}}}$$

In quanto al significato del secondo rapporto $\frac{y_0}{b}$ è chiaro che y_0 , valore delle ordinate dei punti di incontro della curva ciclica con l'asse delle y , esprime il magnetismo residuo, mentre b indica l'intensità massima di magnetizzazione, per cui $\frac{y_0}{b}$ è il rapporto fra l'intensità della magnetizzazione residua e quella della massima raggiunta nel ciclo.

Se poi si ricorda la (9) del Cap. II, § 6 a), se ne ricava

$$22) \quad \operatorname{sen} \varphi = \frac{x_0}{r}$$

ed anche:

$$23) \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{\frac{x_0}{r}}{\sqrt{1 - \frac{x_0^2}{r^2}}}$$

e poichè manifestamente r indica il valore massimo del campo e x_0 la forza coercitiva, così le (22) e (23) mostrano come si possa considerare il ritardo di fase φ anche come funzione del rapporto fra la forza coercitiva e il valore massimo del campo: rapporto che è in certo modo, per riguardo al campo, l'analogo

di quel che $\frac{y_0}{b}$ rappresenta per l'intensità di magnetizzazione.

3. — Poniamo $\frac{y_0}{b} = m$ e $\frac{x_0}{r} = f$, chiamando il primo rapporto magnetismo residuo percentuale e il secondo forza coercitiva percentuale, in quanto il primo è atto a mettere in evidenza la frazione dell'intensità di magnetizzazione massima raggiunta che è rappresentata dal magnetismo residuo, mentre

il secondo esprime il valore della forza coercitiva messo a raffronto con quello massimo raggiunto per la forza magnetizzante. Se confrontiamo allora le (21) e (23) se ne deduce, dopo semplici riduzioni:

$$m = \frac{f}{\sqrt{(1 - e^2) + e^2 f^2}}$$

dove e indica l'eccentricità della ellisse di semi-assi a e b .

Questa formola stabilisce un legame interessante fra m ed e, f .

Se poi rileviamo che f non è altro che $\sin \varphi$, la formola precedente diviene:

$$m = \frac{\sin \varphi}{\sqrt{(1 - e^2) + e^2 \sin^2 \varphi}}$$

e mostra in qual modo m è funzione di e e di φ , cioè del parametro e che indica in quale misura la legge della magnetizzazione si discosta da quella puramente sinusoidale e dell'altro parametro φ che indica il ritardo di fase con cui essa segue la forza magnetizzante.

4. — Una considerazione notevole che emerge da questo studio è quella che riguarda il massimo e il minimo della magnetizzazione e la posizione dei relativi punti. Dalla discussione fatta sulla curva esaminata nel Cap. II, § 4 b), e da quanto è detto in questo stesso § al n. 1°, risulta che non è necessario ritenere che i punti di massimo e di minimo della magnetizzazione corrispondano al massimo e al minimo del campo.

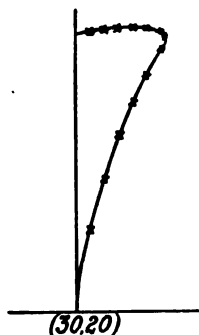


Fig. 12.

Qui vogliamo aggiungere un richiamo alla fig. 12 della Tav. II, dove il ciclo indicato con Piola-Tieri II nella tabella I è riprodotto in scala tripla nella porzione vicina ad uno dei punti in discussione, e precisamente a quello superiore. Dall'esame della figura risulta evidente quale deve ritenersi l'andamento delle cose in prossimità del punto di massimo del campo e di quello di massimo dell'intensità di magnetizzazione, e si desume anche la causa per la quale questa particolarità di andamento può essere sfuggita prima d'ora. Da un lato la opinione generalmente accettata (vedi per es.: F. Piola: *Rappresentazione armonica del ciclo di isteresi*; N. C. serie VI, T. XIV, p. 234), che il ciclo fosse costituito da due rami riunitisi in due punti doppi, dall'altro la piccola differenza fra il valore massimo della intensità di magnetizzazione e il valore di essa corrispondente al massimo del campo hanno potuto facilmente trarre in inganno e mascherare il fenomeno.

Messe così in evidenza le caratteristiche generali secondo le quali deve pensarsi proceda il fenomeno di isteresi magnetica, se si ritiene valida la legge indicata nel Cap. III, § 8, è opportuno osservare che non occorre avere tutta la curva del ciclo per ottenere gli elementi fondamentali atti a darci le qualità di un materiale a cui il ciclo sia riferibile. Infatti x_0 ed r possono essere facilmente determinati con l'esperienza, dato il loro significato di forza coercitiva e di valore massimo del campo; y_0 e b possono pure essere ottenuti con l'esperienza, in quanto rappresentano l'intensità della magnetizzazione residua e quella massima. Noti questi quattro valori, si possono facilmente calcolare a e φ e quindi si posseggono così tutti i parametri che entrano nelle (19) e (20), le quali servono a precisare il ciclo per quel dato materiale.

CAP. IV. — Energia dissipata nel fenomeno di isteresi magnetica.

10. — *Espressione generale dell'area racchiusa dalla curva del ciclo.*

È noto di quale interesse sia la conoscenza dell'energia dissipata per isteresi ad ogni ciclo, e quindi per ogni unità di

tempo, e come per avere quella relativa ad ogni ciclo sia necessario valutare l'area racchiusa entro la curva ciclica.

In questo paragrafo vogliamo trovare la formola generale atta ad esprimere la detta curva, quando si ritenga valida la legge proposta

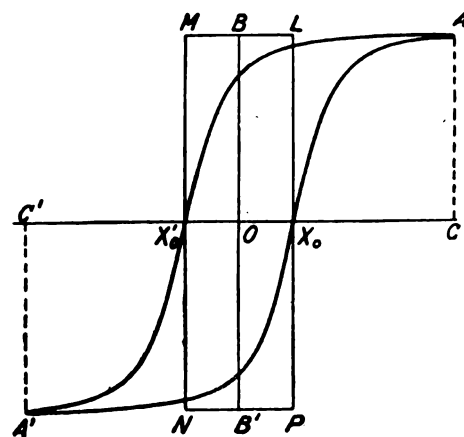


Fig. 13.

Poichè la curva della figura 13, Tav. II, consta di due parti uguali situate rispettivamente sopra e sotto l'asse delle x , basterà calcolare l'area relativa alla parte superiore e poi raddoppiarla. Essa a sua volta può riguardarsi come la differenza fra le aree delle due figure $X'_0 A C$ e $X_0 A C$.

Ora la prima di esse è data manifestamente da:

$$\int_{-r \sin \varphi}^{+r} y dx = \int_{-r \sin \varphi}^{+r} \frac{ab}{\sqrt{a^2 + b^2 F_2}} dx,$$

mentre la seconda è data da:

$$\int_{r \sin \varphi}^r y dx = \int_{r \sin \varphi}^r \frac{ab}{\sqrt{a^2 + b^2 F_1}} dx,$$

dove con F_2 ed F_1 si sono indicate rispettivamente le funzioni F relative al ramo superiore ed al ramo inferiore della curva (v. Cap. II, § 5).

Allora l'area racchiusa nel mezzo ciclo superiore risulterà espressa da:

$$\int_{-r \sin \varphi}^r \frac{ab}{\sqrt{a^2 + b^2 F_2}} dx - \int_{r \sin \varphi}^r \frac{ab}{\sqrt{a^2 + b^2 F_1}} dx;$$

raddoppiandola avremo quella racchiusa nell'intero ciclo, la quale esprimerà appunto l'energia dissipata per l'isteresi durante un periodo. Essa sarà dunque:

$$24) \quad S = 2 \int_{-r \sin \varphi}^r \frac{ab}{\sqrt{a^2 + b^2 F_2}} dx - 2 \int_{r \sin \varphi}^r \frac{ab}{\sqrt{a^2 + b^2 F_1}} dx.$$

11. — Calcolo dell'area del ciclo.

Per effettuare il calcolo si può peraltro procedere più comodamente per una via diversa. Partendo dalle due formule (4) del Cap. II, § 4 b):

$$\begin{cases} x = r \sin (\omega t + \varphi) \\ y = \frac{ab \sin \omega t}{\sqrt{a^2 \sin^2 \omega t + b^2 \cos^2 \omega t}} \end{cases}$$

osserviamo che:

$$dx = \frac{dx}{dt} dt = r \omega \cos (\omega t + \varphi) dt$$

e perciò il differenziale dell'area diviene:

$$y dx = \frac{r a b \omega \sin \omega t \cos(\omega t + \varphi)}{\sqrt{a^2 \sin^2 \omega t + b^2 \cos^2 \omega t}} dt.$$

Introdotta una nuova variabile γ , definita dalla relazione:

$$25) \quad \cos \omega t = \sin \gamma, \text{ ossia } \gamma = \frac{\pi}{2} - \omega t$$

avremo:

$$\sin \omega t = \cos \gamma \quad \text{e} \quad \omega \sin \omega t dt = -\cos \gamma d\gamma,$$

onde sviluppando e sostituendo si ottiene:

$$y dx = -r a b \frac{(\cos \varphi \sin \gamma - \sin \varphi \cos \gamma) \cos \gamma}{\sqrt{a^2 \cos^2 \gamma + b^2 \sin^2 \gamma}} d\gamma$$

che, se ricordiamo l'espressione dell'eccentricità e dell'ellisse, per cui:

$$a^2 - b^2 = a^2 e^2,$$

si può anche scrivere:

$$y dx = -r a b \frac{(\cos \varphi \sin \gamma - \sin \varphi \cos \gamma)}{a \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \gamma}} d\gamma$$

ossia:

$$y dx = -r b \cos \varphi \frac{\sin \gamma \cos \gamma}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \gamma}} d\gamma + r b \sin \varphi \frac{\cos^2 \gamma}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \gamma}} d\gamma$$

o anche:

$$y dx = -r b \cos \varphi \frac{\sin \gamma \cos \gamma}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \gamma}} d\gamma + \\ + r b \sin \varphi \frac{1}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \gamma}} d\gamma - r b \sin \varphi \frac{\sin^2 \gamma}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \gamma}} d\gamma.$$

Il primo di questi tre differenziali si può manifestamente scrivere anche:

$$\frac{r b \cos \varphi}{e^2} d \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \gamma};$$

e perciò integrando avremo, a meno di una costante arbitraria, che l'area risulterà espressa da:

$$26) \quad \int y dx = \frac{r b \cos \varphi}{e^2} \int d \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \gamma} + \\ + r b \sin \varphi \int \frac{1}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \gamma}} d\gamma - r b \sin \varphi \int \frac{\sin^2 \gamma}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \gamma}} d\gamma.$$

Indicando i tre integrali con I_1 , I_2 , I_3 , avremo subito:

$$I_1 = \frac{r b \cos \varphi}{e^2} \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \gamma};$$

gli altri due sono integrali ellittici.

I limiti fra i quali si deve eseguire la integrazione sono per ωt rispettivamente π e 0 , se si vuole che x vari da $-r \sin \varphi$ ad r e poi da r a $+r \sin \varphi$, e quindi per γ sono $-\frac{\pi}{2}$ e $+\frac{\pi}{2}$, in forza delle (25).

Allora l'integrale definito corrispondente a I_1 diverrà:

$$\left[I_1 \right]_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} = \frac{r b \cos \varphi}{e^2} \left[\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \gamma} \right]_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} = \\ = \frac{r b \cos \varphi}{e^2} \left\{ \sqrt{1 - e^2} - \sqrt{1 - e^2} \right\} = 0;$$

quello corrispondente a I_2 , dopo eseguita l'integrazione per serie:

$$\left[I_2 \right]_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} = r b \sin \varphi \left\{ 1 + \left(\frac{1}{2} \right)^2 e^2 + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \right)^2 e^4 + \right. \\ \left. + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \right)^2 e^6 + \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \right)^2 e^8 + \dots \right\} \pi$$

e finalmente quello corrispondente a I_3 :

$$\left[I_3 \right]_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} = r b \sin \varphi \left\{ \frac{1}{2} + \frac{3}{4} \left(\frac{1}{2} \right)^2 e^2 + \frac{5}{6} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \right)^2 e^4 + \right. \\ \left. + \frac{7}{8} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \right)^2 e^6 + \frac{9}{10} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \right)^2 e^8 + \dots \right\} \pi.$$

La somma algebrica dei tre integrali risulta quindi, secondo la (26):

$$\int_{-r \sin \varphi}^{+r \sin \varphi} y dx = \left[I_1 + I_2 - I_3 \right]_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} = r b \sin \varphi \left\{ \frac{1}{2} + \frac{1}{4} \left(\frac{1}{2} \right)^2 e^2 + \right. \\ \left. + \frac{1}{6} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \right)^2 e^4 + \frac{1}{8} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \right)^2 e^6 + \frac{1}{10} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \right)^2 e^8 + \dots \right\} \pi.$$

Ricordiamo ora che per la prima delle (9) del Cap. II, § 6, ad $r \sin \varphi$ si può sostituire x_0 , forza coercitiva, e che inoltre l'espressione precedente dà soltanto la metà dell'area cercata, per cui essa dev'essere raddoppiata; indichiamo perciò con S l'area totale e distribuiamo il fattore 2π ai singoli termini in parentesi, avremo:

$$27) \quad S = \left\{ \pi + \frac{\pi}{2} \left(\frac{1}{2} \right)^2 e^2 + \frac{\pi}{3} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \right)^2 e^4 + \frac{\pi}{4} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \right)^2 e^6 + \right. \\ \left. + \frac{\pi}{5} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdot \frac{7}{8} \right)^2 e^8 + \dots \right\} b x_0,$$

che si può scrivere in forma più raccolta:

$$28) \quad S = \left\{ \pi + \sum_s \frac{\pi}{s} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \dots \frac{2s-3}{2s-2} \right)^2 e^{2s-2} \right\} b x_0$$

per

$$s = 2, 3, 4, 5, \dots, n,$$

dove n si potrà prendere più o meno grande secondo l'approssimazione desiderata.

12. — *Formola generale per l'espressione dell'energia dissipata.*

La formola (27) e la (28) mostrano che S , e quindi l'energia dissipata, è funzione di b , intensità massima della magnetizzazione, di x_0 , forza coercitiva, e di e , eccentricità dell'ellisse corrispondente alla curva di magnetizzazione; che se la sostituzione di x_0 ad $r \sin \varphi$ non si effettua, allora anziché la dipendenza dalla forza coercitiva sarà messa in rilievo quella dal campo massimo e dal ritardo di fase della magnetizzazione sul campo.

Se poi si pone per brevità:

$$29) \quad \pi + \sum_s \frac{\pi}{s} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \dots \frac{2s-3}{2s-2} \right)^2 e^{2s-2} = A$$

la (28) prenderà la forma generale semplice:

$$30) \quad S = A b x_0,$$

dove A , a pari numero di termini considerati, varierà caso per caso a seconda del valore di e , sarà cioè funzione di e .

Il suo primo termine e i coefficienti delle successive potenze di e sono manifestamente di forma costante per ogni caso, cosicché i soli elementi variabili da un caso all'altro sono e , b ed x_0 ; oppure a , b , che caratterizzano il vettore alternativo della magnetizzazione, r , che individua il vettore alternativo del campo, e φ che dà il ritardo di fase fra i due.

13. — *Formola approssimata per l'espressione dell'energia dissipata.*

Se le costanti della A si calcolano con approssimazione fino alla sesta cifra decimale si ottiene l'espressione approssimata di A :

$$31) \quad A' = 3,141593 + 0,392699 e^2 + 0,147262 e^4 + \\ + 0,076699 e^6 + 0,046978 e^8 + 0,031710 e^{10} + \dots$$

nella quale la successione delle potenze di e si può spingere fino al grado voluto.

Per facilitare eventuali calcoli sono trascritti nella seguente Tabella II il valore del primo termine di A' e quelli dei coefficienti delle potenze di e fino alla 30^a, tutti con sei cifre decimali; di contro ad ognuno di tali numeri sono scritti i rispettivi logaritmi a sette decimali.

TABELLA II.
Coefficienti dello sviluppo di A' .

Numero d'ordine	Simboli	Coefficienti	Logaritmi	Potenze di e
1	k_1 (1)	3,141593	10,4971499	—
2	k_2	0,392699	9,5940599	e^2
3	k_3	0,147262	9,1680912	e^4
4	k_4	0,076699	8,8847899	e^6
5	k_5	0,046978	8,6718961	e^8
6	k_6	0,031710	8,5011998	e^{10}
7	k_7	0,022838	8,3586759	e^{12}
8	k_8	0,017231	8,2363146	e^{14}
9	k_9	0,013461	8,1291046	e^{16}
10	k_{10}	0,010806	8,0336999	e^{18}
11	k_{11}	0,008867	7,9477544	e^{20}
12	k_{12}	0,007406	7,8695591	e^{22}
13	k_{13}	0,006278	7,7978302	e^{24}
14	k_{14}	0,005390	7,7315788	e^{26}
15	k_{15}	0,004678	7,6700270	e^{28}
16	k_{16}	0,004098	7,6125518	e^{30}

(1) Il primo termine k_1 è eguale a π e si può considerare coefficiente di $e^0 = 1$.

Pertanto alla formola generale (30) si può sostituire l'altra approssimata:

$$32) \quad S = A' b x_0$$

dove A' è data dalla (31).

14. — Applicazione della formola precedente al calcolo dell'area di alcuni cicli.

Dalla tabella I si rileva che, dei sette cicli presi in esame sei hanno per l'eccentricità e valori abbastanza vicini; eccettuato infatti il 3°, Piola-Tieri II, per il quale si ha $e = 0,913$, gli altri hanno valori compresi fra 0,999 e 0,959 con una media uguale a 0,978, rispetto alla quale il più alto valore differisce di + 0,021 e il più basso di — 0,019. E' stata formata allora la tabella III coi valori dei primi 16 termini di A' con e rispettivamente uguale a 0,999 per il ciclo Gerard I, a 0,913 per il ciclo Piola-Tieri II e a 0,978 per un ciclo teorico che indicherò con — e media —. Nella successiva colonna, che porta la indicazione: somme parziali, sono scritte le somme dei termini di A' , fatte via via fino a quello che ha nella successione il posto indicato dal numero d'ordine corrispondente.

TABELLA III.

Ciclo Gerard I — $e = 0,999$			Ciclo Piola-Tieri II $e = 0,913$		Ciclo e media $e = 0,978$	
Numero d'ordine	Termini di A'	Somme parziali	Termini di A'	Somme parziali	Termini di A'	Somme parziali
1	3,141593	3,141593	3,141593	3,141593	3,141593	3,141593
2	0,391558	3,533151	0,327185	3,468778	0,375611	3,517204
3	0,146408	3,679559	0,102225	3,571003	0,134724	3,651928
4	0,076033	3,755592	0,044360	3,615363	0,067116	3,719044
5	0,046435	3,802027	0,022638	3,638001	0,039319	3,758363
6	0,032175	3,834202	0,012731	3,650732	0,025385	3,783748
7	0,022444	3,856646	0,007640	3,658372	0,017488	3,801236
8	0,016884	3,873530	0,004802	3,663174	0,012620	3,813856
9	0,013152	3,886682	0,003126	3,666300	0,009430	3,823286
10	0,010528	3,897210	0,002091	3,668391	0,007241	3,830527
11	0,008612	3,905822	0,001429	3,669820	0,005682	3,836209
12	0,007172	3,912994	0,000994	3,670814	0,004540	3,840749
13	0,006063	3,919057	0,000702	3,671516	0,003680	3,844429
14	0,005190	3,924247	0,000502	3,672018	0,003023	3,847452
15	0,004491	3,928738	0,000363	3,672381	0,002509	3,849961
16	0,003923	3,932661	0,000266	3,672647	0,002102	3,852063
		3,932661		3,672647		3,852063

Servendoci dei risultati offerti da questa tabella possiamo valutare con grande approssimazione quanto si trascura arrestandoci, col calcolo di A' , alla somma dei primi sedici termini. Infatti gli ultimi termini di ognuna delle tre successioni si può considerare che formino approssimativamente delle progressioni geometriche decrescenti con le ragioni medie, calcolate sugli ultimi quattro rapporti, eguali rispettivamente a 0,86006, 0,71864 e 0,82501. Allora, se chiamiamo R_n , la somma dei termini restanti dopo $1' n^\circ$ e fino all' ∞ , essa è data manifestamente da:

$$33) \quad R_n = k_n \frac{q}{1 - q},$$

dove k_n è $1' n^\circ$ termine della successione e q è la ragione della progressione. Nel nostro caso sarà:

$$\text{per il ciclo Gerard I: } R_{16} = 0,003923 \frac{0,86006}{1 - 0,86006} = 0,024110;$$

pari al 6,128 per mille della somma dei primi 16 termini;

per il ciclo Piola-Tieri II:

$$R_{16} = 0,000266 \frac{0,71864}{1 - 0,71864} = 0,000679,$$

pari al 0,185 per mille della somma dei primi 16 termini;

per il ciclo e media =:

$$R_{16} = 0,002102 \frac{0,82501}{1 - 0,82501} = 0,009910$$

pari al 2,573 per mille della somma dei primi 16 termini.

Sebbene il calcolo precedente sia soltanto approssimato pure esso serve a darci l'ordine di grandezza della parte che si trascura, in confronto di quella che si tiene in conto, e mostra come la somma dei primi 16 termini si possa ritenere sufficiente nella pratica. Onde si possono adottare come valori di A' per i tre cicli rispettivamente i seguenti:

$$\begin{aligned} \text{Per il ciclo Gerard I} & \quad A' = 3,932661 \\ \text{» » » Piola-Tieri II} & \quad A' = 3,672647 \\ \text{» » » « e media »} & \quad A' = 3,852063. \end{aligned}$$

15. — Deduzioni tratte dal calcolo precedente.

La forma di A' , espressione costituita da un termine costante e da una successione di termini contenenti le successive potenze pari di e , suggerisce il pensiero che i rapporti fra i valori di A' e quelli corrispondenti di e per ogni ciclo, dovendo decrescere al crescere di e nella prima parte, data da $\frac{\pi}{e}$, e dovendo invece manifestamente crescere nella seconda parte data da:

$$\begin{aligned} \frac{1}{e} \sum \frac{\pi}{s} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdots \frac{2s-3}{2s-2} \right) e^{2s-2} = \\ = \sum \frac{\pi}{s} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdots \frac{2s-3}{2s-2} \right) e^{2s-3}, \end{aligned}$$

abbiano a subire una variazione non molto sensibile da ciclo a ciclo, cioè per valori diversi di e .

Partendo da questa considerazione ho calcolato i rapporti $\frac{A'}{e}$ per i tre cicli precedentemente considerati trovando:

$$\begin{aligned} \text{per il ciclo Gerard I} & \quad \frac{A'}{e} = 3,936 \\ \text{» » » Piola-Tieri II} & \quad \frac{A'}{e} = 4,022 \\ \text{» » » « e media »} & \quad \frac{A'}{e} = 3,938. \end{aligned}$$

Se si lascia per un momento da parte il ciclo Piola-Tieri II, che non ha servito per calcolare la media di e e che si presenta eccezionale anche per il valore elevato di q , si vede che praticamente si può considerare costante il rapporto $\frac{A'}{e}$ per tutti gli altri sei cicli. Infatti quello Gerard I, che pure si discosta più di tutti gli altri dalla media eccentricità, dà per il rapporto $\frac{A'}{e}$ un valore che differisce da quello ottenuto con e media = appena di 0,002 pari al 0,507 per mille. Per tutti gli altri naturalmente lo scostamento è minore.

Possiamo allora assumere come costante il rapporto $\frac{A'}{e}$ e porlo eguale a 3,938 e quindi scrivere in via approssimata, per ognuno dei sei cicli:

$$34) \quad A' = 3,938 e.$$

Allora la espressione dell'area racchiusa dai cicli e quindi quella dell'energia dissipata viene data da:

$$35) \quad S = 3,938 e b x_0,$$

cioè risulta proporzionale alla eccentricità, alla magnetizzazione massima ed alla forma coercitiva.

In quanto al ciclo Piola-Tieri II, il rapporto 4,022 ad esso relativo differisce dalla media di 0,084 pari al 2,13 % di essa; sebbene dunque esso si presenti per più riguardi eccezionale,

pure permette ancora l'uso della formola ridotta (35) con una approssimazione che in taluni casi può essere accettabile.

Da quanto sopra è stato esposto si può dedurre che, se un gruppo di cicli corrisponde a valori della eccentricità che non differiscano troppo fra di loro, si può procedere in un modo assai semplice per calcolarne con sufficiente approssimazione l'area.

Determinata cioè la media dei valori di e , si può fare il calcolo di A' con detta media e poi quello di $\frac{A'}{e}$, che porremo in generale uguale ad η e che potremo considerare come costante per tutto il gruppo. Allora l'energia dissipata per ogni ciclo sarà espressa per mezzo della formola ridotta:

$$(36) \quad S = \eta e b x_0$$

dove, per ogni ciclo, e indicherà il rispettivo valore della eccentricità.

16. — *Significato geometrico delle formole esprimenti l'area del ciclo.*

Le formole precedentemente stabilite:

$$S = A' b x_0 \quad \text{ed} \quad S = \eta e b x_0$$

significano manifestamente che l'area del ciclo ha con quella $b x_0$ del rettangolo contenuto dai segmenti indicanti la magnetizzazione massima e la forza coercitiva il rapporto A' ovvero ηe . E i calcoli precedentemente riportati (Cap. IV, § 14), mostrano che tale rapporto è di poco inferiore a 4, ossia che l'area del ciclo è di poco inferiore a quella del rettangolo $4 b x_0$ (v. fig. 13, Tav. II).

Ma si può anche osservare che tutti i termini di A contengono il fattore π e cioè che si può scrivere:

$$A = \left\{ 1 + \sum_s \frac{1}{s} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdots \frac{2s-3}{2s-2} \right)^2 e^{2s-2} \right\} \pi$$

ossia, se poniamo:

$$1 + \sum_s \frac{1}{s} \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{5}{6} \cdots \frac{2s-3}{2s-2} \right)^2 e^{2s-2} = B,$$

anche:

$$A = B \pi.$$

Allora si avrà:

$$S = B \pi b x_0$$

dove manifestamente $\pi b x_0$ indica l'area dell'ellisse di semi-assi b , x_0 , con la quale quindi l'area del ciclo avrà il rapporto B .

Nel caso della formola approssimata (32) poniamo:

$$A' = B' \pi$$

e nel caso della ridotta (36) poniamo:

$$\frac{A'}{e} = \frac{B'}{e} \pi = \eta' \pi,$$

per modo che sia:

$$\eta' = \frac{B'}{e} = \frac{\eta}{\pi}$$

e i rapporti fra l'area del ciclo e quella della accennata ellisse saranno rispettivamente B' e $\eta' e$. Avremo dunque in generale:

$$(37) \quad S = \eta' e \pi b x_0.$$

Per il gruppo dei sei cicli considerati precedentemente sarà:

$$\eta' = \frac{\eta}{\pi} = \frac{3,938}{3,141593} = 1,253504$$

onde:

$$(38) \quad S = 1,253504 e \pi b x_0.$$

E, dati i valori trovati per e , risulta evidente come l'area del ciclo medio sia compresa fra quelle del rettangolo sopra indicato $LMNP$ e della ellisse di assi BB' e $X_0 X'_0$. Infatti l'area del rettangolo è uguale a $4 b x_0$, quella dell'ellisse con sufficiente approssimazione è uguale a $3,141593 b x_0$, mentre quella del ciclo è data, pure con sufficiente approssimazione, da $3,852063 b x_0$ (v. per A' la tabella III, penultima colonna). E' interessante anzi rilevare che questo valore è molto vicino a quello dell'area del rettangolo, perchè la loro differenza corrisponde soltanto al 3,84 % dell'area del ciclo.

17. — Confronto con la formola di Steinmetz e conclusione.

Prima di chiudere questa Memoria ricorderò la formola empirica proposta dallo Steinmetz per calcolare l'energia dissipata per isteresi, cioè la:

$$(39) \quad W = \eta B^{1,6}$$

dove, come è noto, W indica il numero di erg consumati per cm^3 durante un periodo, B l'induzione massima raggiunta, espressa in unità C. G. S. e η un coefficiente che, secondo lo Steinmetz medesimo, varia da 0,002 per il ferro molto dolce a 0,025 per l'acciaio temperato.

In detta formola, che del resto non è andata esente da critiche, compare esplicitamente soltanto l'effetto dell'induzione massima raggiunta; mentre tutte le proprietà del materiale sottoposto alla variazione ciclica della magnetizzazione sono racchiuse nel coefficiente empirico η . E pare, secondo gli studi del Gray ⁽¹⁾, dell'Ewing e Klaassen ⁽²⁾, quelli fatti nella Reichsanstalt di Charlottenburg ⁽³⁾ e quelli del Vallauri ⁽⁴⁾, che la formola di Steinmetz fornisca dei risultati soddisfacenti soltanto nella regione media dei cicli.

Invece una formola come la

$$S = \eta e b x_0$$

si presta a mettere in evidenza più completamente diverse proprietà del materiale. Infatti, mentre col mezzo di b vi è indicata l'intensità di magnetizzazione massima raggiunta, per mezzo della eccentricità e dell'ellisse che serve a definire il vettore ellittico-sinusoidale si ha la legge di magnetizzazione del materiale ciclizato; la forza coercitiva x_0 si collega col comportamento del materiale per quanto riguarda la larghezza del ciclo, cioè il ritardo di fase della magnetizzazione sulla forza magnetizzante, e quindi anche per quanto si attiene alla dissipazione di energia a pari magnetizzazione massima e a pari eccentricità.

Sarebbe opportuno quindi che nuove esperienze confrontabili fossero istituite con l'intendimento di controllare l'applicabilità della legge proposta nel § 8 del Cap. III ai diversi cicli, per tutte le utili deduzioni che si potranno trarre da detta legge, quando si cambino le condizioni in cui si svolgono i fenomeni di magnetizzazione ciclica ⁽⁵⁾.

E una particolare cura richiederà in tali esperienze lo studio dell'andamento del fenomeno in prossimità degli estremi del cappio che lo rappresenta. Infatti la Tabella IV contiene, per ognuno dei 7 cicli presi in esame, i valori delle coordinate del punto di ordinata massima messi a raffronto con quelli delle coordinate del punto estremo corrispondente (per i punti di ordinata minima e per i relativi estremi basta invertire i segni delle coordinate).

⁽¹⁾ TH. GRAY: Proc. Roy. Soc. London, t. LVI (1894), p. 48.

⁽²⁾ EWING e MISS G. KLAASSEN: The Electrician, 1894, aprile.

⁽³⁾ Zeitschr. für Elektr., t. XVI (1898), p. 70. Eclair. Electrique, t. XVIII (1899), p. 304.

⁽⁴⁾ Il Prof. G. VALLAURI ha pubblicato negli atti della Associazione Elettrotecnica Italiana e nel «Nuovo Cimento» molti pregevoli studi sul ferromagnetismo; cito fra gli altri:

Lamiera di ferro-silicio per macchine elettriche - Atti della Associazione Elettrotecnica Italiana, 1908.

Magnetizzazione del ferro per effetto di due campi ortogonali - Nuovo Cimento, 1910, serie V, vol. 19.

Isteresi del ferro nei cicli asimmetrici di magnetizzazione alternativa - Atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana, 1911.

Sulle relazioni fra i parametri del ferromagnetismo - Relazioni fra permeabilità ed isteresi - «L'elettrotecnica», 1917.

In detti studi sono presi in esame i cicli di isteresi ottenuti nel ferro in condizioni diverse e avendo di mira la risoluzione di particolari questioni interessanti la scienza e la tecnica.

Nota la competenza dello scienziato e l'abilità dello sperimentatore sarà senza dubbio interessante prendere in esame alcuni dei cicli da lui determinati per controllare l'applicabilità ad essi della legge sulla isteresi proposta in questa Memoria.

E' quanto mi propongo di fare prossimamente.

Ora mi limito a richiamare l'attenzione sull'interessante studio critico fatto dal Vallauri a riguardo della formola di Steinmetz, sia nella Memoria: *Sulle relazioni fra i parametri del magnetismo* (la quale contiene anche una estesa bibliografia sul ferromagnetismo), sia nello studio sui *cicli asimmetrici*.

⁽⁵⁾ Specialmente utili saranno gli studi di gruppi di cicli, ottenuti negli stessi materiali, per verificare se e come si possano ridurre i parametri da determinare per il calcolo dell'energia dissipata, e quindi per riscontrare se anche da questo punto di vista la formola

$$S = \eta e b x_0$$

possa considerarsi vantaggiosa in confronto con quella di Steinmetz.

TABELLA IV.

Ciclo		Ascisse			Ordinate			
N.	Nome	del massimo	del punto estremo	Differenze	del massimo	del punto estremo	Differenze	Differenze %
1	Chwolson	28,10	29,00	0,90	22,0	21,95	0,05	0,23
2	Piola-Tieri I	43,51	45,00	1,49	39,3	39,25	0,05	0,13
3	Piola-Tieri II	14,06	16,30	2,24	26,5	25,77	0,73	2,75
4	Lorenz	35,17	35,50	0,33	32,5	32,49	0,01	0,03
5	Gerard I	38,96	39,00	0,04	24,3	24,30	0,00	?
6	Gerard II	40,75	41,00	0,25	22,0	22,00	0,00	?
7	Gerard III	20,26	22,00	1,74	35,0	34,95	0,05	0,14

L'esame delle colonne delle differenze fa vedere quanto i punti di massimo e di minimo siano vicini ai corrispondenti punti estremi e come sia facile prendere per punti di massimo e di minimo gli estremi stessi; tanto che per i cicli 5° e 6° la differenza fra le ordinate non è avvertibile neppure alla seconda cifra decimale, per altri quattro va dal 0,03 al 0,23 % dell'ordinata massima, e soltanto per il 3° (ciclo Piola-Tieri II) raggiunge il 2,75 %, come si rileva dall'ultima colonna della tabella. E' per questa ragione che nel § 9 del Cap. III è stato scelto appunto tale ciclo per triplicarne le coordinate a partire da $x = 10$, $y = 26,15$ e per riprodurre ingrandito nella fig. 12, Tav. II il ramo compreso fra $x = 10$ e $x = 16,3$. Per tracciare detto ramo di curva, poichè le coordinate sono state triplicate, i limiti adottati per x sono stati 30 e 48,9; ma si è assunto come origine il punto di coordinate triplicate $x=30$, $y=20$, per cui il primo punto del ramo corrisponde a (30; 78,45), il punto di massimo a (42,18; 79,50) e il punto estremo a (48,90; 77,31).

Ora questo ciclo è particolarmente largo, in relazione alle altre sue dimensioni, e presenta una differenza di fase η che è più che doppia della maggiore degli altri cicli; esso ha quindi più accentuato che tutti i rimanenti un andamento atto a mettere in evidenza l'effetto del ritardo di fase della intensità di magnetizzazione sulla forza magnetizzante. Del resto anche i valori calcolati per gli altri cicli mostrerebbero tale effetto se si ingrandisse opportunamente la scala del relativo disegno.

L'importanza di una conclusione generale su questo punto richiede pertanto la massima attenzione nella determinazione delle coordinate dei punti di massimo e di minimo dell'intensità di magnetizzazione.

LA CONFERENZA DELL'ENERGIA MONDIALE (WORLD POWER CONFERENCE) A BASILEA

La Sessione parziale della Conferenza dell'Energia Mondiale (World Power Conference) è stata tenuta a Basilea dal 30 agosto all'8 settembre u. s.

Questa riunione, come è noto, aveva lo scopo limitato di esaminare e discutere alcune questioni che erano state prefissate nella riunione generale di Londra di due anni fa, e fu tenuta in occasione dell'Esposizione Internazionale delle Forze Idrauliche e della Navigazione Interna che ebbe luogo a Basilea la scorsa estate.

Gli argomenti in discussione erano cinque e precisamente:

Sezione A. — Utilizzazione delle forze idrauliche e navigazione interna.

In questa sezione furono presentate 42 memorie in prevalenza tedesche e svizzere. L'Italia presentò in questa sezione due memorie, una del Ministero dei LL. PP., preparata dal Prof. De Marchi e relativa all'attività del servizio idrografico, l'altra dell'Ing. Norsa sull'incidenza del costo dell'energia elettrica sulla produzione industriale.

Sezione B. — Scambi di energia fra diversi Paesi.

In questa sezione solamente sei memorie sono state presentate di cui tre svizzere, una danese, una francese ed una americana.

Sezione C. — Relazioni economiche fra l'energia prodotta idraulicamente e l'energia prodotta termicamente.

In essa Sezione furono presentate tredici memorie, di cui il maggior numero dalla Svizzera e dalla Svezia.

Sezione D. — Impiego dell'elettricità nei lavori agricoli.

Furono presentate tredici memorie fra le quali la sola Germania ne ha presentate cinque ed il Giappone due.

Sezione E. — Trazione elettrica ferroviaria.

Questa sezione raccolse quattordici memorie di cui due, una dell'Ing. Wechmann e collaboratori e l'altra dell'Ing. Huber Stockar e collaboratori, comprendono l'esame completo di quanto fatto rispettivamente in Germania ed in Svizzera nel campo della elettrificazione delle ferrovie.

Così pure l'Austria presentò un gruppo di quattro memorie che coprono tutto il lavoro fatto per la trazione elettrica in quel paese.

L'Italia in nessuna delle Sezioni B, C, D, E, ebbe a presentare memorie.

Le Ferrovie dello Stato presentarono tuttavia, a conferenza già aperta, una loro interessante monografia sulla elettrificazione delle Ferrovie dello Stato in Italia e di questa monografia daremo più ampia notizia a tempo opportuno.

Dall'Associazione degli Elettricisti Svizzeri, che faceva da padron di casa e che si era assunta l'organizzazione della Conferenza, è stato nominato, per ogni sezione, un relatore generale, col compito di riassumere le varie memorie presentate e dedurne le considerazioni da proporre all'Assemblea.

I relatori generali erano:

SEZIONE A.

E. Payot - Direttore dell'Azienda Elettrica Municipale di Basilea, per le utilizzazioni idroelettriche.

Dott. Ing. A. Strickler - Capo Sezione nell'Ufficio Federale delle Acque pubbliche - Berna per la Navigazione interna.

SEZIONE B.

J. Landry - Professore della Scuola di Ingegneria dell'Università di Losanna.

SEZIONE C.

Dottor A. Nizzola - Presidente della Società Motor-Columbus Baden.

SEZIONE D.

F. Ringwald - Direttore della Zentralschweizerischen Kraftwerke - Lucerna.

SEZIONE E.

Dott. E. Huber-Stockar - Ingegnere Capo Onorario della sezione per la elettrificazione delle Ferrovie Federali Svizzere - Berna.

Ciascuno di questi relatori ha presentato prima della Conferenza un proprio rapporto e ciò secondo le norme poste a base dell'organizzazione.

*

L'intervento di delegati da tutte le parti del mondo fu assai abbondante. Gli Stati rappresentati erano 39 ed i partecipanti diverse centinaia.

L'Italia era rappresentata, come è noto, da una Commissione presieduta dal Prof. Giuseppe Sartori, Presidente Generale dell'A.E.I. e rappresentante del Ministero dei LL. PP. Il Prof. Sartori, non potè presenziare alle sedute di Basilea in causa del contemporaneo Congresso di Brescia e delegò a rappresentarlo due Vice-presidenti dell'A. E.I., l'Ing. Del Buono ed il Prof. Soleri.

Gli altri rappresentanti italiani erano l'Ing. Bonomi per l'A.N.I.E.L., l'Ing. Civita per l'A.E.I.E., il prof. Fantoli, il Colonnello Grosso per il Ministero dell'Economia Nazionale, il Comm. Jacobini per le Ferrovie dello Stato, l'Ing. Norsa, pure per l'A.N.I.E.L., il Prof. De Marchi per l'Ufficio Idrografico del Ministero LL. PP., il Comm. Sacchi Lodispoto per il Ministero LL. PP. e l'Ing. Marco Semenza in rappresentanza dell'A.E.I. e del nostro giornale.

Riservandoci di ritornare sull'argomento delle memorie presentate e delle discussioni effettuate, soprattutto nel campo della trazione elettrica, che per il numero e il valore delle memorie fu uno degli argomenti meglio trattati e più interessanti delle sedute, diamo qui una breve cronaca della riunione.

*

Il 30 Agosto s'iniziò la Sessione con una seduta del Consiglio Esecutivo Internazionale della Conferenza dell'Energia Mondiale. La sera dello stesso giorno ebbe luogo un pranzo limitato ai Membri di questo Consiglio, al Comitato Svizzero ed ai Relatori generali.

La mattina del 31 Agosto si svolse la cerimonia dell'inaugurazione ufficiale con l'intervento di numerosi partecipanti e nel pomeriggio dello stesso giorno, incominciarono le discussioni con l'esame delle memorie del gruppo A. La sera stessa un banchetto ufficiale riunì tutti i partecipanti alla Conferenza in una cordiale intimità.

Al termine del banchetto molti rappresentanti delle varie Nazioni si levarono a parlare e ringraziarono gli ospiti svizzeri delle loro squisite cortesie. L'Ing. Del Buono, che, in assenza del Prof. Sartori, presiedeva la Delegazione Italiana, con parola facile e con grande successo portò alla riunione il saluto dell'Italia che nell'Esposizione di Basilea aveva posto predominante fra le Nazioni espositrici.

La discussione sulle memorie del gruppo A, *navigazione interna e utilizzazione delle forze idrauliche*, iniziata il 31 agosto, con un breve riassunto della propria relazione generale fatto dal Prof. Payot fu abbastanza nutrita ed ebbe a svolgersi in modo particolare sulle questioni relative alle erosioni dovute alle acque sfioranti dalle dighe e dai muri di trattenuta. Anche l'argomento della tenuta delle dighe fu svolto ampiamente, come pure quello degli sforzi nascenti nelle dighe a causa delle azioni di aspirazione e delle sotto pressioni.

Dalla discussione non fu possibile di trarre conclusioni determinate, ma si riconobbe che la raccolta di dati di esperienza e, ove possibile, l'esecuzione di esperimenti sistematici, potrebbe materialmente contribuire in modo sostanziale alla soluzione dei problemi considerati.

Successivamente la discussione esaminò le turbine idrauliche. Su questo argomento fu notato da varie parti che non esiste un'unificazione dei dati relativi alle macchine e alle misure idrauliche, cosicché il modo di valutazione dei costruttori americani non concorda in generale con quello dei costruttori europei, ed i confronti fra varie macchine dello stesso tipo non sono possibili a causa appunto di questa mancanza di unificazione.

Di conseguenza la riunione votò una deliberazione nel senso che il Comitato Esecutivo della Conferenza Mondiale dell'Energia, pur riconoscendo che non dipenderebbe da lui di occuparsi di simile argomento, si incaricherà di sottoporre la cosa alla Commissione Elettrotecnica Internazionale e di collaborare eventualmente con essa per lo studio del sistema più conveniente per ottenere una unificazione in questo senso, pregando, se del caso, la Commissione elettrotecnica Internazionale di aggregarsi degli specialisti per lo studio della questione. In fine della seduta uno dei delegati del Governo Svedese comunicò, fra l'attenzione dell'Assemblea, i risultati di prova delle grandi turbine Lowatzek e Kaplan installate nella Centrale di Lilla-Edet, posta a una ventina di km. a valle della centrale di Trollhättan in Svezia, che sono le più grandi unità finora costruite del tipo veloce a bassa caduta.

La discussione poi si sviluppò al riguardo degli alternatori e degli impianti elettrici nelle centrali. Diversi delegati presero la parola su questo argomento, ma, in generale, più allo scopo di fornire dati relativi ad impianti da essi conosciuti o studiati che non di sviluppare una discussione vera in argomento. Ne conseguì una conclusione negativa: posto che ogni centrale si presenta sotto una luce particolare non si ritenne conveniente nè possibile di prendere deliberazioni di forma generale. In particolare modo si richiamò l'attenzione dell'Assemblea sulla importanza che prendono i calcoli economici preventivi nello stabilire la potenza di macchinario da installarsi in una data centrale.

Nel pomeriggio del mercoledì 1° Settembre, gli argomenti in discussione si riferirono in modo particolare alla seconda parte della Sezione A, e cioè: alle relazioni economiche, sullo stesso corso d'acqua, fra l'utilizzazione delle acque per produzione di energia elettrica e la navigazione interna.

Il Dott. Strickler, relatore generale su questo argomento, riassunse la propria relazione esaminando sopra tutto lo stato attuale dei rapporti che esistono fra i due interessati all'utilizzazione dei fiumi e cioè da una parte le Società che posseggono impianti elettrici e dall'altra le Società di navigazione fluviale. Vi sono fra i due gruppi indicati interessi concordanti e interessi contrastanti; ad esempio, per quanto riguarda il Reno, per la Svizzera ha maggior importanza l'utilizzazione dell'energia idraulica a scopo di produzione di energia elettrica, mentre per la Germania è la navigazione interna che rappresenta lo scopo predominante.

Successivamente la discussione si svolse su tutte le questioni relative alla coesistenza delle due industrie sui fiumi importanti, come ad es. il problema dell'interrimento dei fiumi a causa dei materiali trasportati dalla corrente che può portare danni rilevanti tanto alla navigazione interna quanto alle centrali di produzione di energia.

A conclusione della discussione si convenne che i vari Comitati Nazionali della Conferenza Mondiale dell'Energia raccoglieranno, ciascuno per il proprio paese, tutti gli elementi che si possono avere su questo argomento.

Le questioni economiche relative alla navigazione interna

in confronto ed in accordo con la produzione di energia elettrica rappresentano altri argomenti che avrebbero dovuto esser portati in discussione ma che a causa della ristrettezza del tempo dovettero essere abbandonati.

Nel pomeriggio del 1° settembre i congressisti si recarono in visita al porto fluviale di Basilea ed ai silos di grano ad esso appartenenti, ciò che diede occasione ad interessanti comunicazioni sulla navigazione fluviale sul Reno da parte dei dirigenti degli impianti.

*

Il giorno seguente, giovedì, si iniziò la discussione sulla *trazione elettrica*. Il relatore, generale Huber-Stockar, si riservò di riassumere le sue conclusioni al termine della discussione e conseguentemente si iniziò subito l'esame delle memorie presentate, che furono, una dopo l'altra, riassunte dai rispettivi presentatori e oggetto ciascuna di qualche breve replica od osservazione. Gli argomenti toccati furono molti e svariati, ma nessuno fu approfondito. Si trattò inizialmente della convenienza di una standardizzazione delle macchine e dei materiali per la trazione invocata particolarmente da un relatore inglese. Successivamente l'Ing. Parodi della Paris-Orléans diede informazioni interessanti sulla messa in esercizio delle linee elettriche di questa Compagnia sulle quali da poco tempo si esercitano treni passeggeri alla velocità di 120 km. all'ora con pieno successo. Il Comm. Jacobini presentò una relazione sulla trazione elettrica in Italia, relazione che venne accolta con molta attenzione dall'Assemblea.

Alcune domande da parte di congressisti diedero occasione al Comm. Jacobini di esporre i risultati delle prove effettuate dalle FF. SS. sui locomotori per trazione trifase a frequenza industriale.

Il Sig. Lieb riferì a nome del relatore americano Murray, comunicando una decisione presa nell'ultima riunione della N.E.L.A. con la quale le Società di produzione elettrica americane sono invitate a metter a disposizione delle ferrovie e delle tramvie che desiderano elettrificare, l'energia necessaria alla trazione nella forma desiderata per la trazione stessa (corrente, tensione, frequenza) ai prezzi minimi. Ciò avuto riguardo in particolare alla discussione che si svolge anche negli Stati Uniti sulla convenienza o meno da parte delle Compagnie Ferroviarie di produrre l'energia necessaria per la trazione in proprie centrali o di acquistarla dalle reti generali industriali.

I vari oratori svizzeri nel pomeriggio di giovedì riassunsero le loro relazioni che si occupano separatamente di vari problemi interessanti la trazione elettrica, come l'alimentazione a mezzo di centrali proprie oppure l'acquisto di energia da terzi, le linee di trasmissione e di contatto, la stazione di conversione e di trasformazione, i locomotori, la statistica delle interruzioni di servizio, la convenienza economica della trazione elettrica, ecc. Le conclusioni dei vari relatori svizzeri sono completamente favorevoli al sistema monofase adottato così largamente presso i nostri vicini del nord. In egual modo i relatori tedeschi fornirono informazioni interessanti sui loro impianti di trazione elettrica e conclusero all'unanimità con gli svizzeri a favore della corrente monofase. Si nota, peraltro, fra la Germania e la Svizzera una differenza esistente proprio nel modo di fornitura dell'energia in quanto che mentre in Svizzera tutta l'energia necessaria alla trazione viene prodotta dalle Ferrovie Federali in proprie centrali, in Germania le centrali generatrici appartengono solo parzialmente all'amministrazione delle Ferrovie mentre la maggior parte del capitale in esse investito è privato. Uno dei relatori tedeschi si oppose anche ad una prematura standardizzazione dei tipi di locomotori elettrici poichè sostenne la tesi che questi tipi di macchine siano ancora in via di evoluzione e che non convenga vincolarne gli sviluppi ulteriori con delle limitazioni e regole in questioni non ancora completamente mature.

I relatori ungheresi fornirono dati interessanti sulle prove eseguite nel loro paese con la trazione mono-trifase ed una discussione cortese ma serrata nasce fra i relatori ungheresi e i tedeschi che sostengono invece la superiorità del motore a collettore monofase sul motore trifase ad induzione.

*

Nello stesso pomeriggio di giovedì, in un'altra sala, si iniziò la discussione sulle memorie della Sezione D: *applicazioni dell'energia elettrica ai lavori agricoli*. Il relatore generale Ringwald attirò l'attenzione dell'assemblea sulle difficoltà che si presentano all'introduzione su larga scala dell'impiego dell'elettricità nei servizi agricoli dovute in particolare modo alla resistenza passiva dei contadini che, abituati ai loro sistemi millenari non vogliono persuadersi a mutarli. In modo particolare

i contadini avendo come prima preoccupazione il bestiame e il suo benessere, trovano difficile servirsi ad es. delle macchine da mungere elettriche. In America, ad es. le fattorie sono molto lontane l'una dall'altra e quindi la loro connessione con linee elettriche rappresenta ingenti spese; ma in compenso i consumi per ogni utente sono elevati poichè tutte le operazioni agricole sono fatte a mezzo dell'elettricità.

Molti oratori sostennero la convenienza che si nomini una Commissione Internazionale per la raccolta e lo scambio degli elementi riguardanti l'applicazione dell'elettricità nell'agricoltura.

Dopo la seduta tutti gli interessati visitarono la Centrale di Augst sul Reno e presero parte ad un pranzo offerto dal Comitato Svizzero a Rheinfelden.

*

La mattinata di venerdì vide la chiusura della discussione sulla *trazione elettrica*. Il relatore Huber-Stockar, d'accordo col l'Ing. Parodi e riassumendo la discussione, esprime l'opinione che sia conveniente di non discutere più su questioni di sistema, poichè ciascuna nazione o ciascuna amministrazione che ha adottato un proprio sistema per la trazione elettrica è del parere che il sistema da essa usato sia il migliore, cosicchè una discussione internazionale su questo argomento, influenzata da considerazioni anche talvolta di amor proprio, è perfettamente oziosa e può anche essere dannosa, in fondo, allo sviluppo della trazione elettrica.

Il relatore precisa lo scopo che devono perseguire le deliberazioni della sessione E che è quello di estendere e favorire sempre più le applicazioni della trazione elettrica mediante lo scambio dei risultati di esperienza fra i vari paesi. L'esame della relazione generale Huber-Stockar provoca una vivace discussione sui criteri di valutazione della potenza dei locomotori, discussione che si conclude con l'ovvia osservazione che l'indicazione del valore della potenza di un dato locomotore nulla significa se non si conoscono gli estremi del servizio che esso locomotore deve effettuare. Di conseguenza nessun confronto è possibile con locomotive a vapore se non sulla base dell'equivalenza del servizio eseguito.

La discussione si chiude con l'approvazione dei capisaldi svolti dall'Ing. Huber sulla sua relazione e di cui daremo notizia in un riassunto che verrà pubblicato in altro numero del nostro giornale.

*

Contemporaneamente a questa discussione, in un'altra sala, si svolge la continuazione della discussione sulle *applicazioni dell'elettricità all'agricoltura*. La necessità di sottoporre le macchine agricole a delle prove elettriche e meccaniche è stata dimostrata da molti partecipanti, e fu comunicato, a questo riguardo, che in Svizzera con la collaborazione della Associazione fra i produttori di elettricità si sono costruite delle fattorie modello dove tutti gli agricoltori possono vedere in funzione gli apparecchi che loro interessano e constatare i vantaggi della loro applicazione.

Una lunga discussione si svolge anche sulla convenienza di adottare tariffe che spingano gli agricoltori ad impiegare la energia elettrica, ma si riconosce che secondo i vari paesi le esigenze sono diverse e conseguentemente anche le tariffe debbono essere diverse.

Il relatore tedesco comunica che in Germania si dà ampio sviluppo al sistema di aiuti finanziari agli agricoltori allo scopo di permettere loro di acquistare a credito il macchinario necessario per l'applicazione di macchine elettriche all'agricoltura.

Interessanti informazioni vengono date da un rappresentante giapponese che dimostra la grande utilità dell'illuminazione elettrica per attirare ed uccidere a mezzo di vaschette poste immediatamente vicine a lampade sparse nei campi, gli insetti nocivi alla coltivazione del riso.

Un rappresentante della Costa d'Oro parlando su questo argomento cita il fatto della distruzione degli insetti parassiti viventi sugli alberi a mezzo di proiezioni di raggi ultravioletti. L'impiego di questi ultimi è anche consigliato da un delegato americano per favorire lo sviluppo del foraggio e del bestiame. L'essiccazione dei prodotti agricoli a mezzo dell'elettricità venne pure consigliata da parecchi delegati. La discussione si chiude con l'invito al Comitato Internazionale sopra citato di provvedere alla costituzione di un organo internazionale di raccolta di elementi e di dati sperimentali.

*

Nel pomeriggio di venerdì terminò la discussione sulla *navigazione interna*. Questa si svolse in modo particolare su

questioni idrauliche, come ad es., sull'argomento della velocità da darsi ai canali nei quali si debba anche provvedere all'utilizzazione idroelettrica. I diversi paesi, a questo riguardo, adottano delle velocità limiti molto variabili.

Un'altra discussione abbastanza animata si svolse sull'argomento dei coefficienti di scabrosità che intervengono in tutti i calcoli idraulici e che basati su esperienze pur troppo non sufficientemente numerose, necessitano di ulteriori ripetute riprove.

La seduta si terminò accettando la proposta di un delegato ceco-slovacco che desidera che in una prossima sezione della Conferenza si esaminino i problemi giuridici e finanziari delle questioni relative alle concessioni dei corsi d'acqua.

*

Il sabato fu destinato alla visita agli impianti del Gottardo fatta da tutti i partecipanti. Nello stesso giorno e nella domenica successiva si ebbero a Basilea all'Esposizione della Navigazione e delle Forze Idrauliche le giornate italiane con l'intervento dei rappresentanti del Governo, cosicchè parecchi congressisti esteri recatisi al Gottardo non poterono presenziare alle giornate italiane.

Il sabato si iniziò la giornata italiana con la visita di S. E. Bianchi all'Esposizione, che continuò nel pomeriggio. La sera stessa un banchetto offerto dal Commissario Generale d'Italia, Comm. Taccani, permise a quest'ultimo di ringraziare, con sentite parole, la Svizzera e la Città di Basilea per la loro cordiale ospitalità. Da loro parte il Presidente del Cantone di Basilea ebbe parole assai gentili per l'Italia e di viva lode per la sua Esposizione.

La giornata di domenica fu dedicata ai ricevimenti della Colonia Italiana ed alle feste da questa preparate.

*

Col lunedì, 6 Settembre, si chiusero le discussioni della Conferenza con l'esame delle ultime due questioni: B, *scambi di energia fra i vari Paesi* e C, *relazioni economiche fra l'energia di origine idraulica e l'energia di origine termica*.

Per quanto riguarda lo scambio di energia fra i vari Paesi, la discussione fu forzosamente assai limitata poichè mancavano le relazioni di molti Paesi interessati, fra i quali l'Italia, la Scandinavia ed il Canada.

La conclusione della riunione fu che gli scambi di energia fra i vari paesi sono utili da ogni punto di vista e che quindi è da augurarsi una maggiore libertà negli scambi stessi ed una maggiore rapidità nelle relazioni burocratiche ad essi inerenti.

Sull'ultimo argomento — energia termica contro energia idraulica — l'esame si iniziò con la relazione del relatore generale Dott. A. Nizzola che fece constatare come la produzione di energia a mezzo termico, che nei paesi ricchi di acqua ebbe inizialmente lo scopo di far fronte solamente alle punte di carico, prenda ora sempre maggior sviluppo a causa dei progressi continui realizzati nelle macchine termiche.

Inoltre il Presidente della Sezione, che era in quel giorno l'Ing. Lieb, dimostrò l'importanza somma che rappresenta nell'industria elettrica americana la sicurezza di esercizio, per ottenere la quale non esiste altro che una connessione fra centrali termiche e centrali idrauliche, le centrali termiche garantendo nel miglior modo questa sicurezza. Dimostrò anche il presidente che è indispensabile che l'esercizio dei due tipi di centrali che forniscono la stessa rete resti nelle mani di un solo esercente. Naturalmente la valutazione dell'importanza relativa dei due tipi assume forme diverse nei diversi Paesi e ciò a seconda del modo col quale la natura ha distribuito l'energia idraulica, e le miniere di combustibile. Ad es. nei paesi ricchi di forza idraulica, come la Scandinavia, a causa della differenza di disponibilità di energia idroelettrica nelle varie stagioni dell'anno, l'influenza delle centrali termiche viene ad essere diversa di quello che non sia in Svizzera o in Italia in cui da una parte la disponibilità di energia e dall'altra l'assorbimento sono regolati in modo diverso.

Anche questa sessione si chiuse senza prendere deliberazioni definitive.

Successivamente si ebbero la Seduta generale di chiusura dei lavori e la riunione del Consiglio Internazionale Esecutivo.

*

In conclusione, nel mentre delle memorie presentate molte erano veramente pregevoli, e contenevano soprattutto dati informativi interessanti, e assai utili per gli Ingegneri, le discussioni ebbero poca efficacia e le ragioni ne sono evidenti.

Quando ciascun oratore deve sentir tradurre le proprie osservazioni in altre due lingue oltre quella nella quale egli ha parlato, l'uditorio si stanca ed il tempo impiegato per ciascuna comunicazione diventa lunghissimo. Ogni agilità e prontezza nella discussione sparisce e la conclusione si è che lo scambio di informazioni e osservazioni viene praticamente annullato.

Fortunatamente molti dei delegati della Conferenza parlavano ciascuno due o tre lingue e quindi potevano tradurre essi stessi le proprie parole, o meglio ancora spesso volte l'assemblea ha rinunciato alle traduzioni di alcune comunicazioni poichè la grande maggioranza dei suoi membri era in caso di comprendere la lingua originale impiegata dall'oratore.

E' quindi da augurarsi che ove si vogliano intensificare gli scambi informativi e culturali fra i tecnici di varie Nazioni sotto forma di congressi o di conferenze, convenga di limitare ad una o al massimo a due le lingue nelle quali gli oratori possano parlare, altrimenti se questo scopo non si può raggiungere, meglio è rinunciare alle discussioni che in queste condizioni non hanno alcuna efficacia, nè portano ad alcun vantaggio.

L'aver prima dell'inizio della Conferenza la disponibilità dei testi delle varie memorie tradotti in varie lingue è già una grande facilitazione. Bisogna anche arrivare ad avere nella discussione il minimo numero possibile di lingue impiegate; le riunioni acquisteranno allora in vivacità ed in continuata attenzione da parte dei partecipanti quello che perderanno nel numero di oratori, con vantaggio della tecnica e della buona utilizzazione del tempo di tutti.

COMMISSIONE ELETTROTECHNICA INTERNAZIONALE

.. .. Rapporti dei Delegati italiani

Comitato di studio per i Motori di trazione

Nelle Riunioni all'Aja (aprile 1925) dei Comitati di Studio della Commissione Elettrotecnica Internazionale la materia tecnica ed i criteri che dovrebbero servire di base all'elaborazione di *Norme Internazionali per i motori di trazione* erano già stati sottoposti ad ampie discussioni. Da tutto l'insieme di tali discussioni si erano distinti alcuni punti *fondamentali* i quali:

- 1) o non avevano dato luogo ad unanimità di vedute;
- 2) o erano risultati di importanza così grande da far sembrare opportuno risottometterli, con i risultati delle discussioni dell'Aja, ad un ulteriore esame dei Comitati Nazionali.

Tale fu la genesi dei sei punti seguenti i quali, sottoposti dapprima, nell'inverno scorso, all'esame dei singoli Comitati Nazionali, costituirono poi, ordinatamente, l'oggetto delle discussioni di New York:

- 1) Campo di applicazione da attribuirsi alle Norme in questione;
- 2) Potenza o potenze convenzionali da introdursi e da definirsi nelle Norme. Prove di sovraccarico.
- 3) Valori da assegnarsi ai limiti di sovratemperatura tollerabile e metodi da prescrivere per le relative misure;
- 4) Valore da definirsi come presupposto per la temperatura dell'ambiente;
- 5) Condizioni in cui eseguire le prove, nei riguardi del grado di eccitazione dei motori;
- 6) Condizioni in cui eseguire le prove, nei riguardi del valore della tensione di alimentazione dei motori.

In quanto segue sono brevemente riassunti sviluppo e risultati delle discussioni di New York:

1. - Campo di applicazione da attribuirsi alle Norme in questione.

Tutti i singoli Comitati Nazionali, con la sola eccezione del Comitato francese avevano, nel referendum scritto dello scorso inverno, manifestato l'opinione che fosse opportuno considerare ed abbracciare, come cadenti sotto l'applicazione delle Norme, *tutti* indistintamente i motori di trazione. Nel solo Comitato francese si era fatta invece strada l'opinione che le Norme dovessero, per il momento, lasciare fuori considerazione i *motori elettrici della grande trazione ferroviaria*. Le ragioni di tale esclusione, sommariamente accennate a New York dal Delegato francese, sembravano derivare dal fatto che impianti molto importanti di grande trazione elettrica ferroviaria si trovano oggi in Francia in uno stadio di prepara-

zione o in corso di esecuzione e che soltanto dopo l'esperienza e in base all'esercizio di tali importanti impianti fosse opportuno raccogliere gli elementi per dettare le Norme da applicarsi anche ai grandi motori elettroferroviari.

Ma tale opinione francese non trovò eco o adesioni a New York. Da tutti gli altri fu riconfermato il concetto dell'opportunità di elaborare Norme con l'intendimento di applicarle fin d'ora a *tutti* i motori di trazione, incaricando il Delegato francese di trasmettere tale conferma al proprio Comitato Nazionale ed esprimendo altresì la speranza di ottenerne una revisione del precedente parere e l'adesione all'opinione generale.

2. - Potenza o potenze convenzionali da introdursi o da definirsi nelle Norme. Prove di sovraccarico.

Mi sembra interessante notare che le discussioni di New York — e, più ancora che quelle ufficiali, quelle non ufficiali raccolte dallo scrivente sui « margini » delle riunioni — dimostrarono ancora una volta come i concetti di definizione della potenza delle macchine elettriche, e in particolare poi quelli di definizione di una doppia potenza per i motori di trazione, sono concetti per ora, universalmente, se non poco chiari, per lo meno veduti e considerati, dai diversi tecnici e nei diversi Paesi, da punti di vista diversi tra loro e quindi con un significato intimo e con uno spirito informativo tutt'altro che uniformi.

Alla Riunione dell'Aja le « memorie di esperti » introdotte alle discussioni erano state appunto dedicate all'illustrazione dei concetti *speciali* che devono informare e conformare le Norme di trazione. In particolare, la memoria che lo scrivente ebbe allora incarico di elaborare e che fu letta all'Aja, mirava a giustificare e a documentare — ciò che fu fatto con argomentazioni piuttosto diffuse — la ragione d'essere e il significato di quelle *due potenze convenzionali* che, già da tempo di uso comune in pratica, si tratta ora di codificare nelle Norme Internazionali.

Attenuata l'eco delle esposizioni e delle discussioni dell'Aja, a New York, non senza qualche sorpresa, si rivelarono delle perplessità sulla ragione di essere delle due potenze convenzionali. Nelle sedute ufficiali, dopo e nonostante ripetuti scambi di idee nelle riunioni amichevoli e nei « corridoi » della Conferenza, fu il Delegato inglese quello che portò sul tappeto i dubbi del suo Comitato sulla ragion d'essere di una delle due potenze convenzionali discusse e approvate all'Aja, e precisamente della potenza oraria. Le obiezioni inglesi, — non appoggiate, a parere dello scrivente, da argomentazioni valide — dettero naturalmente occasione a repliche, nelle quali furono succintamente ripetute le considerazioni diffusamente già esposte all'Aja. In definitiva ci si accordò sul mantenimento delle due potenze, riconoscendo tuttavia — ciò che appare giustificato — alla potenza continuativa un'importanza preminente sulla potenza oraria e il rango di precedenza nella rispettiva enunciazione nel testo delle Norme.

Una discussione alquanto laboriosa si sviluppò poi a proposito dell'opportunità e delle modalità di una eventuale Norma riguardante prove di sovraccarico. Il Delegato americano manifestò opinione contraria all'inclusione di una tale Norma. Egli fece presente che nell'elaborazione delle Norme americane si dovè rinunciare a tale inclusione di fronte alla difficoltà di definire, in modo preciso e rigoroso, i *limiti* o gli *effetti-limite* al di là dei quali la prova di sovraccarico avrebbe dovuto riconoscersi come *negativa* ossia come *non superata*. Le prove di sovraccarico proposte per i motori di trazione devono infatti servire come criterio di giudizio delle buone qualità delle macchine sotto i due particolari aspetti: 1) di robustezza meccanica; 2) di buona commutazione, e si dovè riconoscere che nè l'uno nè l'altro di tali aspetti si presta alla definizione rigorosa di un limite *quantitativo*. Tale difficoltà od inconveniente non sembrò tuttavia, alla grande maggioranza dei Delegati, sufficiente per fare rinunciare all'opportunità di suggerire, per i motori di trazione, una prova, sia pure qualitativa, di sovraccarico. Una minuta elaborazione condusse, per la formulazione di tale prova, al testo riprodotto in seguito: come vi si riscontra, si dovè necessariamente lasciare indeterminato, cioè affidato al criterio pratico degli sperimentatori, l'*apprezzamento* del risultato della prova.

3. - Valori da assegnarsi ai limiti di sovratemperatura tollerabile e metodi da prescrivere per le relative misure.

La tabella delle sovratemperature elaborata nelle Riunioni dell'Aja ⁽¹⁾ fu a New York sottoposta a varie critiche da parte del Delegato americano, al quale ogni divergenza di tale tabella

(1) Vedi Tabella I in fine di questa Relazione.

da quella contenuta nelle Norme americane appariva ingiustificata.

Le divergenze erano sostanzialmente due: la prima riguardava il valore della sovratemperatura « termometrica » degli avvolgimenti, da prescriversi per la definizione della potenza continuativa e per motori aventi isolanti di classe B, e la seconda riguardava la sovratemperatura da prescriversi come tollerabile per i collettori.

Per la prima divergenza la fondatezza del valore proposto all'Aja (85°, in luogo degli 80° delle Norme americane) fu dallo scrivente brevemente ricordata e riassunta nella razionalità di stabilire — contrariamente a quanto risulta dalle Norme americane — per la prova della potenza continuativa una differenza di valori tra la misura « termometrica » e quella per « resistenza », inferiore alla corrispondente differenza di valori stabilita per la prova della potenza oraria. E' infatti intuitivo e d'altronde sta di fatto che le divergenze tra i risultati derivanti dai due diversi metodi di misura risultano tanto più accentuate quanto più grandi e preponderanti diventano — come avviene appunto per la potenza oraria in confronto con la potenza continuativa — le perdite nel rame.

Anche per ciò che riguarda i valori proposti all'Aja per la sovratemperatura dei collettori, le osservazioni del Delegato americano — il quale avrebbe voluto aumentare tali valori per portarli più vicino a questi stabiliti per gli avvolgimenti di indotto, collegati elettricamente e termicamente ai collettori stessi — non restarono senza replica. Gli si obiettò che, se il confronto di tali valori viene fatto a parità di metodi di misura, cioè con la misura termometrica, la divergenza eccitata diventa zero per la potenza continuativa e di soli 5° per la potenza oraria. Fu anche osservato ed aggiunto che nei buoni e moderni motori per trazione, ormai pressochè tutti ventilati, il collettore può e deve essere — ed è di fatto — meno caldo degli avvolgimenti di indotto.

Con encomiabile spirito conciliativo, il Delegato americano si lasciò indurre, sui due punti sopra accennati, ad aderire ai concetti ed ai valori prevalsi all'Aja. In corrispettivo di tale sua adesione domandò però che nella procedura di determinazione delle sovratemperature, si riconoscesse nelle Norme Internazionali — analogamente alle Norme Americane — un certo rango di preferenza o di prerogativa al « metodo di resistenza » di fronte al « metodo termometrico ».

Questa domanda americana, ispirata allo scopo di favorire e di diffondere misure più razionali e più rigorose, è teoricamente bene fondata. Ad essa fu tuttavia giustamente obiettato che la maggiore difficoltà o, per lo meno, la maggiore accuratezza che un tale metodo di misura porta seco nella misura degli indotti a collettore, non renderebbe consigliabile di prescrivere tale metodo in modo tassativo e generale, ma più opportuno invece di lasciare lecito e possibile — ad esempio nei casi degli indotti a collettore delle estese e numerose forniture tramviarie — di ricorrere al più spicciativo, facile e pratico metodo termometrico.

Fu soprattutto il Delegato francese quello che ebbe ad insistere molto vivamente sull'opportunità pratica di un riconoscimento esplicito di questo ultimo punto. In definitiva avvenne che la suaccennata raccomandazione generica, contenuta nelle Norme Americane e caldeggiata per l'inclusione in quelle internazionali, cioè quella « di considerare, fra i due metodi di misura, quello per resistenza come metodo di base o di riferimento (basic method) », tale raccomandazione fu accolta da tutti tranne che dal Delegato francese, il quale si riservò di riferirne al proprio Comitato Nazionale.

Un'ultima discussione fu sollevata dalla proposta americana di ammettere valori di sovratemperatura speciali e più elevati per i motori di trazione *completamente chiusi*. Tale proposta, pure appoggiata dal Delegato tedesco, sollevò obiezioni. A diversi altri Delegati, come anche allo scrivente, non appare plausibile. I limiti di sovratemperatura tollerabili furono e sono infatti stabiliti avendo per criterio l'influenza che la temperatura esercita sulla buona efficienza e sulla buona conservazione dei materiali isolanti. Se la conformazione o le condizioni costruttive di alcuni particolari tipi di macchine consentono — come avviene nei motori di trazione *completamente chiusi* a confronto di quelli ventilati — una meno facile e meno copiosa emissione di calore, essi verranno bensì a presentare, come è giusto e naturale che sia, una più scadente utilizzazione dei materiali attivi e quindi una potenza specifica inferiore a quella dei motori ventilati, ma tali circostanze non sembra affatto debbano costituire una buona ragione per tollerare in tali motori e per il loro materiale isolante, temperature superiori a quelle ritenute sane e sicure.

In seguito alle obiezioni insorte, si stabilì di soprassedere

da un esame ulteriore e da un giudizio definitivo riguardante tale proposta, rinviando la medesima allo studio e all'esame dei Comitati Nazionali.

4. - Valore da definirsi come presupposto per la temperatura dell'ambiente.

Tale valore risultò di comune accordo fissato in 25°.

Nelle discussioni su questo punto, anche queste più « marginali » che « ufficiali », si ebbe occasione di mettere in evidenza l'opportunità pratica di evitare che l'enunciazione, nelle Norme, del valore presupposto per la temperatura dell'ambiente, possa talora ingenerare l'equivoco che la potenza dei motori, garantita « a tenore delle Norme », anzichè essere qualche cosa di ben determinato, debba o possa, volta a volta, diversamente determinarsi *in dipendenza del diverso valore della temperatura ambiente*. La esperienza pratica degli affari e delle forniture di motori di trazione dimostra che questo dubbio di possibili equivoci e malintesi del genere è realmente fondato. E' bensì vero che i valori non già di *sovratemperatura* ma di *temperatura* sono i valori « base » in questa materia e proprio quelli che vengono dapprima stabiliti con il criterio della buona conservazione dei materiali isolanti; ma è anche vero che la potenza di una macchina elettrica è definibile e determinabile in modo costante ed unico soltanto se la si assume come funzione della *sovratemperatura*. La possibilità quindi — che è poi un grande vantaggio per non dire una necessità pratica — di legare e di assegnare ad una determinata macchina, indipendentemente dalla temperatura dell'ambiente, indipendentemente cioè dalle stagioni dell'anno o dai climi o dai paesi in cui si trova, *una sua unica ben determinata potenza, esige che il solo criterio della sovratemperatura risulti inequivocabilmente indicato come fonte della definizione di potenza*.

Queste considerazioni gioverà tener presente in sede di compilazione definitiva del testo delle Norme.

5. - Condizioni in cui eseguire le prove, nei riguardi del grado di eccitazione dei motori.

Su questo punto la discussione fu alquanto laboriosa.

La questione riguarda i motori di trazione in serie a corrente continua, i quali, come è noto, oltre che essere regolati mediante la tensione alimentatrice, sono spesso previsti per una regolazione supplementare attuata mediante successivi gradi di indebolimento del campo. Tali motori, in esercizio, dopo essere stati avviati a campo pieno, nella condizione cioè in cui tutta la corrente di indotto passa attraverso l'avvolgimento di campo, e dopo essere passati, mediante la successiva disinserzione delle resistenze di regolazione, attraverso crescenti valori di tensione alimentatrice, fino al valore della piena tensione di linea, vengono di poi indeboliti nel campo, ciò che si ottiene deviando da quest'ultimo, attraverso a resistenze collegate in parallelo all'avvolgimento di eccitazione, una parte della corrente di indotto. Tale indebolimento imprime ai motori, come è noto, caratteristiche di velocità superiore.

Poichè dunque il motore in esercizio lavora, una parte del tempo a campo pieno e un'altra parte del tempo a campo indebolito, per quale condizione di campo avrebbero dovuto prescriversi le prove di collaudo dei motori in Sala Prove, in particolare le prove delle potenze convenzionali? Questo il problema.

I pareri espressi e le proposte affacciate dai singoli Comitati Nazionali non risultavano su questo punto molto perspicui e persuasivi. La discussione, aperta a New York, si impelagò dapprima in disquisizioni poco conclusive sul comportamento dei motori in esercizio e in proposte più o meno complicate, formulanti molteplici condizioni di prova. Le difficoltà derivano in questo, come in altri casi analoghi, dal fatto che ci si veniva a prefiggere — senza quasi accorgersene — una mèta molto ardua per non dire inaccessibile, quale è quella di riassumere o di concentrare in un articolo delle Norme, mediante una formula o mediante un valore di carattere generale, l'opera complessa che deve compiere il progettista di un impianto per arrivare a scegliere la grandezza e le predisposizioni di regolazione del motore di trazione adatto al singolo caso. Sarà il progettista di ogni singolo impianto colui che, indagando il particolare problema di trazione nel suo complesso, dovrà determinare, insieme con tutto il resto, quel valore caratteristico che è *la potenza da prevedersi come sviluppabile alla velocità massima* e prefiggersi quindi, in corrispondenza di quella, e a seconda delle qualità elettriche del motore in oggetto, il grado massimo da prevedersi per l'indebolimento del campo. Risulterà così determinato completamente il motore, con il quadro delle sue caratteristiche di potenza alle diverse

velocità, e in corrispondenza sia delle condizioni di campo pieno sia di quelle di campo indebolito. L'indagine del programma di servizio previsto, compiuta in base ad un tale quadro ed eseguita col sussidio dei noti metodi essenzialmente grafici, permetterà allora al progettista di stabilire le *percentuali di tempo* durante le quali il motore lavorerà rispettivamente alle condizioni di campo pieno e a quelle di campo indebolito, e i corrispondenti valori di carico.

In seguito a una tale analisi il progettista sarà posto in grado di enunciare un « *punto di funzionamento* » — cioè la potenza convenzionale — caratterizzato dalla tensione alimentatrice, dalla potenza, dalla velocità e dal grado di eccitazione del campo, punto di funzionamento, medio tra i medi, che meglio di ogni altro sia adatto a *riassumere*, per poterla poi controllare in Sala Prove, l'attitudine che il motore prescelto presenta a compiere il servizio al quale è destinato.

In base a queste considerazioni lo scrivente aveva, nelle Riunioni preliminari e in quelle del più ristretto Sottocomitato di studio, formulato in argomento la osservazione pregiudiziale che, in ogni caso di contrattazione o di fornitura, l'enunciazione della potenza convenzionale, da verificarsi in Sala Prove, già porta con sé necessariamente l'assunto di una determinata condizione di eccitazione. E infatti, per un motore in serie a c. c., l'indicazione di una potenza, con il corrispondente valore della tensione alimentatrice e della velocità, riesce ad individuare un ben determinato punto di funzionamento soltanto se in tale indicazione si presuppone implicitamente o se in essa si denota esplicitamente una corrispondente condizione di eccitazione ⁽²⁾. Avevo aggiunto tale condizione essere alla sua volta, dipendente dal particolare caso di trazione e dovere quindi, volta a volta, venire determinata e prescritta dal progettista. Le Norme dovessero quindi limitarsi a ricordare che l'indicazione della condizione di eccitazione è contenuta nella indicazione delle potenze convenzionali e che la prova di queste potenze deve naturalmente eseguirsi realizzando tale condizione.

Per la cronaca sia ricordato come questi concetti, che pure apparivano di una semplicità elementare e che forse, appunto per questo (e a parte le difficoltà della reciproca comprensione linguistica) non sembrava fosse il caso di sostenere con uno sfoggio esagerato di argomentazioni, faticarono non poco a farsi strada. Lo scrivente, che ne aveva affermato sobriamente l'evidenza nelle Riunioni preliminari e di Sottocomitato, assistette con curiosità alla scorribanda delle disquisizioni che si svilupparono dapprima in seno alla Riunione ufficiale. Ma quando, sfogate e scaricate le idee e le visioni del problema più o meno confuse, si constatò che nessuna conclusione o proposta razionale o concreta si delineava ⁽³⁾, nè poteva delinearsi, il

(2) Nei casi ordinari il presupposto implicito è quello del pieno campo. Lo scrivente ritiene che l'uso troppo generale ossia l'abuso di tale presupposto porti spesso ad un dimensionamento imperfetto del motore di trazione a corrente continua. Questa è anche la ragione per la quale ha ritenuto non fuor di luogo, approfittando dell'occasione, dilungarsi un po' più su questo particolare argomento. In molti casi di trazione, specialmente in quelli di trazione interurbana o di grande trazione ferroviaria, una razionale e illuminata accuratezza del progettista dell'impianto dovrebbe condurre a definire e a prescrivere *potenze convenzionali* non già a pieno campo, come quasi sempre avviene, ma ad un bene determinabile valore di campo indebolito. La prescrizione della potenza a pieno campo, prescrizione alla quale poi naturalmente informa tutto il suo studio di dimensionamento l'ingegnere calcolatore del motore, conduce a motori che in esercizio non risultano pienamente e uniformemente utilizzati, ma che presentano invece, sostanzialmente, esuberanti sezioni di rame e basse temperature negli avvolgimenti di eccitazione, relativamente alle sezioni di rame e alle temperature degli avvolgimenti di indotto.

(3) In realtà una proposta precisa e concreta si affacciò, e fu quella del Delegato americano, il quale senza forse essersi personalmente preoccupato di riesaminare la sostanza della particolare questione, suggerì — naturalmente — di seguire e di riprodurre anche su questo punto il testo delle Norme americane.

Ricordo che in quel momento, a New York, mi sembrò fosse proprio il caso di dire: « Qui ti volevo! ».

E' infatti veramente notevole e desta meraviglia il fatto che le Norme Americane, elaborate in generale con grande accuratezza da tecnici di alta autorità e di consumata esperienza, presentino su questo punto una prescrizione che allo scrivente è sempre sembrata — nè a New York apparve diversamente — poco giustificabile e poco razionale. L'articolo 11-105 dell'ultima edizione delle Norme americane suona, nella sua prima parte, così:

« The rating of a field-control direct-current motor shall relate to its performance with the field connection which gives the maximum motor rating. (This is usually the minimum field!) ».

Ora il « campo minimo » corrisponde ad una condizione *estrema*,

terreno risultò ben preparato ad afferrare con chiarezza e ad accogliere con convinzione la suaccennata visione del problema e la conseguente proposta. (Vedi testo ufficiale in seguito).

6. - Condizioni in cui eseguire le prove nei riguardi del valore della tensione di alimentazione dei motori.

Su questo punto possono ripetersi considerazioni analoghe a quelle esposte sul punto precedente. E a conclusioni analoghe si pervenne a New York, stabilendo cioè di rinviare, per la scelta della tensione alimentatrice da adottarsi per le prove, al valore di tensione enunciato nella prescrizione delle potenze convenzionali.

Una prescrizione particolare si ritenne opportuno formulare per i motori completamente chiusi, per i quali la potenza continuativa alla tensione « normale » (cioè alla tensione prescritta per la potenza convenzionale oraria) darebbe spesso luogo a punti di funzionamento con velocità esagerata. Per questi motori e per la prova della potenza continuativa furono prescelti convenzionalmente e prescritti valori di tensione alimentatrice pari a $3/4$ e a $1/2$ di quello della suddetta tensione « normale ».

APPENDICE

Il testo delle deliberazioni riguardanti i sei punti sopra discussi, sottoposto dal Comitato Motori per trazione all'approvazione della Riunione plenaria di New York del 21 aprile 1926 e da questa approvato, testo tradotto letteralmente da quello originale inglese, suona così:

Norme I. E. C. per Motori di trazione.

Campo di applicazione.

Le Norme della I. E. C. contenute in questa pubblicazione si applicano a tutti i tipi di motori per trazione. (Riserva di approvazione da parte del Delegato francese).

Sorte di Potenze.

Vi sono due sorte di potenze I. E. C. :

- a) La potenza continuativa I. E. C. ;
- b) La potenza oraria I. E. C.

Ogni motore sarà sottoposto per un tempo di 60'' ad una corrente uguale al doppio della corrente normale oraria alla tensione normale, senza deterioramento meccanico e senza dar luogo a fiammate o danno permanente al commutatore.

Sovratemperature.

(Nota: Il Delegato francese desidera di consultare il suo Comitato sull'uso del metodo per resistenza, prima di dare l'approvazione).

Allo scopo di rendere paragonabili le Norme di tutti i motori di trazione, le sovraturetemperature indicate nella Tabella I sono basate su una temperatura ambiente di 25° C.

La sovraturatura di ciascuna delle varie parti al di sopra della temperatura dell'aria raffreddante, alle prove della potenza garantita, non dovrà superare i valori indicati nella Tabella I. Mentre vengono indicati i limiti di temperatura corrispondentemente alla determinazione che se ne fa mediante

e tutt'altro che ad una condizione *media*, di funzionamento del motore. In essa, e soltanto allo scopo di ottenere un'adeguata forza di trazione in corrispondenza di un valore estremo nel campo delle velocità, si fa lavorare il motore in condizioni del tutto dissimetriche e disarmoniche, con il « ferro » sottosaturato cioè imperfettamente utilizzato, con il campo fortemente deformato, con il « rame » dell'eccitazione poco utilizzato, e con il rotore invece affaticato sia nel « rame » sia nella commutazione.

Tutto il concetto delle potenze « convenzionali » da definirsi nelle Norme, quale risulta dalla pratica e dalla tradizione di progetto e di calcolo — almeno europea —, e quale fu illustrato ed accolto nella Riunione dell'Aja, è inconciliabile con tale prescrizione americana. Il « rating », cioè la potenza, cioè la potenza nominale, cioè quel complesso di quattro o cinque grandezze (tensione alimentatrice, ampere di linea, kW sviluppati, numero di giri, grado di eccitazione), complesso che deve sintetizzare le capacità o le attitudini fondamentali del motore, complesso che rappresenta il suo *nome* quantitativo e il ponte di passaggio dall'opera del progettista dell'impianto di trazione all'opera del calcolatore del motore, questo complesso di dati deve corrispondere a condizioni di funzionamento *medie, armoniche, normali*.

Nè ci si lascerà trarre in inganno dall'idea della potenza « massima »; senza dilungarmi ancora, osservo che nei motori elettrici è, se mai, la *coppia* che conta, come indice di un'elevata o piena o massima utilizzazione specifica.

Ad ogni modo, anche a New York, alle prime osservazioni ed obiezioni ogni sostenitore della prescrizione americana si dileguò.

i due metodi di misura (metodo per « resistenza » e metodo « termometrico »), il metodo di misura della temperatura « per resistenza » viene considerato come metodo di base. Il rapporto tra le temperature « termometriche » a quelle « per resistenza » non è per nulla affatto unico e fisso. La differenza tra i due valori indicati nella Tabella I rappresenta puramente un valore medio e può variare entro un ampio intervallo per i vari tipi e le varie grandezze dei motori. Per certi grandi motori con avvolgimenti distribuiti, le misure per resistenza possono non essere pratiche, e saranno perciò necessari i metodi termometrici. Per i tipi correnti di motori, per i quali ambedue i metodi di misura delle temperature possono essere eseguiti accuratamente, le temperature termometriche che eccedono quelle date dalla Tabella I (mediante il metodo termometrico) potranno essere trascurate, salvo che la temperatura termometrica sia superiore a quella ottenuta « per resistenza ».

TABELLA I.

Potenza	Parti	Isolamento	Metodo	Sovra temperat.
Potenza continuativa	Avvolgimenti di indotto e di campo	Materiali di classe A	Resistenza Termometro	85 65
		Materiali di classe B	Resistenza Termometro	105 85
Potenza oraria	Commutatore e collettore		Termometro	85
	Avvolgimenti di indotto e di campo	Materiali di classe A	Resistenza Termometro	100 75
		Materiali di classe B	Resistenza Termometro	120 95
	Commutatore e collettore		Termometro	90

Nella scelta di un motore per trazione è necessario di tener conto della temperatura ambiente realmente esistente in tutti quegli impianti dove questa temperatura è superiore a 25° C.

Condizioni dell'eccitazione durante la prova.

La indicazione di potenza del motore con regolazione di campo dovrà specificare l'eccitazione corrispondente a tale potenza, e la prova di potenza dovrà essere fatta a tale eccitazione.

Tensione durante la prova.

La tensione durante la prova per motori ventilati dovrà essere la tensione « normale » sia per la prova di potenza oraria sia per la prova di potenza continuativa. Per motori completamente chiusi la prova oraria sarà effettuata alla piena tensione normale, la prova continuativa a 3/4 o a 1/2 della piena tensione normale e questo valore ridotto dovrà essere specificato nella ordinazione.

RICCARDO VALLAURI.

* *

Comitato di studio per le Lampade

A New York la Comm. El. Int. dedicò una brevissima seduta alla questione della standardizzazione degli attacchi delle lampade, ed in essa venne deciso dopo breve discussione:

Per gli attacchi a baionetta di confermare le decisioni prese da un Comitato di esperti della Francia, Inghilterra ed Olanda che ne ha fissato le dimensioni (per l'Italia tale attacco ha poco interesse non essendo usato dal pubblico, ma solo dalle Ferrovie dello Stato che però pretendono attacchi di dimensioni speciali, alquanto diverse da quelle degli attacchi Swann usuali).

Per gli attacchi a vite (Edison) si convenne di attendere le decisioni della Associazione Tecnica Internazionale dei Fabbricanti di Lampade che verranno comunicate alla C. E. I. dal suo Presidente, Dott. Holst.

Venne ritirata una proposta tedesca circa maniche protettive da applicare ai portalampe per evitare di avere allo scoperto parti metalliche sotto tensione.

CARLO CLERICI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

ELETTROFISICA.

A. ANTINORI — **Le cause del fenomeno Johnsen-Rahbek.**
(Zeitschrift f. Physik, 1925, Vol. 34, N. 9, pag. 705)

Si consideri il dispositivo della fig. 1: Una piastra metallica *M*, p. es. di ottone, tersa e levigata nella sua faccia inferiore appoggiata alla superficie pure levigata di un semiconduttore (pietra litografica) *H*; *L* è una piastra di rame a cui è saldato il semiconduttore *H* mediante una sostanza conduttrice. Se le due piastre *M* e *L* vengono assoggettate ad una d. d. p. continua *V*, tra *M* e *H* si manifesta una attrazione nella quale consiste appunto l'effetto Johnsen-Rahbek.

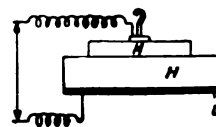


Fig. 1.

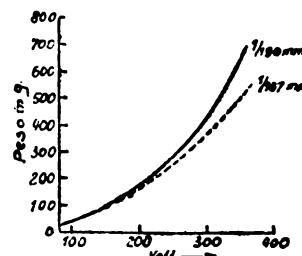


Fig. 2.

Secondo le esperienze del Rottgardt (1) il rapporto tra la forza di attrazione *F* e la tensione applicata *V* è dato dalla formula:

$$[1] \quad F = k \cdot V^4$$

dove *k* è una costante dipendente dalla natura della superficie e dal sistema di misura. La curva a tratto pieno della fig. 2 corrisponde alla formula [1]. A prima vista sembra naturale identificare questo fenomeno con l'attrazione tra le armature di un condensatore, per la quale è

$$[2] \quad F = k' V^2$$

L'A. si è proposto di chiarire la discrepanza tra le due formule. Rapporto tra la forza di attrazione e la tensione. — La corrente che attraversa l'apparato durante le esperienze è molto debole; si può quindi trascurare la caduta di tensione (circa 4 % di *V*) nel semiconduttore e considerarlo come conduttore. Si ammette, che le due superfici siano equipotenziali: tutto il sistema può venir paragonato ad un condensatore i cui elettrodi siano il semiconduttore e il disco di

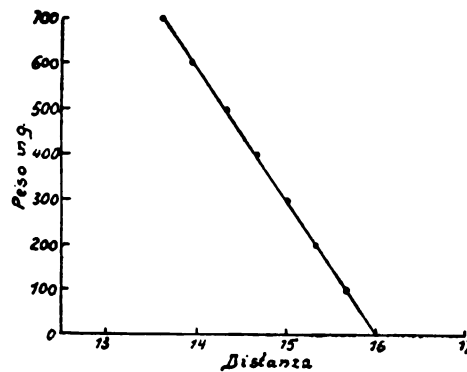


Fig. 3.

ottone e il dielettrico l'aria interposta tra i due. Siccome il risultato delle esperienze non è corrispondente alla formula [2] bisogna concludere, che il sistema non è equivalente ad un condensatore con distanza costante tra gli elettrodi, ovvero che il fenomeno è originato anche da altre cause oltre che dall'attrazione elettrostatica. All'A. sembra legittima la prima ipotesi, perchè la distanza tra *M* e *H* si può ritenere inversamente proporzionale alla tensione *V*. La forza di attrazione elettrostatica è

$$[3] \quad F = \frac{c \cdot S \cdot V^2}{8 \pi \cdot \epsilon \cdot r^2}$$

Se *S* è la superficie, *r* la distanza tra elettrodi e *V* la tensione, *c* è una costante dipendente dal sistema di misura, per il sistema as-

(1) L'Elettrotecnica, 1923, vol. X, n. 9, pag. 192 e Bollettino R. T., vol. II, n. 21, pag. 289.

Journ. Inst. Electr. Eng. 1923, vol. 61, pag. 713.

soluto elettrostatico = 1. M ed H vengono premuti l'uno contro l'altro dalla attrazione elettrostatica, la loro variazione di distanza deve perciò essere proporzionale alla forza di attrazione (legge di Hooke)

$$[4] \quad -dr = h \cdot dF$$

(h = costante positiva)

Sia r_0 la distanza iniziale, cioè per $F = 0$, $r = r_0$ allora :

$$r_0 - r = h \cdot F$$

Si può dare perciò alla [3] la seguente forma più esatta

$$[5] \quad F = c \cdot \frac{S \cdot V^2}{8 \pi \epsilon \cdot (r_0 - h \cdot F)^2}$$

Siccome la distanza $r = r_0 - hF$ diminuisce al crescere della forza F e della tensione V , F deve crescere più rapidamente del qua-

drato della tensione, cosa che coincide coi risultati sperimentali, perchè la [5] è in accordo coi valori della fig. 2. Dalla [5] si deduce

$$[6] \quad r = \sqrt{\frac{c \cdot S}{8 \pi \cdot \epsilon}} \cdot \frac{V}{\sqrt{F}} = C \cdot \frac{V}{\sqrt{F}}$$

dove

$$C = \sqrt{\frac{c \cdot S}{8 \pi \cdot \epsilon}}$$

Nelle esperienze del Rottgardt era $S = 4 \text{ cm}^2$, $\epsilon = 1$ e $C = \frac{1}{23544}$. Si può quindi calcolare in base ai valori di V e di F misurati dal Rottgardt, la distanza r in cm.; ciò che è stato fatto nella tabella seguente.

V volt	F g	r cm	V volt	F g	r cm
156,6	100	0,0006651	320	500	0,0006078
216	200	0,0006502	341,3	600	0,0005916
260	300	0,0006379	360	700	0,0005776

Il modo di variare di r in funzione di F è rappresentato graficamente da una retta (fig. 3) e conferma la [6] indicando per la distanza iniziale il valore $r_0 = 0,0006652$ e per il fattore di proporzionalità $h = 1,4511 \cdot 10^{-7} \text{ cm/g}$.

Da questi risultati parrebbe che l'effetto Johnsen-Rahbek fosse

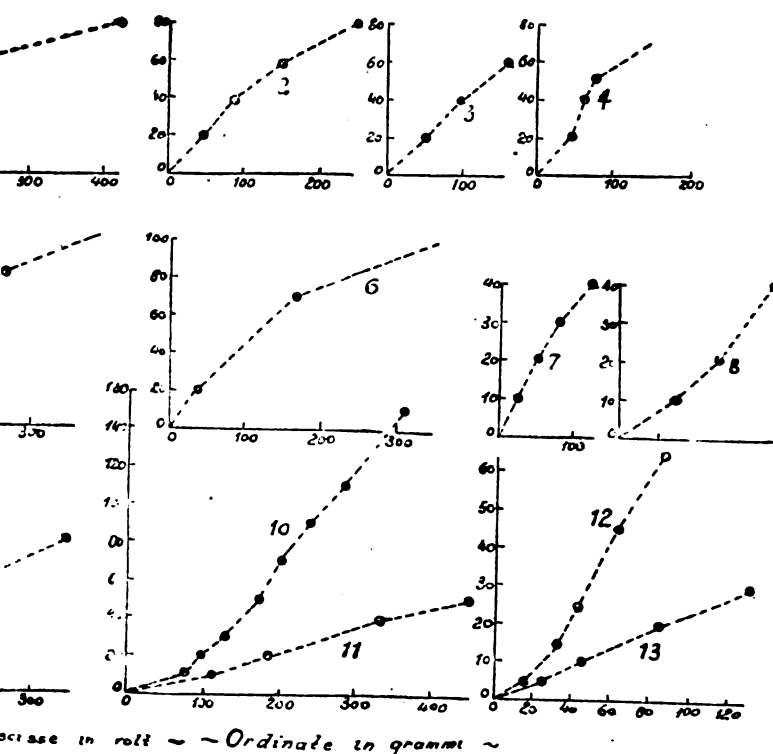


Fig. 5.

misurata dal voltmetro V_m . Il sistema MTN pesa 52 g, se esso è perfettamente equilibrato dai pesi della bilancia.

Le misure si eseguono nel modo seguente: Si carica la bilancia con un determinato peso e si osserva lo spostamento degli anelli di Newton col cannocchiale Y . Si leva poi il peso aggiunto e si controlla se gli anelli sono ritornati alla posizione primitiva, si ripete questo per accertarsi dell'andamento regolare del fenomeno e solo allora si carica definitivamente la bilancia con quel peso. Si applica quindi la tensione elettrica facendo scorrere il corsoio del potenziometro, fino a che gli anelli siano ritornati nella loro posizione primitiva; controllato questo si fa la lettura al voltmetro.

Sono state fatte numerose serie di esperienze i cui risultati sono rappresentati dalle curve della fig. 5. La distanza tra le superfici S e M non è conosciuta e in generale varia da curva a curva, ma è tenuta costante per tutti i punti di una stessa curva con la precisione di $\frac{1}{15}$

di lunghezza d'onda della luce al sodio. Sarebbe da attendersi che la forza aumenti col quadrato della tensione come in un condensatore. Le esperienze dimostrano invece che il fenomeno non obbedisce alla legge parabolica e che la funzione ha un andamento quasi lineare. Questa differenza non può venir spiegata da variabili condizioni di contatto, perchè durante le esperienze le superfici non furono separate, nè può avvenire in seguito ad adesione, perchè questa è dipendente soltanto dalla distanza e invece nel caso nostro questa rimane costante. Anche la differenza tra la vera caduta di potenziale tra S e M e le indicazioni del voltmetro non può avere un'influenza sensibile sulle curve perchè, come abbiamo già detto, essa è al massimo il 4 % di V .

Si conclude perciò che la legge di Thomson non è più valida, se la distanza degli elettrodi del condensatore diventa troppo piccola, o che ci deve essere una forza di altra natura che provoca l'effetto Johnsen-Rahbek.

C. Hr.

IDRAULICA.

G. DEL VALLE — **Ritmi cosmici nelle oscillazioni climatiche con speciale riferimento alla serie pluviometrica Patavina.** (Atti e Memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Padova, 1926, Vol. XLII).⁽¹⁾

L'A. si propone la ricerca di leggi periodiche che regolino l'andamento dei fenomeni meteorici.

Un primo riconoscimento, di regolarità *statica*, ci si rivela, coll'equilibrio dei momenti degli scarti di vario ordine, intorno ad un valore centrale degli eventi, ordinati per grandezza senza riguardo alla loro successione nel tempo. Ammessa una ideale densità nel capo di variazione, che si raggiunge solo con un numero indefinitamente grande di osservazioni, l'involuppo di esso assume la ideale simmetrica forma Gaussiana.

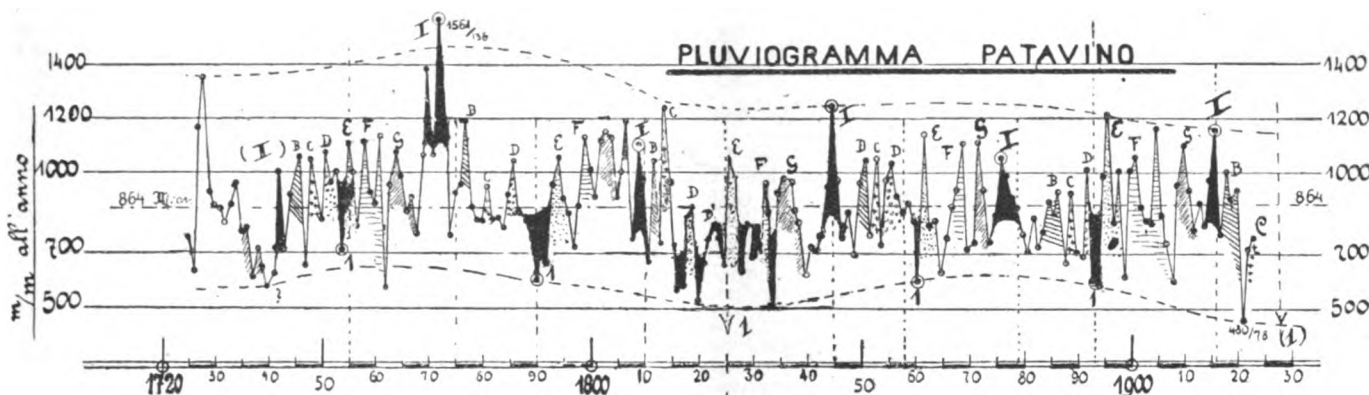


Fig. 1.

Più ardua riesce la ricerca di una simmetria *dinamica*, colla analisi del raggruppamento degli eventi nel loro movimento, in dipendenza dal tempo. Solo la conoscenza dei grandi numeri di cicli può avvicinarsi alla visione di una periodica armonia, che si rivela multipla, e complessa anch'essa, per la varietà dei ritmi in giuoco, ed alla quale non si giunge se non eliminando le caotiche interferenze che alla prima si sovrappongono.

Se si considerano i valori centrali di una oscillazione di carattere elastico, quale quella meteorica, valori che si possono rappresentare colla media progressiva, o con opportuna perequazione, tale da non lederne la individualità pur smussandone la originale brutalità, si vedono i suoi valori estremi o catastrofici, di ordine vario, oscillare in simmetria coi primi, quali eccezioni solidalmente collegate colla regola centrale. Il campo appare involupato da traiettorie di ritmo primario, entro le quali si svolge il giuoco di oscillazione delle onde secondarie.

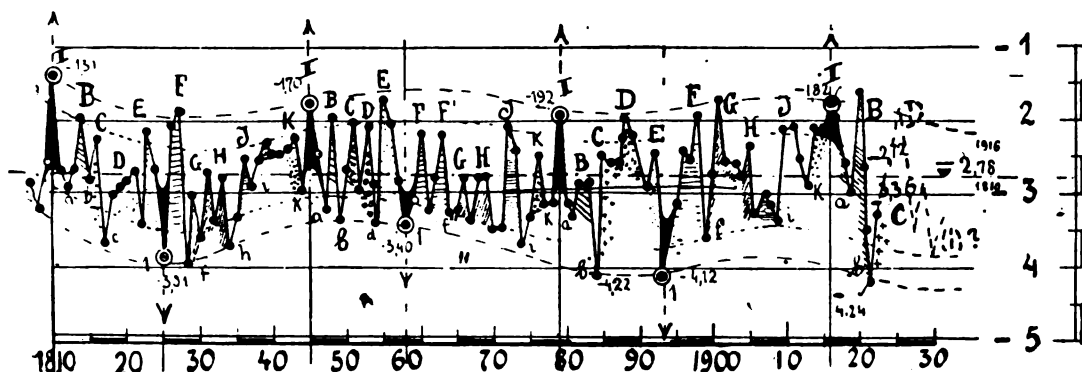


Fig. 2.

Tale involuppo si presta alla ricostruzione di una oscillazione in sé stante, della quale siano noti alcuni punti catastrofici; oppure valendosi dell'ausilio di altra oscillazione che abbia i requisiti positivi di una correlazione colla prima e della quale siano noti i dati per una gamma più estesa degli eventi, si giunge anche pel campo d'involuppo correlativo ad una forma regolare di involuppi, dei quali si possono allora individuare gli assi di simmetria, retti o curvilinei.

Tale, ad esempio, la correlazione tra la precipitazione *pm* ed il deflusso *qm* del bacino Padano, che sembra risultare di forma conica o ellittica, inquadrata dalle estreme ampiezze, e rappresentata dalle due equazioni parametriche della forma:

$$\begin{aligned} pm &= A \sin(2\pi nt) \\ qm &= B \sin(2\pi nt + \pi/2). \end{aligned}$$

⁽¹⁾ Su questo argomento, l'A. tenne anche una comunicazione alle Sezioni dell'A.E.I., a Milano, Bologna e Firenze.

Il diagramma bisecolare Patavino dei valori annui della precipitazione, rappresentato nel grafico I, offre l'interessante esempio di un ciclico campo di variazione, malgrado la complessa morfologia adriatico-subalpina competente alla stazione di osservazione, ed il fatto che la precipitazione si presenta quale prodotto di oscillazioni elementari quali quella della temperatura, pressione, saturazione, sistemi dei venti imbriferi, ecc. Nel grafico emergono le traiettorie di un periodo prevalente su tutti, quello multiplo di circa 35 anni, e cioè con 105 e 210 anni tra i punti di « risonanza ».

Il diagramma delle piene del Nilo, noto per oltre dieci secoli, con qualche interruzione dopo l'epoca araba, accusa identico ritmo primario e secondario, con qualche lieve sfasamento dovuto alla interposizione del Mediterraneo, che nel ciclo solare separa nettamente il regime subtropicale da quello medio europeo-italico.

L'esame di una svariata serie di indici climatici, permette la visione della comunanza di un simile ritmo per tutta la gamma di zone soggette alle influenze ciclonali atlantiche, varianti dai bacini medio europei a quelli del Nilo e persino degli Stati Uniti orientali,

legittimando la supposizione di una comune origine *cosmica* di questo ritmo.

E non solo per le tendenze globali ascendenti o discendenti di saturazione o di esaurimento idrologico, ma bensì per le singole fasi, ovvero le singole cuspidi o depressioni dell'oscillogramma, emerge chiara l'armonica ricorrenza del fenomeno.

Notevole l'accordo tra le due serie Padana e Tiberina, rappresentative della Alta e Media Italia, mentre il Reno, collettore dell'opposto versante, dimostra coincidenze nel micro-ritmo e sfasamento per quello secolare.

Di fatti, per la unitarietà fisica della scarica idrica, che impone una sua ripartizione equilibrata sul globo, è logico che il ritmo secolare dimostri un differenziamento compensativo regionale, e questo sembra compiersi in funzione del grado di continentalità della stazione, coll'allontanamento di questa dai grandi centri equilibratori Atlantico e Pacifico. Il fenomeno « *cotidale* » delle maree presenta un

quadro non dissimile, risentendosi anche in esso la influenza del periodo proprio dei citati centri. L'oscillogramma degli anelli della Sequoia gig. californiese, indice dell'opposto clima Pacifico, accusa uno sfasamento di circa anni quattro anche nel ritmo secondario, ed altro compensativo in quello primario.

I punti cardinali del ritmo, valevoli per la nostra Penisola ed il Nilo, colle accennate differenziazioni, segnano le epoche delle grandi tendenze alle magre ed alle piene, delle quali quelle catastrofiche di prim'ordine ricorrono di preferenza nei punti d'inversione o battimenti delle traiettorie primarie: con tale passo riesce possibile individuare, colla scorta del fenomeno del Nilo, le grandi siccità storiche sino nell'epoca Greco-Romana. Più sensibile riesce la coincidenza nelle epoche degli infimi esaurimenti, quando il volano imbriferò, cedendo lentamente agli interni attriti della evaporazione, rallenta il passo; in quei punti, ripetute tendenze alle magre esauriscono l'organismo idrologico mondiale, ma ben presto subentra una punta com-

pensativa di massimo per riprendere, mosso da misteriosa leva, la corsa ascendente.

Si è tentata ripetutamente la ricerca di una correlazione tra la attività radiante del sole ed i fenomeni meteorici.

Ma a prima vista, il periodo solare avendo la fama di aggirarsi sugli undici anni, il triplo di esso sembra differire fondamentalmente da quello di circa 35.

Ammettendo una distribuzione degli scostamenti del valor periodale per ambedue le serie rispondenti alla legge degli errori casuali, il valor medio aritmetico globale per un comune intervallo rappresenterà quello più probabile del periodo ricercato.

Ora, la distribuzione degli scostamenti risulta quasi omogenea per le due serie nel citato intervallo, mentre i valori-limiti del periodo osservato differenziano soltanto del 1,56 % circa della sua grandezza, e cioè risulterebbero:

- a) Nilo: 35,195 M. Sol. $11,542 \times 3 = 34,626$ Diff. 0,533 = 1,56 %
 b) " 33,533 " $11,004 \times 3 = 33,012$ " 0,521.

Ma la ricerca conduce a riconoscere che vi è una percettibile tendenza del periodo a variare a sua volta col tempo:

Ordinando i valori del periodo Nilico lungo tutto l'intervallo disponibile 654 — 1900 p. Cr. si ottengono per le medie valori che accennano ad una graduale diminuzione del citato periodo «35ennale», in ulteriore funzione di tempo, lungo una traiettoria plurisecolare.

La accertata costanza del ritmo di ricorrenza delle singole fasi incoraggia ad azzardare una previsione degli eventi idrologici futuri; vero è che le cognizioni disponibili non fondano che su soli 3-4 cicli interi per le serie Patavine e Padana, uniche osservazioni modulari, mentre del Nilo non possediamo che i dati estremi della oscillazione annua, ciò che ne diminuisce il valore come indice quantitativo, in modo che una simile previsione dovrà limitarsi all'accenno della fase più probabile degli eventi prossimi del ciclo discendente 1916 — X, ed intendersi con la incertezza inerente alle nostre attuali cognizioni. Consideriamo a mo' d'esempio l'idrogramma Padano (fig. 2).

Toccato nel 1915-16 l' vertice cardinale (I), abbiamo successivamente percorso la depressione compensativa *a* verso il 1919 e la punta *B* verso il 1920, giungendo, nel 1921-22 ad una esagerazione sensibile della depressione *b*, con — 4,24 d'idrometro a Pontelagoscuro, depressione che, favorita dalla deficiente consistenza delle precedenti riserve, degenerò nella lamentata siccità ultima Padana, che trova riscontro anche nelle rimanenti serie del diagramma. Tale fenomeno non rappresenta se non la ricorrenza degli analoghi eventi di 1849 e 1884, nel quale ultimo anno si discende a — 4,22 m. d'idrometro. Risollevatici alla punta compensatrice *C* del 1922-23 con — 3,36 m, si passò alla depressione *c* nel 1924-25, ed attualmente, mentre scriviamo (1925-26) si dovrebbe essere avviati verso una sensibile esagerazione della punta cuspidale *D*, come nel 1818-21, o nel 1910-11, la quale ci dovrebbe portare almeno verso i — 2 metri d'idrometro, e a Padova a forse oltre i 1100 mm. di precipitazione.

A questa dovrebbero seguire: una depressione passeggera *d*, altra ascensione verso una punta transitoria *E* di smorzamento della *D* ed inferiore a questa, sul 29/30, per avvicinarci finalmente, a circa 105 anni dal 1825, al punto cardinale infimo dell'esaurimento idrologico nei pressi del 1930-31, colla avvertenza che, se il programma ritmico ed integrale del bilancio non inganna, tale depressione cardinale non dovrebbe assurgere alla importanza di quella del 1921-22, dopo l'impinguamento attuale delle riserve. La passata esperienza fa inoltre avvertire che, proprio nei pressi del punto cardinale (1) d'inversione della traiettoria secolare, il campo di variabilità — come nel 1825 ed in analoghe occasioni — si dimostra eccessivamente instabile, portando talvolta al frazionamento o alla fusione delle tendenze, colla prevalente ripetizione di quelle alla magra, come insegnano le ripetute depressioni del pluviogramma Patavino intorno a quell'epoca.

R. S. N.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

L. B. ROGERS — Alcuni aspetti interessanti dell'elettrificazione di un tronco ferroviario della rete del Nord in Ispagna. (Gen. El. Rev., aprile 1926, pag. 249).

L'articolo è particolarmente dedicato a documentare, quasi più coll'occhio di un semplice viaggiatore attento che non con quello del tecnico, l'organizzazione ferroviaria spagnola e i sistemi in uso nel servizio movimento di essa, con particolare riguardo al tronco della rete del Nord elettrificato a 3000 volt corrente continua, dalla G. E. Co. E' noto che tale tronco si estende da Busdongo a Ujo in un tratto di valico della catena dei monti Cantabrici, e precisamente in corrispondenza del passo di Pajares, tra Madrid e Avales sul golfo di Biscaglia. Il tratto elettrificato ha una lunghezza di poco più di 60 km con un dislivello di oltre 1000 m; esso è situato quasi interamente sul versante nord dei Cantabrici: Ujo è situato a circa 250 m e il punto più elevato della linea è a 1270 metri circa sul livello del mare; lungo questo percorso vi sono settanta gallerie, la più lunga delle quali, detta de «La Perrucca» è lunga tre km e segna il punto di valico della linea.

La maggior parte delle gallerie è concentrata nel percorso da

Busdongo a Fierros, ove su un percorso di poco più di 40 km ne esistono 60. Il 60 per cento del percorso avviene quivi in galleria; è evidente perciò l'utilità dell'elettrificazione in questo tratto anche dal punto di vista delle comodità dell'esercizio per i viaggiatori e per il personale del treno e di macchina. Le gallerie sono molto basse e questo ha richiesto accorgimenti speciali nel montaggio della linea aerea e dei pantografi sui locomotori.

La linea è percorsa giornalmente da 22 treni: i treni merci più pesanti in salita arrivano a circa 350 tonnellate; in discesa non vi è praticamente limite alla composizione dei treni, purchè si provveda ad un adeguato numero di frenatori. Dai locomotori nelle discese si provvede alla frenatura colla rigenerazione di ricupero e la restituzione alla linea della corrente prodotta. Il movimento dei treni avviene col sistema del giunto telegrafico. Per il riscaldamento dei treni diretti, nei quali sono in servizio vetture provviste di condotta per il riscaldamento a vapore, si provvede con apposito carro riscaldatore, equipaggiato con una caldaia verticale: questo carro viaggia durante l'inverno permanentemente attaccato al locomotore in testa al treno.

Il sistema telegrafico è così organizzato: in ogni stazione c'è un quadrante fisso del diametro di circa 15 cm sulla cui periferia sono distribuite le lettere dell'alfabeto; ad ogni lettera corrisponde un'intaccatura. Al centro del quadrante è un perno, su cui è montato un braccio con una manovella all'estremità provvista di appendice nella parte inferiore, che può penetrare nelle intaccature del quadrante. Sotto di questo c'è una molla collegata al perno in modo tale che, quando il braccio è fatto girare attorno al quadrante, vibra rapidamente e nello stesso tempo apre e chiude alternativamente il circuito elettrico. Così una successione uniforme di impulsi elettrici viene trasmessa lungo il filo. Alla stazione ricevente esiste un quadrante simile a quello descritto. Imperniato al centro del quadrante è un indice con un dispositivo magnetico che lo fa ruotare verso destra ad ogni impulso. Il dispaccio viene trasmesso lettera per lettera girando il braccio della stazione trasmittente verso destra e facendo una breve fermata, quando è di fronte alla lettera da trasmettere. Siccome l'indice alla stazione ricevente ripete esattamente lo stesso movimento, anch'esso fa qui una breve pausa e perciò l'operatore dalla semplice osservazione del quadrante può leggere il dispaccio. Benchè a prima vista questo sistema possa sembrare lungo e la trasmissione lenta, tuttavia i telegrafisti della rete del Nord della Spagna vi hanno acquistato una grande abilità.

Le segnalazioni prima dell'elettrificazione erano costituite da dischi rossi del diametro di circa un metro, manovrati dal marciapiede della stazione a mezzo di leva e filo metallico; dopo l'elettrificazione furono sostituiti da segnali illuminati elettricamente e visibili anche di giorno comandati da un interruttore a quadrante. Ogni stazione è protetta da quattro segnali di questo genere, due di avviso e due di arresto nelle due direzioni della linea. Quando i segnali di una direzione sono disposti a via libera, non possono essere manovrati quelli dell'altra e ciò per impedire l'ingresso contemporaneo di due treni nella stazione da due direzioni opposte. L'energia per questi segnali è a corrente alternata 110 volt.

Il parco dei locomotori per l'esercizio del tronco elettrificato è costituito di 12 unità, a ciascuna delle quali sono addetti un macchinista e un aiutante. L'orario di servizio di ogni locomotore è indicato da appositi grafici riprodotti nell'articolo. Per il tronco elettrificato c'è un ispettore capo della trazione elettrica, da cui dipende il personale dei locomotori e quello delle sottostazioni di conversione. La linea è chiusa al servizio dalle 22 alle 3 e in tale periodo, tolta l'energia elettrica dalla linea di contatto, si procede all'ispezione.

Data la elevazione della linea, l'esercizio presenta qualche difficoltà durante l'inverno per le forti nevicate e specialmente per le valanghe; per liberare la linea, i locomotori vengono allora accoppiati a due a due e muniti di spartineve a ciascuna estremità libera e così vengono inviati su e giù nel tratto ingombro con buoni risultati.

La linea ha due sottostazioni, una a Cobertoria e l'altra a Pajares: esse sono alimentate a corrente alternata trifase, 50 periodi, 30.000 V. A mezzo wattmetri l'energia viene misurata nei due sensi, sia quando è fornita alla linea, sia quando essa è restituita in seguito alla frenatura di ricupero: quantunque il quantitativo restituito sia minimo, pure l'inversione di corrente è molto frequente.

E' inutile aggiungere che l'elettrificazione ha notevolmente avvantaggiato l'esercizio dal lato della soppressione del fumo e ha reso possibile ai viaggiatori di godere con agio delle bellezze pittoristiche di questo tratto interessante della rete ferroviaria spagnuola.

C. G. E. (*)

(*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Co. Gen. di Elettricità.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

Il primo Congresso dell' "Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique" .

Desumiamo dall'*Impresa Elettrica* le seguenti notizie sul Congresso, tenuto in Roma dal 21 al 26 settembre, da questa Unione che raccoglie i principali enti di produzione e di distribuzione di energia elettrica nel mondo intero.

L'importanza del Congresso può già essere desunta dalle cifre che riguardano il numero dei partecipanti. Convennero infatti a Roma gli esercenti di imprese elettriche di undici Nazioni, rappresentanti complessivamente una potenza installata di 45.000.000 kW, (pari ai tre quarti dell'intera potenza installata nel mondo intero) ed una produzione annua di 105 miliardi di kWh. I congressisti furono complessivamente 359, dei quali 178 stranieri provenienti specialmente dalla Francia (97), dal Belgio (37), dalla Svizzera (12) e dalla Polonia (11). Erano pure rappresentate la Svezia, la Germania, l'Olanda, la Spagna, l'Inghilterra e gli Stati Uniti. In particolare la grande Associazione americana N. E. L. A. si era fatta rappresentare da Mr. Lieb.

Del Comitato d'Onore, presieduto da S. E. Mussolini, faceva parte anche il Presidente dell'A. E. I., Prof. Sartori, mentre del Comitato esecutivo era presente l'Ing. Ulisse Del Buono, Presidente della Sezione di Roma, il quale rappresentò l'A. E. I. al Congresso.

Il Congresso fu inaugurato in Campidoglio con un discorso del Governatore di Roma, S. E. Cremonesi, al quale risposero l'On. Ponti come Presidente della U. I. P. D. E. E. e dell'A. E. I. E. e l'Ing. Cohen, Presidente del "Syndicat Professionnel des Producteurs et Distributeurs" di Francia.

Oratore ufficiale alla cerimonia inaugurale fu S. E. Giurati che portò il saluto del Capo del Governo.

Il Governo dimostrò ripetutamente il grande interessamento rivolto al Congresso.

S. E. Volpi, che non aveva potuto intervenire in Campidoglio, volle ricevere una delegazione dei congressisti.

S. E. l'On. Mussolini ricevette il giorno 25 i partecipanti al Congresso nel salone della Vittoria a Palazzo Chigi, esprimendo loro la sua simpatia per gli ingegneri e facendo rilevare lo sforzo che l'Italia va assiduamente compiendo.

I congressisti si recarono anche, fin dal giorno dell'apertura, a rendere, in corpo, un austero atto di omaggio alla tomba del Milite Ignoto.

La presenza al Congresso di Mr. Lieb, di cui sono ben noti i legami di antica data coll'elettrotecnica italiana, e la sincera simpatia per il nostro Paese, fu occasione di una cordiale manifestazione da parte degli Esercenti italiani. Su invito dell'On. Ponti, egli tenne il giorno 22, una conferenza sulla « Generazione e distribuzione di energia elettrica negli Stati Uniti ». Lo stesso giorno l'A. E. I. e l'A. E. I. E. offrirono a Mr. Lieb un banchetto che diede luogo ad un reciproco cordiale scambio di cortesie.

Prima di parlare dei lavori del Congresso, accenneremo ancora alle visite eseguite dai membri di esso agli impianti elettrici del Lazio e dell'Umbria.

Il giorno 22 i congressisti visitarono la cabina Tiburtina della Soc. Elettricità e Gas di Roma e la centrale San Paolo dell'Azienda Governatoriale. La giornata del 23 settembre fu invece interamente dedicata alla visita degli impianti di Tivoli del Consorzio dell'Aniene. I gitanti furono condotti ad osservare i lavori per lo sbarramento dei cunicoli Gregoriani, per la galleria forzata che passa sotto Tivoli e per la nuova centrale dell'Acquaria.

Circa 200 congressisti si recarono, con treno speciale, alle centrali della Terni. Furono visitati la diga mobile che regola le acque del Velino e del Mera, il lago serbatoio di Piediluco, e la centrale di Papigno. Ai gitanti furono anche fatti visitare gli impianti dei forni elettrici per il carburo e la grande sottostazione a 120.000 V che alimenta la trasmissione di energia verso Firenze. Durante il sontuoso banchetto offerto dalla Terni, l'Ing. Bocciardo, illustrò ai convenuti il grandioso programma di impianti che la Società va realizzando e che prevede una produzione finale di tre miliardi di kWh annui.

I lavori del Congresso si svolsero intorno a temi che erano stati precedentemente fissati e raggruppati in Sezioni.

La prima Sezione fu dedicata al vitale problema della economia dei combustibili, e comprendeva tre temi affidati a tre relatori generali.

Sull'impiego del carbone in polvere riferì per primo l'Ing. M. I. Arrighi de Casanova, ingegnere capo dell'Union d'Electricité di Parigi. Rilevò che attualmente nei grandi impianti la preferenza è per apparecchi di polverizzazione ad andatura lenta; il trasporto pneumatico si è pure dimostrato adatto per grandi distanze e impianti importanti. Esaminati i sistemi di essiccazione in uso, rilevò le difficoltà gravi delle camere di combustione ricordando i nuovi tipi a rivestimento di tubi d'acqua. Accennò al vantaggio di una distillazione preventiva del polverizzato e chiuse osservando che la scelta fra i due sistemi, del carbone in polvere o delle griglie meccaniche, deve farsi caso per caso.

L'Ing. Duprè descrisse le installazioni a carbone polverizzato eseguite in Italia con sistemi italiani. Ricordò la centrale di Sampierda-

rena delle O. E. G., gli impianti a polvere di torba e di lignite di Torre del Lago e di Pietrafitta, e parecchi altri. Alla fine dell'anno in corso vi saranno in Italia 20.000 m² di superficie di caldaie alimentate a polvere, e di essi 16.000 con sistema italiano.

Sull'impiego del carbone polverizzato in Francia, riferì l'Ing. Orengo, Direttore delle Officine dell'Energia Elettrica del Nord della Francia. Vi sono attualmente più di 200 caldaie con 180.000 m² di superficie riscaldata, servite a polvere, che consumano complessivamente ogni ora oltre 1000 tonnellate di carbone, preferibilmente di scarto.

La Compagnia d'Elettricità di Dendre presentò un rapporto sugli studi compiuti per ovviare all'inconveniente del passaggio delle polveri e delle ceneri nel fumo al camino; la Société Intercommunale Belge d'Electricité diede notizie sulle installazioni in corso nel Belgio specialmente col sistema Lopulco.

Per quanto riguarda l'impiego delle alte pressioni riferì l'Ing. Herry, Direttore delle centrali elettriche delle Fiandre, il quale illustrò specialmente la nuova centrale di Langerbrugge. Essa è equipaggiata con tre caldaie Babcock Wilcox da 12.000 kg di vapore a 56 kg/cm² e 450°, un gruppo turboalternatore ad alta pressione da 1150 kW e un gruppo da 6000 kW, a 20 kg/cm²; l'economia di carbone è risultata sensibilissima; il costo d'impianto è stato di 1000 fr. per kW.

L'Ing. Ranber, Direttore della centrale di Genevilliers, rilevò come ormai la tecnica sia in grado di affrontare, senza aumento di costo unitario di installazione, pressioni dell'ordine di 60 o 80 atmosfere.

Una intera seduta fu dedicata al problema della *distillazione preventiva del carbone*. Il relatore, Ing. Siegler, dell'Union Electrique du Bassin moyen de la Loire, ha espresso gravi dubbi sulla convenienza pratica di tale operazione, da parte degli esercenti imprese elettriche.

Anche M. Couran, Direttore generale de la Houvre, concorda in tali dubbi. L'Ing. Herry descrisse invece una installazione sperimentale eseguita nella centrale di Langerbrugge, caricando nelle caldaie direttamente il semicoke a 500° proveniente dai forni di distillazione, e ricavando da ogni tonnellata di fossile l'1% di olii leggeri e circa 40 kg di distillato.

Una sola comunicazione si ebbe sul tema delle *telecomunicazioni al servizio delle imprese elettriche*. Il relatore, Mr. Dubois, ha illustrato specialmente lo stato della questione nei riguardi della Francia. La brevità del tempo disponibile impedì lo svolgimento della discussione sull'importante argomento.

Sui cavi per alte tensioni si ebbero comunicazioni importanti. L'Ing. Soleri, indicati gli elementi fondamentali della tecnica moderna in questo ramo, ricordò i cavi trifasi e monofasi in servizio in Italia e all'estero, con particolare riguardo al cavo trifase Hochstaster a superficie dei conduttori isolati metallizzati, e al cavo Emanueli a circolazione d'olio in pressione. Discusse poi la convenienza della messa a terra del neutro.

Mr. Boissonas illustrò i vantaggi dei trasporti di energia a corrente continua, che da molti anni esercita con successo fra le centrali di Septlan (Grenoble) e Lione; su tale linea ha inserito un cavo che può funzionare a 150.000 V con corrente continua, mentre con corrente trifase non potrebbe sopportare 60.000 V.

Sull'argomento dei cavi ad alta tensione presentarono anche una comunicazione Mr. Marchand, belga, e Palestrino. Di una memoria dell'Ing. Emanueli verrà pubblicato un riassunto in un prossimo numero de *L'Elettrotecnica*.

L'Ing. Civita lesse una lunga relazione sulla *situazione elettrica nei diversi Paesi*, densa di dati e di notizie, la quale diede luogo ad una interessante discussione; questa portò a riconoscere i meriti della nostra legislazione liberale e a concludere che i Paesi i quali non hanno ancora disposizioni legislative sulla produzione e distribuzione di energia dovrebbero di preferenza copiare le leggi italiane.

L'Ing. Bonomi parlò della situazione della produzione idroelettrica in Italia ai primi del 1926.

L'ultima seduta del Congresso, il giorno 25, fu riservata ai temi delle *applicazioni dell'energia elettrica*. Vennero presentati numerosi rapporti e comunicazioni specialmente sulle applicazioni agricole, su quelle domestiche (dall'Ing. Pittaluga) sull'illuminazione, ecc.

La chiusura del Congresso fu celebrata la sera del giorno 25 con un banchetto al quale parteciparono oltre 400 invitati, e che venne offerto dalle Società elettriche di Roma e dall'Azienda del Governatorato. Vi furono parecchi discorsi e i rappresentanti dei diversi Paesi espressero la loro soddisfazione per l'ottima organizzazione del Congresso ed ebbero unanimi parole di simpatia pel nostro Paese e di ammirazione per la tecnica italiana.

L'A. E. I. E. che già durante il Congresso aveva preparato per le famiglie dei convenuti delle ruscitissime gite artistiche nei dintorni di Roma, completò l'opera organizzando in appendice al Congresso, ed in risposta ad un desiderio manifestato dai congressisti stranieri, un giro artistico in Umbria e in Toscana.

Ad onta delle notevoli difficoltà di organizzazione dato il numero rilevante (130) di partecipanti, il viaggio sortì esito soddisfacentissimo. Gli ospiti visitarono così Perugia, Assisi, Siena e Firenze, ovunque accolti cortesemente dalle Autorità e dalle Società elettriche locali.

Nel complesso il Congresso è riuscito una manifestazione veramente notevole sotto ogni aspetto. La soddisfazione che esso ha lasciato in tutti e particolarmente negli ospiti stranieri è documentata dalle numerose lettere di plauso e di ringraziamento che essi hanno rivolto al Comitato organizzatore ed alla Direzione dell'A. E. I. E.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

NINO RONCO. — *Raccolta di Esempi e di Problemi con soluzione sull'idraulica e le sue applicazioni.* — Milano - Libreria Editrice Politecnica, 1926, pag. 163. — L. 40.

Chi conosce la difficoltà che gli allievi delle Scuole di Ingegneria, in generale provano a tradurre nella pratica delle calcolazioni correnti il corredo di formule acquistate nei corsi teorici, saluta con compiacimento i libri come questo del Ronco, destinati appunto a dar modo agli allievi di famigliarizzarsi colle calcolazioni pratiche.

Gli esempi, tratti dai casi che la pratica professionale può presentare, sono ordinati razionalmente secondo le leggi o i principi dell'idraulica ai quali essi fanno capo per la loro risoluzione. Pressochè tutta l'idraulica viene così ripresa in considerazione e tradotta in pratici esempi di calcolo.

Le risoluzioni sono date per esteso ma con quella giusta sobrietà che giova a costringere il lettore a riflettere sui singoli passaggi indicati ed a rendersene quindi a pieno ragione.

E' evidente l'utilità grande che gli allievi possono ricavare da questo libro.

Una raccolta di tabelle numeriche completa opportunamente il volume.

*

M. RUBINO. — *I torsimetri e le misure di potenza.* — Palermo, Industrie Editoriali Siciliane, 1926, pag. 160. — L. 45.

L'importanza assunta dai torsimetri nella tecnica moderna per la misura delle grandi potenze, è troppo nota per essere qui ricordata. Su questi apparecchi vi è anche una ricca bibliografia la quale però è dispersa in molte riviste e non sempre facile da rintracciare.

Per queste ragioni il libro dell'Ing. Rubino viene opportunamente ad offrire ai tecnici un prospetto completo di quanto è stato fatto in questo campo. L'A. descrive successivamente i diversi tipi di torsimetri fino ad ora proposti, indicando di ciascuno le caratteristiche ed il più opportuno campo di impiego. Grazie a questo confronto critico riesce facilitata nei singoli casi la scelta dell'apparecchio più adatto.

Il libro riesce perciò di vera utilità pratica, accresciuta anche da una ricca bibliografia che completa il volume.

*

ENTE AUTONOMO PER L'ACQUEDOTTO PUGLIESE. — *Relazione al Parlamento per l'anno 1925.*

La Relazione ora pubblicata costituisce un nuovo documento della grande attività dell'Ente. Sebbene il numero dei nuovi abitati portati a fruire del beneficio dell'acqua, non sia stato nello scorso anno molto elevato, pure l'entità dei lavori eseguiti è stata veramente notevole ed essi porteranno nei prossimi anni la possibilità di allacciare un grande numero di centri abitati. Sono stati proseguiti alacremente i lavori di riparazione delle gallerie del primo tronco di canale principale, lavori che, cominciati nel 1923, hanno importato già, come è noto, spese rilevantissime che avevano anche destato qualche allarme. I lavori di alcune di queste gallerie sono stati ora ultimati, ma resta pur sempre un preoccupante preventivo di oltre 26 chilometri di gallerie ancora da rifare.

Interessanti, per i prevedibili sviluppi ulteriori, sono i ragguagli che la Relazione dà circa i primi lavori iniziati nelle Puglie, di trivellazioni per ricerche d'acqua a scopo di irrigazione; a questo proposito si registrano già dei successi individuali promettenti.

La dettagliata Relazione merita di essere attentamente esaminata dal lato tecnico e da quello economico.

*

MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - SERVIZIO IDROGRAFICO — *Notizie sull'attività del Servizio Idrografico.* — Libreria dello Stato, 1926 — Prezzo L. 5.

Questa recentissima pubblicazione raccoglie alcune notizie particolareggiate sul benemerito Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici, che furono pubblicate in diverse puntate negli « Anali » di quel Ministero.

Attualmente dieci uffici regionali, con giurisdizione sopra regioni idrograficamente definite, provvedono alle osservazioni, alle misure, alle pubblicazioni relative; negli ultimi mesi sono stati creati due speciali reparti, l'uno per le Puglie dipendente dalla Sezione Idrografica di Chieti, l'altro per la Basilicata, dipendente dalla Sezione di Catanzaro. Essi dovranno intensificare le ricerche e gli studi nelle regioni meridionali, alle quali si è fervidamente rivolta l'attenzione del Governo.

La rete pluviometrica conta presentemente circa 3800 stazioni (mentre in passato ne aveva circa 600): essa è fra le più complete e

vaste di Europa. Nel corso dell'anno 1925 sono state eseguite circa 3000 misure di portata, sui corsi d'acqua più diversi del Regno: nel 1924 le misure erano state 2000. Le stazioni sistemate per l'esecuzione di misure di portata sono in numero di 340; il loro numero è in aumento.

Recente è l'inizio delle osservazioni sulle acque sotterranee. Cionondimeno le stazioni in funzione attualmente sono già più di cinquecento, delle quali 150 nelle Puglie, e un centinaio in Sardegna.

Poco maggiore (544) è il numero delle stazioni termometriche.

Nell'insieme, il Servizio Idrografico raccoglie le osservazioni di circa 5500 stazioni di differenti tipi.

Con la scorta degli elementi già raccolti il Servizio Idrografico ha intrapreso una serie assai vasta di determinazioni per valutare — almeno nelle sue grandi linee — il patrimonio idraulico nazionale: quello che rappresentano le acque naturali italiane, quale parte di esse sia utilizzata (per forza motrice, per irrigazione, per uso potabile), quali possibilità esse offrano per ulteriori utilizzazioni.

Si tratta di ricerche nuove, che per la prima volta vengono affrontate nel nostro Paese in modo generale con criteri moderni e rigorosi; il Servizio sta conducendole con la massima rapidità e confida di ultimarle in breve.

*

GERHARD DEHNE. — *Die deutsche Elektrizitätswirtschaft.* — Ferdinand Euke - Stoccarda, 1926, pag. 68, prezzo marchi 4,50.

Questa monografia, che fa parte di una ricca raccolta di pubblicazioni finanziarie e sociali dello stesso editore, presenta una situazione statistica completa delle installazioni per produzione di energia elettrica esistenti in Germania.

La pubblicazione è grandemente interessante specialmente per quanto riguarda la ripartizione regionale degli impianti tedeschi, e la organizzazione finanziaria dell'industria elettrica in Germania. Sono riportate molte tabelle numeriche circa le potenze installate nelle principali centrali, la produzione annua di energia, i capitali azionari, ecc.

*

H. E. DANCE. — *Notes on the Induction Motor.* — Oxford University Press. — Humphrey Milford - Londra 1926, pag. 150 - prezzo sei scellini.

L'A. si è proposto di dar modo a coloro che, per necessità industriali, debbano servirsi di motori a induzione, di farsi una cognizione fondata del loro funzionamento e delle loro caratteristiche, pur senza addentrarsi nei dettagli costruttivi che interessano specialmente il progettista e il costruttore.

Data l'enorme diffusione assunta dai motori a campo Ferraris, la monografia dell'A. si rivolge ad un vastissimo pubblico. Per la lettura di essa, si esige tuttavia una discreta cultura elettrotecnica ed una conoscenza almeno sommaria delle particolarità costruttive. Per questa ragione essa è adatta specialmente per gli studenti di elettrotecnica che vogliono famigliarizzarsi con questo importantissimo tipo di motore.

La forma espositiva, per quanto ampiamente matematica, è chiara e ben ordinata. Le diverse questioni, dell'avviamento, della regolazione, del fattore di potenza, ecc., sono esaminate e delucidate in appositi capitoli in modo da dare una cognizione complessiva ben fondata del funzionamento del motore a induzione.

*

L. GAY. — *La mathématique du chimiste.* — Librairie Scient. I. Hermann - Parigi, 1926, pag. 206, prezzo franchi 20 più 40 per cento.

La matematica è diventata ormai strumento indispensabile in tutti i rami della scienza. Consapevole dell'importanza, per ogni studioso, di una sufficiente preparazione nelle matematiche superiori, l'A. ha voluto raccogliere in questo volume, quelle nozioni di calcolo differenziale ed integrale che più direttamente interessano chi si dedica alle scienze applicative.

Sebbene il volume sia più specialmente destinato ai chimici esso può riuscire utile ai tecnici in generale, che vogliano formarsi con relativa facilità una certa cultura matematica, o che vogliano rinfrescare le cognizioni altre volte acquistate e forse parzialmente dimenticate nell'esercizio professionale.

*

M. E. PACORET. — *Aide-mémoire-formulaire de l'électricité, de la mécanique et de l'électromécanique.* 1926, pag. 1500.

La Librairie Scientifique A. Blanchard (Parigi - Place de la Sorbonne, 3) ci annuncia l'invio di questa nuova pubblicazione, la quale uscirà alla fine del mese di novembre, e della quale daremo a suo tempo una recensione. Il prezzo, di franchi 150, sarà ridotta a fr. 110 per coloro che mandino l'ordinazione del volume alla Librairie Blanchard prima del 20 novembre.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RSTITUISCONO

La Riunione di Brescia.

Possiamo oggi iniziare la pubblicazione dei verbali della recente, riuscitissima XXXI Riunione Sociale e richiamiamo su di essi l'attenzione dei lettori per un duplice motivo. In linea generale, già da qualche anno, per il mutato carattere delle nostre riunioni, i verbali hanno cessato di essere una arida elencazione di nomi e di titoli, per assumere invece un importante contenuto tecnico, essendo in essi riportate quasi letteralmente le discussioni seguite alle varie comunicazioni. In linea particolare, l'odierna puntata contiene il bellissimo discorso inaugurale del Presidente Generale Prof. SARTORI di cui si può dare solo un fuggevole cenno nella cronaca della Riunione. Le parti di esso relative al problema del disboscamento ed ai rapporti fra l'industria ed i laboratori scientifici meritano di essere da tutti meditate.

Prove sui condensatori.

Lo studio dei cavi, imposto dal loro rapido sviluppo verso tensioni di esercizio sempre più elevate, quello dei condensatori, che, uscendo dal campo della tecnica delle comunicazioni (con e senza fili), cercano di affermarsi sempre più largamente anche nella grande elettrotecnica, infine lo studio sempre più accurato e razionale degli isolamenti nelle macchine e negli apparecchi fanno convergere l'attenzione di un gran numero di studiosi e di tecnici sull'argomento assai interessante ed ancora per larghe zone inesplorato delle proprietà e del comportamento dei dielettrici. Le ricerche, come accade in tutti i rami delle scienze applicate, mirano sopra tutto a scegliere ed a precisare i metodi di misura e di prova e a concretare la definizione sia degli elementi caratteristici di un dato materiale o di un dato apparecchio, sia dei modi per rilevare gli elementi medesimi; cioè mirano a concretare le « norme di collaudo » di quel materiale e di quell'apparecchio. E la formulazione e la generale adozione di norme di collaudo segnano indubbiamente un passo innanzi nello sviluppo di quel ramo della tecnica, a cui esse si riferiscono.

Uno studio di questo genere ha preparato il collega VALLAURI trattando delle prove sui condensatori per apparati radio-trasmittenti. Dallo scopo, in apparenza modesto, di stabilire norme di collaudo per i condensatori a mica, ci pare che il lavoro sia stato utilmente esteso alla discussione di delicati metodi di misura e all'esposizione di interessanti dati sperimentali, opportunamente scelti fra i risultati di un numero assai rilevante di prove.

LA REDAZIONE.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimestrale che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

□ PROVE SU CONDENSATORI A MICA □

G. VALLAURI

1. - Generalità sui condensatori affetti da perdite.

La tecnica delle frequenze elevate ha largamente bisogno di utilizzare le proprietà dei condensatori elettrici; perciò il rapido sviluppo di quella ha dato, negli ultimi anni, un notevole impulso ai progressi nella costruzione di questi. Alla grande varietà delle applicazioni dei condensatori corrisponde una estesa varietà di tipi, che si differenziano per le forme costruttive, per i valori di capacità dei singoli elementi, per la tensione a cui questi possono reggere, per la natura del dielettrico adoperato e così via.

Poichè è ben noto che, nel caso di grandezze alternative armoniche semplici di pulsazione $\omega = 2\pi f$, la reattanza di un condensatore di capacità C è in valore assoluto $\frac{V}{I} = \frac{1}{\omega C}$, si rileva facilmente che, a pari tensione, la potenza apparente $VI = V^2 \omega C$, assorbita dal condensatore, è tanto più grande, quanto più elevata è la frequenza. Ne segue che in genere i valori di capacità richiesti sono tanto più piccoli, quanto più alta è la frequenza su cui si opera ⁽¹⁾.

D'altro canto è noto, che, come la corrente e quindi la potenza, assorbite da un condensatore sotto tensione continua, non diventano, a regime, esattamente nulle, così pure la potenza da esso assorbita sotto tensione alternata, non è puramente apparente o, come altri dicono, reattiva, ma comprende una parte di potenza reale, che va a coprire le « perdite » del condensatore. Ciò equivale a dire che, ammessa tuttora l'ipotesi di grandezze armoniche semplici, la corrente assorbita da un condensatore non è esattamente in quadratura in anticipo rispetto alla tensione, ma che il suo angolo di fase $-\left(\frac{\pi}{2} - \delta\right)$ è inferiore, in valore assoluto, rispetto a $\frac{\pi}{2}$, di un angolo δ , che si può chiamare « angolo di perdita ».

È ugualmente noto che in tal caso, misurati i valori di V , I , ω , δ , (ovvero V , I , ω , P , essendo $\sin \delta = \frac{P}{VI}$), si può assimilare il condensatore reale, affetto da perdite, ad un sistema formato da un condensatore ideale privo di perdite e da una resistenza ohmica in serie, ovvero in derivazione (fig. 1), ottenendo rispettivamente:

$$C_s = \frac{I}{\omega V} \cdot \frac{1}{\cos \delta}, \quad R_s = \frac{V}{I} \cdot \sin \delta;$$

$$C_d = \frac{I}{\omega V} \cdot \cos \delta, \quad R_d = \frac{V}{I} \cdot \frac{1}{\sin \delta}.$$

Come si vede, i due valori C_s e C_d sono fra loro diversi,

⁽¹⁾ Anche nei circuiti industriali a frequenze di alcune decine di periodi, l'uso dei condensatori potrebbe riuscire prezioso; ma, per avere effetti apprezzabili con frequenze così basse, occorrono valori di capacità tanto rilevanti, che il costo d'impianto e di esercizio delle batterie di condensatori diventa di regola, nelle attuali condizioni della tecnica, presso che proibitivo. Batterie di condensatori da collegare direttamente coi morsetti dei motori a induzione per la correzione del fattore di potenza vengono ora messe in commercio ad es. dall'A.E.G. (vedi: R. Tröger, *A.E.G. Mitt.* ott. 1926, N. 10, pag. 392).

quando δ è diverso da zero. Per conseguenza il concetto stesso della capacità di un condensatore affetto da perdite richiede, per essere univocamente stabilito, una definizione convenzionale.

I fenomeni, che provocano le perdite nei condensatori, sono molteplici, ma possono raggrupparsi in fenomeni di *conduzione* e fenomeni di *polarizzazione*. Ai primi, intesi in senso lato, debbono ascrivere le perdite per conduzione nelle armature e quelle per dispersione (dovuta a ionizzazione, a effluvi, a conduzione elettrolitica, ecc.) nel dielettrico; ai secondi le perdite per imperfetta polarizzabilità o, come suol dirsi, per isteresi dielettrica del dielettrico. Nel caso di applicazione di tensione continua, le perdite sono essenzialmente rappresentate da quelle del primo gruppo; per contro, sotto l'azione di tensione alternata, entrano in gioco anche quelle del secondo gruppo, che, in molte condizioni di funzionamento, prevalgono nettamente sulle prime. In taluni casi poi, ancora sotto l'azione di tensioni alternate, la natura e l'importanza relativa delle varie perdite è tale, che, pur applicando al condensatore una tensione sinusoidale, la corrente da esso assorbita non risulta sinusoidale, ovvero, pur facendo circolare una corrente sinusoidale, non risulta sinusoidale la tensione fra le armature (*). E' allora impossibile assimilare il condensatore reale ad un sistema di circuiti a elementi costanti (**), quali ad es. quelli della fig. 1. Tuttavia, nella maggior parte dei casi, e fino a che la tensione non supera un valore critico, è lecita tale assimilazione, così che si può far riferimento alle formule sopra riportate ed ai circuiti equivalenti, per i quali esse sono state dedotte.

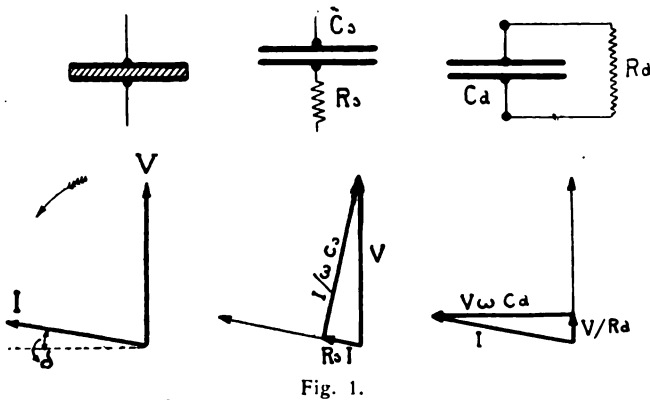


Fig. 1.

Ma la sostituzione del condensatore reale con un sistema costituito da capacità e resistenza non rimane in genere valida anche al variare della tensione e della frequenza; ossia l'uno o l'altro dei due circuiti della fig. 1 non può essere assunto come equivalente al condensatore reale, con immutati valori di R e di C , qualunque valore assumano a loro volta la tensione V e la pulsazione ω . Infatti, perchè ciò fosse, nel caso dello schema s , dovrebbero l'angolo di perdita δ , la intensità di corrente I e le perdite P variare in funzione di ω e V secondo le relazioni:

$$\tan \delta = \omega R_s C_s ; I = \frac{V}{\sqrt{R_s^2 + \left(\frac{1}{\omega C_s}\right)^2}} ; P = \frac{R_s V^2}{R_s^2 + \left(\frac{1}{\omega C_s}\right)^2} ;$$

e nel caso dello schema d :

$$\tan \delta = \frac{1}{\omega R_d C_d} ; I = V \sqrt{\frac{1}{R_d^2} + (\omega C_d)^2} ; P = \frac{V^2}{R_d} .$$

Da ambedue i modi di comportamento, rappresentati da queste relazioni (supposti costanti i valori di R e di C), i condensatori reali si distaccano nettamente in ispecie riguardo alle variazioni in funzione di ω .

Entro certi limiti si può invece ammettere che si verifichino le relazioni:

$$\delta = \text{costante (ossia } \frac{\text{Perdite}}{\text{Potenza apparente}} = \text{costante}) \text{ e } \frac{I}{\omega V} = \text{cost.}$$

(*) E' evidente l'analogia con gli effetti dell'isteresi ferromagnetica, per i quali, applicando ad un materiale ferromagnetico un campo alternativo sinusoidale, il flusso prodotto non varia sinusoidalmente, ovvero, volendo provocare una variazione sinusoidale di flusso, bisogna imprimere una variazione di campo non sinusoidale.

(**) G. V.: Convertitori statici di corrente elettrica. § 2 (L'Elettrotecnica, 25 marzo 1926, vol. XIII, n. 9, pag. 182 e Pubbl. n. 35 dell'I. E. R. T. della R. Marina).

In tali ipotesi si ha ancora per lo schema s :

$$C_s = \text{cost} ; R_s = \frac{1}{\omega C_s} \tan \delta ; P = \omega V^2 C_s \frac{\sin 2 \delta}{2} ;$$

per lo schema d :

$$C_d = \text{cost} ; R_d = \frac{1}{\omega C_d} \cdot \frac{1}{\tan \delta} ; P = \omega V^2 C_d \tan \delta ;$$

ossia in ambedue i casi si avrebbe C costante, R inversamente proporzionale ad ω e P direttamente proporzionale a ωV^2 . Con tali ipotesi il comportamento del condensatore risulta individuato dai valori costanti di C (C_s ovvero C_d) e di δ ; e se

questo angolo δ è molto piccolo, il rapporto $\frac{C_s}{C_d} = \frac{1}{\cos^2 \delta}$ diven-

ta assai prossimo all'unità e si può ancora, approssimativamente, individuare il condensatore mediante la sua capacità (senza indicare se si tratta della capacità equivalente in serie C_s ovvero della capacità equivalente in derivazione C_d) ed il suo angolo di perdita. Sempre nell'ipotesi di angolo di perdita δ molto piccolo, la sua espressione in radianti si confonde notoriamente con il seno e con la tangente e quindi anche col fattore di potenza del condensatore.

2. - Condensatori per la radiotecnica.

Nei riguardi delle perdite i vari materiali dielettrici si comportano molto diversamente gli uni dagli altri, perchè le perdite rappresentano, come si è accennato, l'effetto cumulativo di cause fisiche diverse. In ciò sta verosimilmente la ragione del fatto, che le perdite nei dielettrici sono tuttora, per i bisogni della tecnica, assai meno ben conosciute, che non le perdite, sotto certi riguardi analoghe, nei materiali ferromagnetici. E fuori dubbio tuttavia che, a pari tensione alternativa applicata, le perdite specifiche di potenza nel dielettrico crescono al crescere della frequenza e diviene quindi sempre più difficile eliminare il calore corrispondente. Si intende perciò come occorra, sotto questo punto di vista, ridurre tanto più l'angolo di perdita, quanto più alta è la frequenza che si vuol adoperare.

I dielettrici gassosi soddisfano molto bene a tale condizione, perchè le perdite per isteresi dielettrica sono in essi inapprezzabili; per questo motivo, nel caso delle più alte frequenze della radiotecnica e tutte le volte che interessa ridurre al minimo le perdite, si preferiscono i condensatori ad aria. Essi non si prestano tuttavia per il caso, in cui occorrono capacità considerevoli da usare sotto tensioni elevate, perchè la poca rigidità dielettrica dell'aria (a cui si è cercato in qualche caso di mettere parzialmente riparo, ricorrendo all'uso di aria o di altri gas fortemente compressi) ed il basso valore della sua costante dielettrica conducono ben presto a dimensioni proibitive e talvolta anche ad un eccessivo aumento delle perdite dovute alle altre cause accennate (*). Perciò, già nel campo della radiotecnica, non appena si esce dalla gamma delle frequenze più alte (considerando ad es. come tali le frequenze al di sopra di 10^6 periodi/sec.) e si vuole altresì disporre di capacità non piccolissime (ad es. dell'ordine dei centesimi di microfarad), si abbandona di regola l'uso dei condensatori ad aria e si preferiscono quelli a dielettrico solido o, in qualche raro caso di apparecchi a capacità variabile, quelli a dielettrico liquido. Fra i dielettrici solidi è stato usato largamente, negli apparati trasmettenti della radiotecnica, per tensioni di migliaia e di decine di migliaia di volt, il vetro, e non sono mancati tentativi per utilizzare la carta impregnata; laddove per gli apparati ricevitori si è preferita la mica ed anche, in qualche tipo ormai antiquato di condensatore variabile, l'ebanite.

Fra i dielettrici solidi per condensatori la mica ha acquistato negli ultimi anni un posto preminente, sopra tutto per opera di una nota ditta inglese, che ha notevolmente perfezionato tanto i metodi di scelta e di prova preliminare del materiale, quanto i procedimenti costruttivi dei condensatori. Mediante l'uso della mica è stato infatti possibile costruire condensatori per frequenze e tensioni molto alte e con dimensioni e perdite assai ridotte, e ciò in proporzione con la potenza apparente, che essi sono capaci di assorbire a regime. Tali apparecchi si sono dimostrati nettamente superiori agli altri tipi, precedentemente usati.

Per di più, oltre ai condensatori per i circuiti in cui hanno

(*) Fra di esse la parziale ionizzazione del gas può influire assai sfavorevolmente sul comportamento del condensatore.

sede le correnti oscillatorie propriamente dette, la tecnica richiede in larga misura anche condensatori da usare nei circuiti dei raddrizzatori, per livellare e filtrare le correnti raddrizzate (*). Anche questi condensatori sono soggetti a tensioni variabili (se pure con valor medio diverso da zero e con frequenza più bassa che le frequenze radio) e quindi a perdite; ed anche per essi il tipo a dielettrico di mica si è dimostrato, allo stato attuale della tecnica, il più conveniente ed appropriato. La grande rigidità dielettrica della mica, la scelta accurata di essa ed i processi di costruzione, per cui il pacco costituito dalle lamine di mica e dalle armature metalliche viene accuratamente liberato da ogni traccia di gas ed imprigionato poi in una massa di materiale isolante, consentono di ottenere tipi di condensatori ben rispondenti a tutte le esigenze delle attuali applicazioni.

3. - Riscaldamento dei condensatori.

Che l'angolo di perdita dei condensatori sia piccolo, interessa grandemente non solo dal punto di vista del rendimento e quindi dell'economia di esercizio, ma ancor più dal punto di vista del riscaldamento, ossia anche dell'attitudine del condensatore a ricevere, a regime, una data potenza apparente. Come infatti per la maggior parte delle macchine elettriche, così anche per i condensatori, ciò che definisce la potenza apparente caratteristica dell'apparecchio, con una data temperatura ambiente, è il limite di riscaldamento che non si vuol superare. Ma nel caso dei condensatori il problema assume un aspetto particolarmente importante, perchè le perdite sono, assai più che nelle macchine elettriche, dipendenti dalla temperatura.

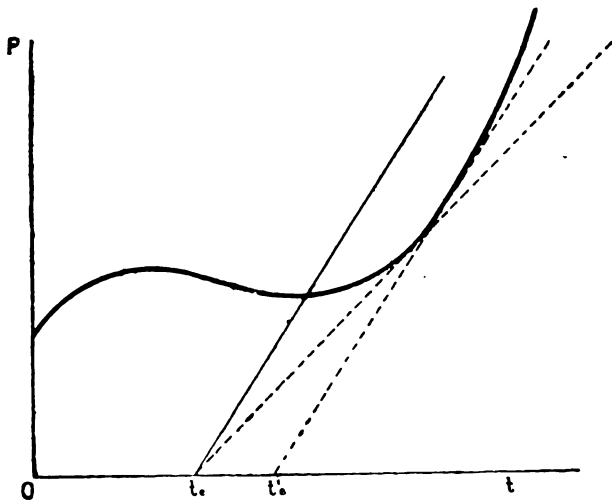


Fig. 2.

A pari potenza apparente (e precisamente, ammesso che la capacità resti praticamente la stessa, a pari tensione applicata e pari frequenza) le perdite, e quindi il fattore di potenza, variano in funzione della temperatura secondo una legge, che può essere rappresentata (§ 10 e fig. 12) qualitativamente da un diagramma del tipo disegnato in fig. 2 (*). Con ciò si ammette senz'altro di potersi riferire approssimativamente ad una sola temperatura interna t , che potrà essere la media delle temperature interne, ovvero la temperatura misurata in una determinata parte del condensatore. Se ora si indica con t_e il valore della temperatura ambiente e si ammette altresì la proporzionalità fra la potenza ceduta sotto forma di calore dal condensatore all'ambiente e la differenza di temperatura $t - t_e$, il diagramma della potenza ceduta è, nella medesima fig. 2, una retta passante per l'asse delle ascisse in corrispondenza di t_e ed avente per inclinazione il coefficiente totale di trasmissione termica dal condensatore verso l'esterno. Il sistema può dunque raggiungere una condizione di equilibrio termico, solo se le due linee, disegnate in figura a tratto pieno, si incontrano. Il punto di incontro definisce la condizione di funzionamento a regime.

Poichè il diagramma delle perdite, al di sopra di una certa temperatura, ha un andamento che cresce sempre più rapidamente e volge quindi all'asse delle ascisse la sua convessità, si rileva facilmente che, per una data temperatura ester-

na, è possibile raggiungere una condizione di regime, solo se il coefficiente di trasmissione totale è superiore ad un certo valore critico; e parimenti, per un dato coefficiente di trasmissione totale, ciò è possibile, solo se la temperatura esterna è inferiore ad un certo valore critico. Queste deduzioni (†) sono illustrate dalle rette tratteggiate in fig. 2. Se le condizioni accennate non sono soddisfatte, il funzionamento a regime è irraggiungibile ed il condensatore si riscalda sempre più, fino a perforazione.

Si vede quindi, quanto sia importante, nell'eseguire prove di perdite sui condensatori, definire esattamente le condizioni di temperatura ambiente e quelle di trasmissione di calore verso l'esterno.

4. - Collaudo dei condensatori.

In occasione dell'acquisto di condensatori a mica per circuiti livellatori o filtri (da interporre fra i raddrizzatori a diodi ed i convertitori a triodi) e di condensatori per circuiti oscillatori di apparecchi radiotrasmettenti, si è presentata l'opportunità di studiare le norme di collaudo per tali forniture ed in pari tempo di confrontare fra loro condensatori a mica di varia provenienza.

Dati caratteristici di un condensatore livellatore sono la capacità e la tensione raddrizzata di esercizio (e ad essi non sembra necessario aggiungere la frequenza ed il numero delle fasi del circuito che alimenta l'impianto raddrizzatore). Per un condensatore destinato a circuiti di corrente alternativa ad alta frequenza si indicano di solito la capacità ed i valori efficaci di tensione e di intensità di corrente, che non debbono essere superati a regime.

Le prove di collaudo di un condensatore si ritiene debbano riguardare essenzialmente le determinazioni relative alle seguenti grandezze: 1) capacità; 2) rigidità dielettrica; 3) perdite o riscaldamento.

Riguardo alla misura della capacità si può rilevare, che il valore di essa non resta assolutamente invariato, quando si variano la frequenza (‡) e la tensione applicata al condensatore. Tuttavia, per condensatori a mica ben costruiti ed usati nei limiti di tensione e di frequenza, in cui possono funzionare a regime, le variazioni sono assai piccole: così che, per gli sconi tecnici ordinari, è completamente giustificata l'adozione di una prova di capacità a bassa tensione ed a frequenza musicale (per es. 500), da effettuarsi con un dispositivo a ponte. Lo schema più semplice è quello assai noto del ponte di Sauty (§ 5) con due lati costituiti da resistenze ohmiche e gli altri due dal condensatore in prova e da un condensatore campione. La tolleranza rispetto ai valori contrattuali, può essere ad es., salvo speciali esigenze, del $\pm 2\%$.

La prova di rigidità non differisce da quella che si esegue sulle macchine. Può farsi con tensione continua, e sono noti i dispositivi di raddrizzamento che permettono di ottenere tensioni continue adatte a queste prove; ma può anche farsi più agevolmente con tensione alternativa a frequenza industriale, perchè i condensatori a mica ben costruiti, che hanno angoli di perdita dell'ordine di pochi millesimi (di radiante), non si riscaldano apprezzabilmente durante la prova di rigidità. A questa conviene assegnare una durata di qualche minuto primo (ad es. 2) e la tensione massima applicata al condensatore deve essere in un certo eccesso (per es. in ragione del rapporto $\sqrt{2}$: 1) rispetto alla tensione di esercizio. Perciò il valore efficace della tensione alternativa di prova sarà eguale alla tensione contrattuale nel caso di un condensatore livellatore, e sarà eguale a $\sqrt{2}$ volte la tensione stessa per un condensatore destinato a circuiti di corrente oscillatoria. Ben s'intende, che nelle prove di rigidità con tensione alternativa questa deve essere applicata rapidamente, ma con incremento perfettamente graduale e continuo, e debbono altresì essere osservate le necessarie cautele, affinché la tensione applicata sia praticamente sinusoidale e non si producano in alcun caso sopratensioni od altre irregolarità.

Per le prove relative al riscaldamento od alle perdite occorre innanzi tutto definire la tensione e la frequenza da usare nell'esperimento. Nel caso dei condensatori livellatori si potrebbe pensare a sottoporli ad una tensione pulsativa, risultante di una tensione continua e di una alternata più o meno ricca di

(*) loc. cit. Nota (*), § 5.

(†) Diagrammi analoghi, relativi ai cavi elettrici, sono riportati, insieme con la discussione degli elementi che influiscono sul loro andamento, ne *L'Elettrotecnica*, 5 giugno 1926, vol. XIII, n. 16, pag. 354.

(‡) B. B. C. Mitt., vol. XIII, n. 5, maggio 1926, pag. 115.

(§) Le così dette prove balistiche, eseguite mediante carica completa del condensatore sotto tensione continua e scarica anch'essa completa, si possono considerare come prove a frequenza nulla.

armoniche di conveniente ampiezza; e ciò allo scopo di avvicinarsi alle condizioni effettive di esercizio. Ma queste ultime presentano una così grande varietà, che si dovrebbero fissare in modo del tutto arbitrario troppi elementi, per precisare una condizione particolare di funzionamento, a cui riferirsi durante il collaudo. Si ritiene perciò preferibile eseguire la prova di perdite nella condizione più semplice e meglio definita, che è quella del funzionamento sotto tensione alternativa armonica. Il valore efficace da assegnare a questa tensione può essere più basso che quello di esercizio, per tener conto del fatto che durante quest'ultimo è compresa nella tensione totale una notevole componente di tensione continua, la quale dà luogo, nelle condizioni ordinarie, a perdite molto minori, che quelle provocate da una tensione alternativa di eguale ampiezza. La scelta della tensione alternativa di prova è, naturalmente, funzione della frequenza su cui si vuol sperimentare, poichè, ammessa approssimativamente la costanza di C e di δ (§ 1), le perdite risulterebbero proporzionali a ωV^2 . Ne segue che, data l'attitudine del condensatore ad emettere termicamente una certa potenza, senza raggiungere limiti pericolosi di riscaldamento, la tensione di prova da adottare dovrebbe esser fatta variare in ragione inversa della radice quadrata della frequenza prescelta. In base a numerose prove eseguite (§ 6 e seg.), si ritiene che, per il caso della frequenza di prova 500, il valore efficace della tensione applicata possa essere pari a 1/3 della tensione contrattuale di esercizio per i condensatori livellatori.

Per i condensatori destinati ai circuiti oscillatori, che taluni chiamano *condensatori di potenza*, la prova di perdita dovrebbe essere eseguita, come per le macchine, nelle condizioni di funzionamento normale a regime. Poichè tuttavia giova aver libertà di scelta riguardo all'uso di un medesimo condensatore in circuiti oscillatori di caratteristiche diverse, occorre anche qui definire convenzionalmente la tensione e la frequenza di prova. Se, come usa taluna casa fornitrice e come si è accennato di sopra, i dati del condensatore indicano un valore efficace di tensione ed un valore efficace di corrente che non debbono essere superati, è evidente che (ammessa sempre l'approssimativa costanza dell'angolo di perdita), la prova più concludente, ossia la più severa, è quella in cui ambedue detti valori sono raggiunti, quella cioè eseguita con frequenza

$f = \frac{I}{2\pi CV}$. Si ha infatti che, se si opera a frequenze più elevate, dovendo restare immutata la I , le perdite variano in ragione inversa di f ; e se si opera a frequenze più basse, dovendo restare invariata la V , le perdite variano in ragione diretta di f . Sembra perciò più razionale individuare le proprietà di un condensatore di potenza sotto l'aspetto delle perdite, indicando la potenza apparente, che esso può stabilmente assorbire entro un determinato intervallo di frequenze, ovvero indicando, oltre alla potenza apparente, anche i massimi di tensione e di corrente da non doversi superare. Quest'ultimo modo di specificazione, in cui evidentemente si suppone che la potenza apparente limite $P_{a.l}$ sia inferiore al prodotto della tensione limite V_l per la corrente limite I_l , corrisponde (nell'ipotesi di capacità costante con la frequenza) al modo di variare della potenza apparente del condensatore in funzione di f , rap-

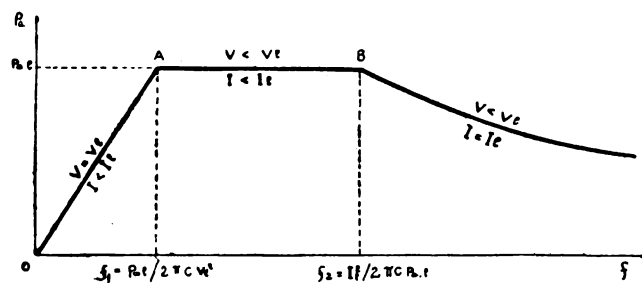


Fig. 3.

presentato dalla fig. 3 e formato da due segmenti di retta e da un arco di iperbole equilatera. Le due condizioni di funzionamento, che converrebbe provare al collaudo, sono quelle indicate da A e B, corrispondenti la prima al funzionamento con $P_{a.l}$ e V_l , la seconda al funzionamento con $P_{a.l}$ e I_l . Poichè di regola nei buoni condensatori a mica il fattore di potenza, a pari potenza apparente, diminuisce leggermente al crescere della frequenza, la prova di funzionamento più severa sarebbe quella indicata dal punto A.

Risulta da quanto precede (§ 3), che, dal punto di vista strettamente tecnico, si può rinunciare, nel collaudo dei condensatori, alla misura effettiva delle perdite e limitarsi a veri-

ficare, che il condensatore, sottoposto a una tensione alternativa di data ampiezza e frequenza (da definirsi in base ai criteri ora esposti), raggiunga una condizione di regime e possa quindi restare stabilmente in circuito. Si potrà altresì stabilire che, in tale condizione di regime, la temperatura di determinate parti del condensatore, con una determinata temperatura ambiente, non debba superare certi limiti. E' tuttavia opportuno, sia per conoscere in modo più completo il comportamento del condensatore nei circuiti in cui verrà usato (ed in ispecie per calcolare questi circuiti e progettare l'alimentazione e l'utilizzazione), sia per studiare le condizioni di raffreddamento artificiale, qualora esso sia necessario, accompagnare l'indicazione della potenza apparente con quella delle perdite o del fattore di potenza.

Scopo della presente nota, oltre alla breve esposizione, sopra riportata, dei criteri e dei procedimenti a cui si ritiene debba uniformarsi il collaudo dei condensatori, è quello di riferire sopra i metodi di misura sperimentati per la determinazione delle perdite nei condensatori a mica, considerando tuttavia tali prove dal punto di vista delle esigenze della tecnica, senza entrare per ora nello studio generale delle proprietà dielettriche della mica.

5. - Misure di perdite col ponte.

Le prove da effettuare riguardano, come si è visto, condensatori livellatori aventi capacità dell'ordine dei centesimi o dei decimi di microfarad e condensatori di potenza aventi capacità dell'ordine di millesimi o centesimi di microfarad, costruiti gli uni e gli altri per tensioni di esercizio dell'ordine delle migliaia o di qualche decina di migliaia di volt.

Le prove di perdite sono misure di potenza; per l'esecuzione di esse si sono presi in esame vari metodi e precisamente: le misure di resistenza equivalente, le misure calorimetriche e le misure col wattometro elettrodinamico. Le misure di resistenza equivalente, se si opera sotto basse tensioni, si possono notoriamente eseguire coi ponti a corrente alternata, riportando la misura delle perdite a quella di una resistenza, posta in serie o in derivazione sul condensatore da esaminare, secondo gli schemi della fig. 1. Se si adotta ad es. lo schema del ponte di Sauty completato con l'aggiunta di una resistenza R' , ovvero

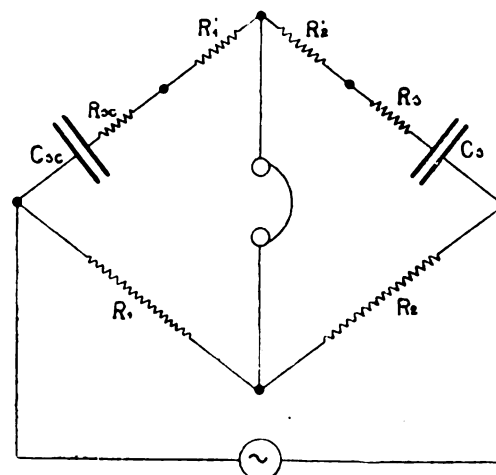


Fig. 4

di una resistenza R'_2 , inserite come è indicato in fig. 4 (ponte di Wien), e se si assume ad es. come circuito equivalente dei condensatori quello con resistenza in serie, supposti noti i valori $R_{s.c}$ e $C_{s.c}$ relativi al condensatore campione, si hanno evidentemente, per la condizione di equilibrio, le condizioni:

$$\begin{cases} R_s = (R'_1 + R_{s.c}) \frac{R_2}{R_1} - R'_2 \\ C_s = \frac{R_1}{R_2} C_{s.c} \end{cases}$$

La misura comprende quindi anche quella di capacità (§ 4) e si può eseguire facendo eguale a zero R'_1 ovvero R'_2 , ossia aggiungendo resistenza supplementare solo sul lato del condensatore, che ha minore angolo di perdita. Il doppio ordine di tentativi, richiesto dalle due distinte condizioni di equilibrio, è molto semplificato se gli angoli di perdita sono piccoli; perchè, ridotto al minimo il suono nel telefono (o in genere la indicazione dell'apparecchio rivelatore usato nella diagonale di mi-

sura) mediante variazione del rapporto R_1/R_2 , il successivo azzeramento ottenuto mediante l'inserzione di R'_1 o di R'_2 non richiede di solito una nuova apprezzabile rettifica del rapporto R_1/R_2 .

Questo procedimento (insieme con gli altri analoghi basati sull'uso dei ponti), oltre a richiedere l'uso di tensioni armoniche semplici (perchè, anche ammesse trascurabili le variazioni di $C_{s,c}$ e di C_s in funzione di ω , non lo sono certo quelle di $R_{s,c}$ e di R_s), presenta due inconvenienti notevoli: 1) la misura non può esser fatta agevolmente alle elevate tensioni di esercizio ⁽⁹⁾ e non è certo che l'angolo di perdita sia fra ampi limiti indipendente dalla tensione; 2) il metodo è un metodo strettamente relativo, poichè richiede la conoscenza non solo della capacità $C_{s,c}$ del campione, ma anche quella della sua resistenza equivalente in serie $R_{s,c}$ in tutte le possibili condizioni in cui esso sarà fatto funzionare nel ponte. Per questi motivi e principalmente per il primo, le misure al ponte, dopo una serie di esperienze preliminari, non sono state adottate per le prove tecniche, che qui interessano.

6. - Misure calorimetriche.

Fra le misure calorimetriche e quelle wattometriche, le seconde sono molto più familiari all'elettrotecnico, che non le prime, le quali riescono assai laboriose, sia per la natura stessa delle determinazioni che occorre eseguire, sia per la lunga durata delle esperienze. Ma le misure wattometriche, mentre offrono grande comodità di uso, sono soggette in questo caso a particolari cause di errore (§ 7). Si è perciò ritenuto opportuno eseguire dapprima, nonostante le accennate difficoltà, numerose serie di misure calorimetriche, per conoscere con buona approssimazione le perdite dei condensatori da esaminare, ed eseguire di poi (od anche simultaneamente) misure wattometriche sui medesimi condensatori e nelle medesime condizioni, per giudicare dell'applicabilità di questo secondo metodo di misura alle prove tecniche di collaudo.

I condensatori, su cui si è sperimentato, si possono raggruppare in due categorie a seconda che si tratta di condensatori originali Dubilier, che si indicheranno con la lettera *D*, ovvero di condensatori a mica di altra fabbricazione e di varia provenienza, che si indicheranno con la lettera *P*.

Per le prove calorimetriche si è preferito l'uso del calorimetro ad aria, perchè non sempre il condensatore, specialmente a caldo, è perfettamente stagno (nel caso dei condensatori livellatori esso è di regola contenuto in una scatola di legno) e può quindi senza inconveniente essere immerso in un liquido isolante; ed anche perchè, dato il volume non trascurabile dei condensatori, il bagno isolante accrescerebbe apprezzabilmente l'inerzia termica del sistema e renderebbe ancora più lunghe le determinazioni, che già col calorimetro ad aria dovettero essere più volte continuate ininterrottamente giorno e notte ⁽¹⁰⁾. Il calorimetro usato è costituito da una semplice cassetta di legno, costruita accuratamente, che viene tenuta completamente chiusa mediante un coperchio fissato con viti e con interposizione di una guarnizione di feltro; il coperchio ha due passaggi forniti di boccole di ebanite per i conduttori elettrici ed i fianchi della cassetta portano altri fori, attraverso i quali, mediante tappi di sughero, sono tenuti in posizione ben determinata i termometri di precisione (forniti di scala al decimo di grado centigrado), destinati alla misura della temperatura interna. Così il calorimetro coi suoi termometri interni, come i termometri esterni per la lettura della temperatura ambiente, sono sistemati sempre nelle medesime posizioni in una sala, di cui viene tenuta chiusa ogni apertura ed in cui si evita il formarsi di correnti d'aria. La taratura viene fatta introducendo nel calorimetro una cassetta di forma, dimensioni e posizione identiche a quelle del condensatore e provocando in essa, mediante una resistenza ohmica percorsa da corrente continua, la trasformazione in calore di una potenza nota e costante. Per ciascun valore di questa potenza si registra il valor medio delle temperature interne a regime. Il diagramma di taratura, che lega la potenza consumata alla sopraelevazione di temperatura rispetto all'ambiente, è risultato perfettamente rettilineo nei

limiti delle sopra elevazioni raggiunte (50° circa) e dell'approssimazione di queste misure, ed è individuato dalla costante 1,65 watt/grad.

La maggior parte delle prove è stata eseguita a frequenze intorno a 500, usando la corrente fornita da un alternatore da 1 kVA, 110 V, comandato da motore a corrente continua. Poichè spesso le potenze apparenti adoperate ammontano ad un numero di kVA assai maggiore, e poichè d'altra parte è molto importante operare in queste prove con correnti quanto più è possibile armoniche pure, si è sempre fatto uso di circuiti portati all'incirca alla risonanza mediante l'inserzione di opportune induttanze regolabili o variometri (fig. 5) ⁽¹¹⁾. Questo modo di procedere presenta altresì il vantaggio, che, qualora un difetto di isolamento si manifesti sia nel condensatore sia in altra parte del circuito, la tensione e la corrente cadono immediatamente a valori molto bassi per l'annullarsi della condizione di risonanza. Il voltmetro indicato nello schema è un apparecchio elettrostatico di Kelvin a tre sensibilità (deviazione massima 3000 - 6000 - 12.000 V) e l'amperometro è, a seconda dei casi, uno strumento termico C G S da 0,5 o un elettrodinamico unipivot da 1,2 - 3,6 - 6,0 A, tutti opportunamente tarati e verificati.

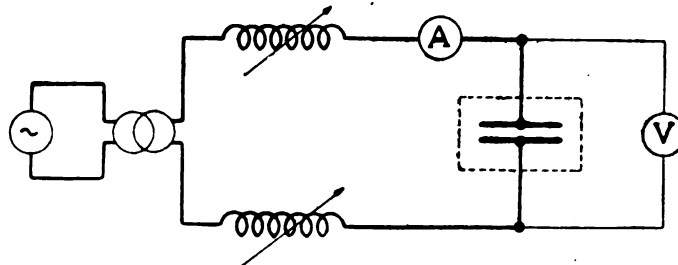


Fig. 5.

Fra i risultati delle numerose prove eseguite su condensatori *P* si riferiscono ad es. quelle relative al condensatore livellatore P_{11} , i cui dati di targhetta sono 15.000 V e 0,03 μF . Il condensatore è chiuso in una cassetta di alluminio, con coperchio di ebanite, attraverso il quale passano i capi delle armature. Esso non è protetto contro l'aria e contro l'umidità, perchè il pacco lamellare non è impregnato, ma semplicemente separato dalle pareti mediante spessori di micanite. Le prime serie di prove calorimetriche eseguite alla frequenza 550 e con tensioni ridotte man mano fin quasi a 3000 V non diedero altro risultato, se non quello di constatare che il condensatore, collocato nel calorimetro (ossia soggetto all'incremento di resistenza termica di emissione dovuto al calorimetro stesso), non è in grado di raggiungere una condizione di regime e tende a riscaldarsi indefinitamente (§ 3) anche sotto tensioni di poco superiori a 3000 V. A tensioni più basse è stato possibile raggiungere le condizioni di regime ed i risultati delle corrispondenti serie di determinazioni calorimetriche sono riportati nella tabella I.

TABELLA I.

Data	<i>f</i>	<i>V</i> volt	<i>I</i> ampere	<i>t_c</i> (media)	<i>t_c</i>	<i>P</i> watt	<i>V I</i> volt ampere	cos φ	<i>C</i> μF
12/1/26	518	2220	0,168	27°2	15°6	19,2	373	0,0515	0,0233
9/1/26	510	2310	0,179	30°1	16°0	23,3	428	544	234
14/1/26	506	2570	0,190	27°0	12°5	23,9	488	489	232
15/1/26	506	2990	0,220	35°8	15°2	34,0	658	517	232
medie								0,0516	0,0233

Per dare fin da ora un'idea della grande variabilità delle perdite in funzione della temperatura (§ 3), si può riferire che il medesimo condensatore P_{11} , posto nel medesimo calorimetro, ma portato inizialmente (mediante l'applicazione per alcune ore di tensioni sui 4000 V) a temperatura più alta (temperatura t_c nell'interno della scatola calorimetrica intorno a 54°), non ha potuto raggiungere uno stato di regime, se non quando si è abbassata la tensione a 2140 V (frequenza 505, intensità di corrente 0,160 A). In queste condizioni si è stabilizzato su $t_c = 54°8$ (temperatura nell'interno del calorimetro, a sua volta assai inferiore alla temperatura interna del condensatore) e $t_a = 15°$ ossia con una perdita di 65,7 W e con un fattore

⁽⁹⁾ Circa l'uso di ponti a corrente alternata ad alta tensione, con inserzione di trasformatori riduttori, vedi R. W. ATKINSON. (Elect. J. febbraio 1925, vol. 22, pag. 58) e E. D. DOYLE e E. H. SALTER (J. A. I. E. E., giugno 1926, vol. 45, pag. 556).

⁽¹⁰⁾ Le misure calorimetriche possono risultare agevolate nel caso dei grandi condensatori di potenza con refrigerazione artificiale a circolazione, quando la massima parte del calore prodotto venga asportata dal fluido refrigerante, e di questo si possano misurare accuratamente la portata e le temperature di entrata e di uscita.

⁽¹¹⁾ L'Elettrotecnica, 25 novembre 1925, vol. XII, n. 33, pag. 827 e Pubbl. n. 34 dell'Istituto R. T. della R. Marina.

di potenza 0,192, quasi quadruplo di quelli indicati nella precedente tabella. Queste rilevanti variazioni del fattore di potenza in funzione della temperatura sono confermate dalle prove wattometriche (§ 10).

Per citare anche prove calorimetriche eseguite su condensatori D , si riferiscono alcuni risultati ottenuti con un condensatore livellatore (D_s) per tensione di esercizio 6000 V, costituito da due sezioni di $0,125 \mu F$, che possono essere collegate in parallelo. La parte attiva del condensatore è completamente chiusa in un blocco di materiale isolante, contenuto a sua volta in una cassetta di legno. Fin dalle prime prove si è constatato che le perdite in questi condensatori sono tenuissime, ciò che rende la determinazione calorimetrica più delicata, perchè le differenze di temperatura da misurare a regime fra l'interno e l'esterno del calorimetro sono di pochi gradi. Il condensatore raggiunge lo stato di regime con tensione alternata di oltre 2000 V e frequenza fino a 600. I valori del fattore di potenza ricavati dalle misure calorimetriche per questo condensatore, mediante prove sotto tensioni intorno a 2000 volt, sono i seguenti:

frequenza	410	505	590
$\cos \varphi$	0,00239	0,00228	0,00216

Il fatto di poter collocare a regime una potenza apparente capacitiva di oltre 5 kVA in un apparecchio di dimensioni ($16,5 \times 16,5 \times 12,8$ cm) e di peso (6 kg) assai modesti e con una perdita di appena il 2 per mille è di importanza tecnica non trascurabile.

Le misure calorimetriche sui condensatori di potenza per frequenze radio si eseguono con il medesimo calorimetro e con procedimenti perfettamente analoghi, salvo che il generatore con cui si alimenta il circuito oscillatorio è un arco Poulsen, o un generatore a triodi o un alternatore ad altissima frequenza. Anche in queste prove si è constatata una nettissima differenza fra i condensatori di buona costruzione e quelli meno perfetti e per i primi si sono rilevati fattori di potenza ancora più bassi di quelli sopra riportati.

Molte prove sono anche state eseguite, sia sui condensatori livellatori, sia sui condensatori di potenza, collocandoli fuori del calorimetro al centro di una tavola di legno⁽¹²⁾ e fissando con nastro isolante e con interposizione di stagnola e di un cuscinetto esterno di ovatta il bulbo del termometro a contatto col fianco della scatola del condensatore. Questa disposizione può servire per prove ordinarie di collaudo, quando si stabilisca semplicemente, che in una data condizione di funzionamento il condensatore deve raggiungere lo stato termico di regime, senza che la temperatura superficiale superi un certo limite. Ma si è constatato, che la disposizione stessa può servire abbastanza bene anche per misure calorimetriche di perdite, quando essa sia stata preceduta da un'apposita taratura; quando cioè, servendosi di una scatola in tutto identica a quella del condensatore, si misuri, nello stesso modo, la temperatura superficiale esterna a regime per diversi valori di potenza nota, trasformata in calore entro la cassetta stessa per mezzo di un reostato.

Durante le esperienze calorimetriche e wattometriche si sono inoltre sistemate, in punti determinati nell'interno di parecchi dei condensatori in prova, alcune coppie termoelettriche Cu-Fe, le quali hanno permesso, previa taratura e con le opportune cautele sperimentali, di seguire il modo di variare della temperatura interna per tutta la durata delle prove.

7. - Misure wattometriche.

L'uso del wattometro ha il grande pregio, in confronto con l'uso del calorimetro, di dare l'indicazione immediata della potenza assorbita e quindi anche del fattore di potenza. Con una installazione ben predisposta si può agevolmente in poche ore rilevare il modo di variare, entro ampi limiti, del fattore di potenza in funzione della tensione, della frequenza ed anche della temperatura, laddove un solo valore di $\cos \varphi$, come quelli riportati nel § precedente ed ottenuti per via calorimetrica, è frutto di centinaia di letture strumentali, distribuite a intervalli di pochi minuti primi l'una dall'altra su molte ore di esperienza.

Ma di fronte a tali vantaggi, l'uso del wattometro presenta in questo caso gli inconvenienti che derivano dalle seguenti circostanze: 1) la potenza da misurare può essere molto

piccola; 2) la tensione e la frequenza da usare sono elevate; 3) l'angolo di fase è molto prossimo a $-\pi/2$. Il limitato valore della potenza da misurare ed anche gli effetti della frequenza relativamente elevata⁽¹³⁾ non costituiscono una seria difficoltà, data la perfezione costruttiva e la grande sensibilità, che possiedono taluni tipi di moderni apparecchi elettrodinamici. L'uso di tensioni elevate non presenta neppure esso difficoltà insormontabili, sia perchè si può disporre di resistenze voltometriche adeguate⁽¹⁴⁾, sia perchè si può ricorrere all'uso di trasformatori di tensione. Ma tanto in un caso, quanto nell'altro, per effetto degli errori di fase delle resistenze o del trasformatore, si va incontro alle gravi incertezze derivanti dal principale inconveniente, costituito dal fatto, che l'angolo di fase da misurare è prossimo a $-\pi/2$.

E' noto infatti, che l'esattezza delle indicazioni del wattometro elettrodinamico, tarato ad es. con corrente continua, si basa sull'ipotesi che, nel funzionamento con corrente alternata, la corrente voltometrica sia in ogni istante proporzionale alla tensione applicata, ossia il circuito voltometrico si comporti come una pura resistenza ohmica. Se, per effetto dell'autoinduzione e della capacità proprie della spirale voltometrica e della resistenza zavorra, tale condizione non è rigorosamente soddisfatta, cioè se per una data frequenza la corrente voltometrica è spostata di un certo angolo ε rispetto alla tensione, mentre la corrente nel circuito amperometrico è spostata di un angolo φ (compreso fra $+\pi/2$ e $-\pi/2$), la lettura è notoriamente affetta da un errore relativo $1 - \frac{\cos \varphi}{\cos(\varphi - \varepsilon)}$, che è 0 per $\varphi = \frac{\varepsilon}{2}$, è 1 per $\varphi = \pm \frac{\pi}{2}$ e tende all'infinito per $\varphi = -\frac{\pi}{2} + \varepsilon$ se $\varepsilon > 0$, ovvero per $\varphi = \frac{\pi}{2} + \varepsilon$ se $\varepsilon < 0$ (fig. 6). Se non si tien conto della capacità distribuita, si può compensare l'effetto dell'autoinduzione della spirale voltometrica, derivando un con-

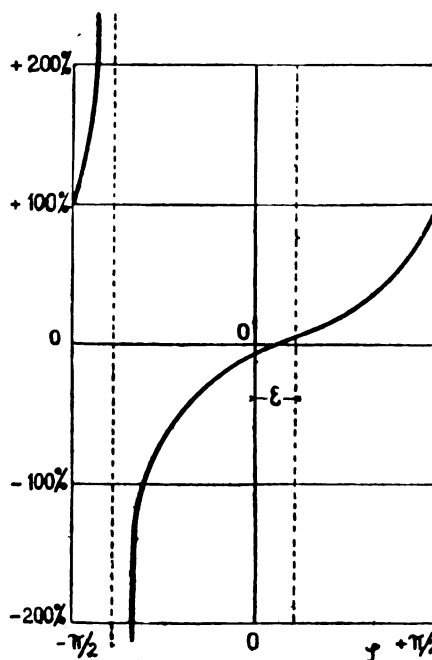


Fig. 6.

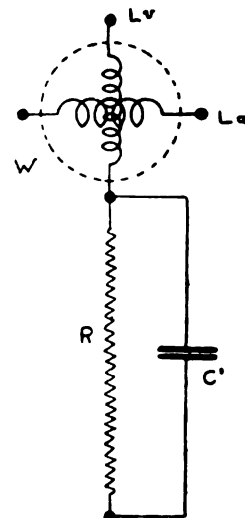


Fig. 7.

densatore fisso sulla resistenza zavorra (fig. 7). Fino a che gli angoli da correggere sono piccoli, tale noto dispositivo effettua

(13) La considerazione espressa ha valore, purchè ci si limiti ad usare le frequenze musicali ad es. dell'ordine di 500; chè il problema dell'eventuale adattamento del wattometro elettrodinamico alle frequenze radio ed in genere il problema della misura diretta della potenza su tali frequenze, meritano una trattazione a parte.

(14) Per l'uso del wattometro elettrodinamico sotto tensioni elevatissime, vedi CARROLL, PETERSEN e STRAY (J. A. I. E. E., ottobre 1924, vol. 43, n. 10, pag. 941) e CAPDEVILLE e LAROCHE (R. G. E., 25 ottobre 1924, vol. 16, n. 17, pag. 670). In questo secondo lavoro si trovano anche schemi di dispositivi elettrodinamometrici, usati con metodo di zero, analogamente a quanto è accennato qui al § 9.

Una discussione riassuntiva delle difficoltà inerenti alle misure sui condensatori, siano esse calorimetriche, siano wattometriche, è stata ultimamente pubblicata da B. W. St. Clair (J. A. I. E. E., agosto 1926, vol. 45, pag. 729).

Si veda infine, per l'uso del wattometro elettrodinamico nelle prove sui cavi, E. S. Lee (J. A. I. E. E., agosto 1926, vol. 45, pag. 746).

(12) Se il condensatore è posto presso un orlo o uno spigolo della tavola, si possono determinare correnti d'aria ascendenti, che ne lambiscono le parti e ne agevolano il raffreddamento.

una compensazione che è valevole per qualunque frequenza. Esso è stato tuttavia già da tempo abbandonato nella costruzione dei wattometri, perchè, con le grandi sensibilità oggi raggiunte, il valore dell'induttanza della spirale voltometrica è divenuto di regola assai piccolo ed il conseguente errore trascurabile (od almeno dello stesso ordine), rispetto all'errore in senso opposto prodotto dalla capacità distribuita lungo la resistenza.

Poichè i motivi esposti rendevano dubbi a priori i risultati, che si sarebbero ottenuti in questo caso dal wattometro, si è cercato di determinare direttamente gli errori ⁽¹⁵⁾ di quest'ultimo, effettuando con esso la misura di potenze fortemente reattive, di cui si conoscevano già i valori in base alle esperienze calorimetriche. Occorre, in questi confronti, che la potenza sia fortemente reattiva, cioè che il fattore di potenza sia prossimo a zero, perchè, come si è visto, solo in tali condizioni l'errore che si vuol rilevare diventa notevole. Si è quindi tratto profitto dei risultati delle precedenti prove calorimetriche, per verificare se le misure al wattometro possono adattarsi al collaudo dei condensatori, nei riguardi delle perdite che questi subiscono, quando sono inseriti in circuiti di corrente alternata a frequenza musicale.

8. - Verifiche strumentali sul wattometro.

Il wattometro usato nelle prove è un apparecchio a lettura diretta del noto tipo unipivot della Ditta Paul (ora Cambridge). E' il modello normale OD 2984, con graduazione per lettura da 0 a 8 unità, divisa in 80 parti, con spirale amperometrica unica di portata massima 6 A e spirale voltometrica, fornita di resistenza zavorra a più prese, che vien comandata (dapprima solo in serie, poi parzialmente anche in parallelo) da un inseritore, che permette di ottenere le costanti strumentali 1, 2, 5, 10, 20, 50 corrispondentemente alle tensioni di esercizio di 75, 100, 200, 300, 450, 600 volt. Come si rileva, poichè il rapporto fra costante strumentale e tensione di esercizio è crescente, la sensibilità del wattometro si riduce in proporzione, così che ad es. la deviazione massima (con tensione e corrente normali) corrisponde rispettivamente a $\cos \varphi = 0,0178$; 0,0267; 0,0333; 0,0444; 0,0592; 0,111. La resistenza del circuito voltometrico, sulla costante 1, è di 1000 Ω ; quindi la corrente voltometrica massima è di 75 mA. Come è noto, esistono altri wattometri sia a lettura diretta sia a riflessione del tipo ad equipaggio sospeso, che danno sensibilità ancora maggiori, ma per gli scopi di queste misure la sensibilità dell'apparecchio descritto si è dimostrata sufficiente, dato che esso permette, in prossimità dello zero e con tensione e corrente normali sulla costante 1, di avvertire, apprezzando 1/10 di parte di scala, una variazione di angolo di fase di 0,0000222, pari a 4'',58 ⁽¹⁶⁾.

La spirale amperometrica ha resistenza 0,32 ohm (a 11° C) e induttanza 370 μH , quella voltometrica 11,1 ohm (a 11° C) e 352 μH . Una prima causa di errore nelle prove a frequenza musicale può esser data dalla capacità distribuita lungo dette spirali, poichè essa agisce come una capacità in derivazione e modifica quindi in intensità ed in fase la corrente che circola nel conduttore (e dà luogo alla deviazione del wattometro), rispetto a quella che dovrebbe circolarvi, cioè rispetto a quella che dall'esterno si invia nella spirale. Tale causa di errore è risultata trascurabile per le prove fino a frequenze di circa 600 ed oltre, perchè, eseguendo la misura di R e di L al ponte con frequenze man mano crescenti da 50 fin verso 1000, non si sono avute variazioni apprezzabili nei valori ottenuti. Questa prova dimostra anche trascurabili gli effetti di induzione su masse metalliche fisse rispetto alla spirale considerata.

Altra causa di errore può essere un effetto di induzione da parte della spirale amperometrica sulla massa metallica di quella voltometrica (essendo questa a circuito aperto) e sulle altre masse metalliche dell'equipaggio mobile. La corrispondente verifica si fa inviando corrente della massima intensità (6 A) e a 500 periodi nell'amperometrica ed osservando se la voltometrica, a circuito aperto, ma con estremo collegato con l'amperometrica, non subisce deviazione. Si constata una deviazione appena appena percettibile in senso positivo, ma di

ordine non superiore alle lievi incertezze nell'aggiustamento dello zero. L'azione reciproca, che si può ricercare facendo passare la massima corrente nella voltometrica e lasciando aperta l'amperometrica, è assolutamente inapprezzabile.

Poichè il wattometro adoperato è uno strumento a deviazione, si può giustamente pensare che un motivo di errore risieda nell'induzione mutua fra amperometrica e voltometrica. Dell'azione di questa seconda sulla prima non è da tener conto, sia perchè debolissima, sia perchè la corrente amperometrica vien poi letta direttamente. Ma l'azione dell'amperometrica sulla voltometrica può non esser trascurabile e, per valutarla, è necessario conoscere il coefficiente di induzione mutua fra le due spirali, il quale a sua volta è variabile al variare della posizione reciproca, ossia al variare della lettura segnata dall'indice. E' stato possibile effettuare bene la relativa misura per tutto il tratto, che va dallo zero della scala fino alla posizione (lettura 5,2 circa), in cui il coefficiente di induzione mutua passa per il valore zero. A tal fine si è chiusa la spirale voltometrica in corto circuito (senza alcun tratto di resistenza zavorra) e se ne sono collegati gli estremi con un capo della spirale amperometrica. Se si fa allora circolare nell'amperometrica una certa intensità di corrente ad es. a frequenza 500, si constata che l'indice devia. Al crescere della corrente la deviazione cresce, ma non proporzionalmente, sibbene in modo assai più lento. Ciò è facilmente spiegabile, se si pensa che al crescere indefinito della corrente primaria la spirale mobile deve tendere asintoticamente ad orientarsi secondo il coefficiente d'induzione mutua nullo. Per una data frequenza, essendo nota la resistenza R_v e la reattanza $X_v = \omega L_v$ della spirale mobile, si può dedurre l'angolo di fase $\varphi_v = \arctan \frac{X_v}{R_v}$ della corrente I_v , che l'attraversa, rispetto alla f. e. m. $\omega M I_a$ in essa indotta; ma poichè la f. e. m. è in quadratura rispetto alla corrente inducente I_a , il coseno dell'angolo fra le due correnti risulta:

$$\cos(I_a, I_v) = \frac{X_v}{Z_v}.$$

D'altro canto per effetto della taratura del wattometro si ha che la lettura l è espressa, in funzione di una costante strumentale k , da:

$$l = k I_a I_v (\cos I_a, I_v),$$

ossia:

$$l = k I_a \cdot \frac{\omega M I_a}{Z_v} \cdot \frac{X_v}{Z_v},$$

da cui:

$$M = \frac{Z_v^2 l}{k \omega X_v I_a^2}.$$

Nel caso attuale si ha $R_v = 11,5$ (tenuto conto della temperatura e della connessione in c. c.), $I_v = 352 \cdot 10^{-6}$, $k = 1000$; i risultati delle misure sono riportati nella Tabella II e nella fig. 8.

TABELLA II.

f	I_a	l	$M (\mu H)$
480	0,716	1,08	87,7
"	1,210	2,37	68,5
"	1,692	3,39	49,3
"	2,580	4,27	26,7
"	3,390	4,66	16,8

Nell'uso effettivo del wattometro l'errore dovuto all'induzione della spirale amperometrica sulla voltometrica si manifesta con la presenza nel circuito di quest'ultima di una f. e. m. $\omega M I_a$, che è in quadratura con I_a (in anticipo nel primo tratto della scala in cui $M < 0$, in ritardo nell'altro). Nel caso delle misure su condensatori, poichè I_a è all'incirca in quadratura in anticipo rispetto alla tensione applicata al circuito voltometrico, la f.e.m. d'induzione mutua si somma all'incirca algebricamente con la tensione applicata. Ad ogni modo questo f.e.m. è al massimo, nelle condizioni sotto tale riguardo più sfavorevoli raggiunte nelle prove ($I = 4 A$; $f = 500$; $M = 100 \cdot 10^{-6}$) dell'ordine di circa 1 V, e risulta trascurabile in confronto con la tensione applicata, che nelle medesime condizioni è stata dell'ordine di alcune migliaia di volt. Nel caso di misure con correnti intense e tensioni basse, questo errore può non essere trascurabile ⁽¹⁷⁾.

⁽¹⁵⁾ Un altro metodo per determinare l'errore di fase delle resistenze zavorra è stato studiato in occasione di queste prove e riguardo ad esso si conta di riferire in altra nota trattando della misura di piccoli angoli di fase col tubo di Braun.

⁽¹⁶⁾ La sensibilità si riduce, naturalmente, in proporzione dell'intensità di corrente. Per misure sui condensatori di capacità più piccola sarebbe stato prezioso l'analogo tipo di wattometro del modello 45 D, con portata massima 0,5 A.

⁽¹⁷⁾ Circa un metodo per compensare questo errore, vedi B. B. C. Mitt., agosto 1923, Vol. 1, n. 8, pag. 152.

9. - Risultati delle misure wattometriche.

Lo schema adoperato per l'esecuzione delle misure (che assai spesso sono state effettuate simultaneamente a misure calorimetriche) è rappresentato dalla fig. 9 e non differisce da quello della fig. 5 (§ 6) se non per l'aggiunta del wattometro. Dati i piccoli valori della potenza da misurare ed il basso fattore di potenza, è evidentemente preferibile la derivazione del circuito voltometrico « a monte » del wattometro. La potenza

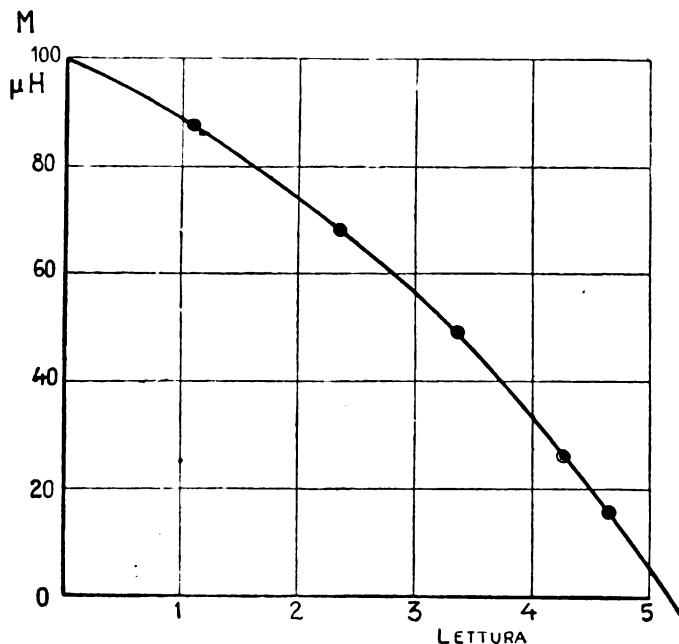


Fig. 8.

consumata nella spirale amperometrica e nell'amperometro viene per ogni misura computata e dedotta dalla potenza totale. L'amperometro ed il voltmetro sono i medesimi già descritti (§ 6); la presenza del voltmetro elettrostatico derivato direttamente sul condensatore non influisce affatto sulle letture di W ed A , perchè la sua capacità è in ogni caso del tutto trascurabile in confronto con quella del condensatore in prova.

Le prime misure sono state eseguite alimentando il circuito voltometrico attraverso un trasformatore (riduttore) di tensione (fig. 9 b). Operando su un condensatore già provato al calorimetro e mettendosi nelle condizioni medesime, per cui già si conosceva la perdita, si è constatato che la lettura del wattometro, tenuto conto delle costanti, è errata in difetto, ossia che la corrente voltometrica è spostata in ritardo rispetto alla tensione primaria. Si è corretto l'errore derivando un condensatore sulla resistenza zavorra. Con rapporto di trasformazione del riduttore pari a 50/1 e con resistenza zavorra di 989 ohm (costante 1 del wattometro), per ottenere l'accordo fra la lettura wattometrica ed il risultato delle prove al calorimetro, si è dovuta aggiungere una capacità derivata di $0,009 \mu F$. Se ne deduce un errore di fase del circuito voltometrico (angolo di ritardo della corrente nella spirale voltometrica, rispetto alla tensione applicata al primario del riduttore) di $0,0028$ alla frequenza 500, cui corrisponde, nel caso che si immagini concentrata ogni causa di sfasamento nella spirale voltometrica, un'autoinduzione totale fittizia di quest'ultima di $882 \mu H$.

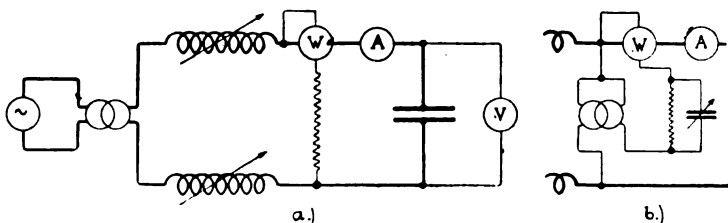


Fig. 9.

Poichè l'autoinduzione reale è $352 \mu H$, si rileva che l'errore di fase è dato (anche in questo caso, che per tale riguardo è il più sfavorevole, perchè la resistenza zavorra è la minima) in prevalenza dal riduttore di tensione. Poichè l'errore di fase di quest'ultimo varia verosimilmente con la tensione e con la frequenza e poichè l'ottenere tutti i necessari valori per confronto con misure calorimetriche sarebbe stato proibitivamente

laborioso, si è preferito rinunciare all'uso del riduttore e servirsi di resistenze zavorra inserite direttamente.

Lo schema è quello della fig. 9 a) e, per meglio utilizzare la portata della spirale voltometrica, si è preferito usare del wattometro solo il circuito voltometrico da 1000 ohm (che consente di raggiungere, come si è detto al § 8, una intensità di corrente di 75 mA) e di costituire il rimanente della resistenza zavorra mediante resistenze Siemens dei noti tipi 16181 e 16184. Poichè trattasi di resistenze che possono portare 30 mA, se ne sono sempre inserite due in parallelo. Le cassette a disposizione sono quattro, di cui due da 100.000 ohm senza prese intermedie e due da 99.000 frazionate da prese intermedie nel modo seguente $50.000 + 30.000 + 10.000 + 5000 + 3000 + 1000$. Utilizzando lo schema in fig. 10 e tenendo presente, che il circuito del wattometro è sul moltiplicatore 1 (res. 1000 ohm), si hanno agevolmente, mediante opportune aperture e chiusure in a e b , le costanti $25 - 50 - 75 - 100$.

Le prime prove wattometriche, eseguite su condensatori P , cioè con fattori di potenza dell'ordine di parecchi centesimi, hanno dato risultati abbastanza concordi con quelli delle prove calorimetriche. Per es. per il condensatore P_{11} , che dava $\cos \varphi$ (medio) = $0,0516$ (§ 6) al calorimetro, si è avuto con $f = 505$ e con valori di tensione compresi fra 2000 e 3000 V, $\cos \varphi$ (medio) = $0,0549$. Lo scarto è tuttavia già maggiore dell'errore probabile e indica un errore di fase in anticipo del circuito voltometrico. Come era prevedibile (§ 7), lo scarto si accentua grandemente in valore relativo, quando il fattore di potenza da misurare è più basso, come accade nel caso dei condensatori D . Operando su questi con grande cura ed eseguendo lunghe serie di misure wattometriche, simultaneamente a nuove misure al calorimetro, si sono subito rilevate discordanze notevolissime. Per es. per lo stesso condensatore D_3 (§ 6) per il quale il calorimetro dava, per $f = 410 \div 590$ e tensione 2000 V, $\cos \varphi$ (medio) = $0,00228$, il wattometro dà valori fino a 10 volte più grandi.

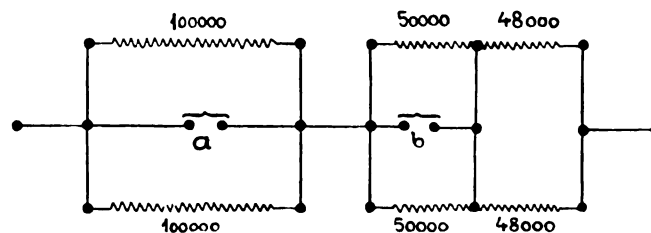


Fig. 10.

Per di più gli errori stessi risultano essere funzione della costante wattometrica, ossia risulta che i vari tratti delle cassette di resistenza della fig. 10 non contribuiscono egualmente a provocare l'errore di fase del circuito voltometrico. Dal gran numero di dati sperimentali raccolti si sono potuti ricavare i valori medi (espressi in radianti) dell'errore di fase del circuito voltometrico. Essi risultano dalla Tabella III.

TABELLA III.

Costante wattometrica	Tensione	Errore di fase	
		$f = 410$	$f = 590$
50	2000 ÷ 2800	- 0,0138	- 0,0146
75	2500 ÷ 4000	- 0,0095	- 0,0133
100	3000 ÷ 5000	- 0,0115	- 0,0159

Nella tabella sono riportati anche g'intervalli di tensione, entro i quali è stata fatta la determinazione dell'errore, perchè si è avuto ragione di temere, che, per una data costante wattometrica, l'errore sia anche variabile in funzione della tensione applicata, ossia della intensità di corrente che circola nelle resistenze.

Il dubbio, che gli errori possano essere originati da difetto accidentale delle resistenze, è stato facilmente eliminato misurandone accuratamente la resistenza ohmica al ponte e la impedenza nelle condizioni stesse della prova wattometrica. Questa seconda misura si effettua col medesimo schema della fig. 9 a), ma con l'aggiunta di un milliamperometro termico (Duddell) in serie nel circuito voltometrico e derivando direttamente su quest'ultimo il voltmetro: si constata, che il rapporto fra tensione e corrente dà valori di impedenza perfettamente eguali a quelli della resistenza ohmica e che l'errore

È quindi esclusivamente un errore di fase. Ciò è altresì confermato dall'aumento dell'errore in funzione della frequenza, indicato dalla Tabella III.

Il fatto che, nelle misure su condensatori buoni, l'errore strumentale del wattometro sia di molto superiore alla grandezza da misurare, e più ancora la variabilità di questo errore a seconda del tratto di circuito voltmetrico che si utilizza e, peggio, a seconda della tensione ad esso applicata, se dimostrano desiderabile uno studio speciale degli errori di fase delle resistenze ⁽¹⁸⁾, rendono sconsigliabili le misure wattometriche nel caso qui considerato, per lo meno con gli apparecchi e coi procedimenti descritti. L'uso del wattometro sembra pertanto doversi limitare a prove di immediato paragone fra il condensatore in esame ed un altro condensatore, di proprietà esattamente note. In questo caso, procedendosi alla correzione dell'errore di fase del wattometro volta per volta e già per la tensione e frequenza da usarsi nella misura, è preferibile l'uso del riduttore di tensione a quello delle resistenze zavorra e lo schema può essere quello indicato in fig. 11 ⁽¹⁹⁾. Regolato

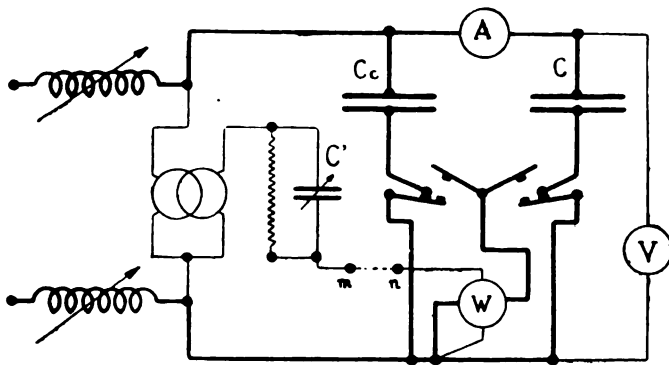


Fig. 11.

completamente il circuito principale, si inserisce la spirale amperometrica del wattometro in serie col condensatore campione C_c e si varia il condensatore di correzione C' fino ad ottenere la lettura che corrisponde alle perdite effettive del condensatore C_c . Con ciò risulta annullato l'errore di fase del circuito voltmetrico e si può quindi commutare la spirale amperometrica sul condensatore da provare C ed effettuare la misura. E' tuttavia difficile conoscere con sufficiente esattezza i valori delle perdite di C_c in tutte le possibili condizioni di tensione, frequenza, temperatura, ecc., se il condensatore è a dielettrico solido. Si può quindi pensare, come hanno proposto molti autori per l'esecuzione di analoghe misure, ad usare come condensatore campione un condensatore ad aria, attribuendo ad esso perdite nulle. Ma a parte il fatto, che questa ipotesi non sempre si può ritenere rispondente al vero ⁽²⁰⁾, debbesi notare che nel caso attuale, in cui il valore di C può salire ad alcuni decimi di microfarad, è difficile disporre di un condensatore ad aria adatto per alte tensioni ed avente capacità del medesimo ordine di grandezza, così da permettere la prova di regolazione di C' con una sufficiente sensibilità del wattometro. Anche a quest'ultimo difetto si può tuttavia mettere riparo, usando il dispositivo come misuratore di angoli di fase prossimi a $\pi/2$ con metodo di zero e servendosi, come indicatore di zero, dell'elettrodinamometro. A tal fine si inserisce nel circuito voltmetrico (che può anche essere derivato direttamente con elevata resistenza in serie e senza riduttore di tensione) una induttanza variabile o variometro (ad es. fra m ed n nello schema della fig. 11) e si leggono su di esso i due valori L_0 ed L' che annullano la deviazione dell'elettrodinamometro, quando la spirale amperometrica è inserita rispettivamente su C_c e su C .

⁽¹⁸⁾ Vedi nota ⁽¹⁵⁾.

⁽¹⁹⁾ Poco diverso è lo schema usato nel laboratorio della Brown Boveri di Baden (loc. cit. nota ⁽¹⁷⁾), ma lo schema della fig. 11 consente di operare nella condizione di risonanza (e quindi con tensioni e correnti sinusoidali) e di non perturbare tale condizione nel passaggio del wattometro da un condensatore all'altro.

Si vedano anche gli interessanti schemi proposti da A. Barbagnata e E. Emanuelli (L'Elettrotecnica, 5 agosto 1922, vol. IX, n. 22, pag. 478), nonché quelli riportati da Doyle e Salter (loc. cit. nota ⁽⁹⁾).

⁽²⁰⁾ E. OFFERMANN (Z. S. f. Hochfrequenztechnik, 1925, vol. 26, n. 6, pag. 152) avrebbe trovato, per condensatori ad aria ben costruiti, angoli di perdite dell'ordine di qualche unità o frazione di secondo di arco; ma si tratta di prove su capacità piccolissime (dell'ordine di 0,001 μF), che non potrebbero essere usate come campioni in queste misure da eseguirsi su capacità molto maggiori e a tensioni di migliaia di volt.

La differenza fra l'angolo di perdita di C e quello (eventualmente nullo) di C_c è data (con le solite approssimazioni, validi per angoli piccoli) da $\frac{\omega(L' - L_0)}{R}$, ove R è la resistenza del circuito voltmetrico ⁽²¹⁾.

10. - Variazione delle perdite in funzione della temperatura.

Pur rimandando ad un'altra ricerca lo studio maggiormente approfondito delle proprietà dei condensatori a mica da un punto di vista non più soltanto tecnico, ma anche fisico, si possono tuttavia citare, a conferma di quanto è stato detto sopra (§ 3 e 6), alcuni dei risultati ottenuti riguardo agli effetti delle variazioni di temperatura. Le corrispondenti misure sono state eseguite con l'accennato aiuto di coppie termoelettriche, collocate in punti convenienti nell'interno del condensatore. Si è proceduto di solito all'applicazione di una data tensione di ampiezza e di frequenza costanti e si è rilevato al wattometro il modo di variare delle perdite in funzione del tempo, mentre, per mezzo dei galvanometri collegati con le coppie termoelettriche, si deduceva la temperatura media interna e per mezzo di termometri quella superficiale esterna. Nelle prove su condensatori poco buoni, ossia con angoli di perdita di qualche centesimo o ancor più, la misura wattometrica risulta, come si è visto, assai precisa. Nel caso di condensatori buoni, con angoli di perdita di pochi millesimi, si son dovute apportare le correzioni già ricordate; i relativi valori sono quindi un po' meno sicuri. Risulta tuttavia chiaro l'andamento delle perdite in funzione della temperatura interna nell'intervallo considerato, che va dalla temperatura ambiente fin verso 100°: e questo andamento è notevolmente diverso, a seconda che si tratta di condensatori impregnati, ossia chiusi in blocco di miscela isolante e quindi protetti contro l'azione dell'aria e dell'umidità, ovvero di condensatori non impregnati. Ciò è dimostrato dai diagrammi della fig. 12, relativi ad alcuni dei condensatori provati. Per il

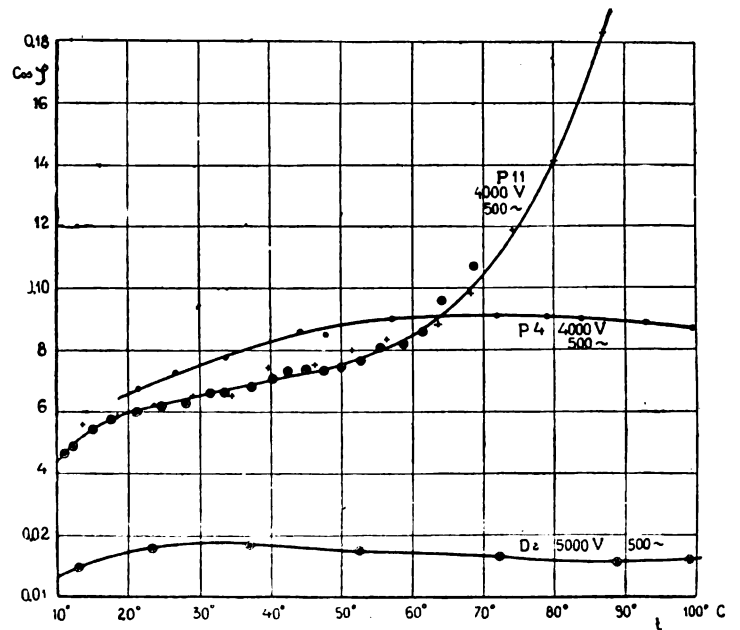


Fig. 12.

condensatore non impregnato P_{11} , rispetto al quale si sono già riportati i risultati di altre misure, le perdite crescono sempre al crescere della temperatura: dapprima rapidamente, poi più adagio fino ad un valor minimo dell'incremento, e poi di nuovo in modo sempre più rapido. Nel caso invece dei condensatori impregnati, le perdite presentano, nell'intervallo di temperatura esaminato, un massimo al di là del quale diminuiscono nuovamente. Ma se si accresce ancora la temperatura, si incontra un minimo di perdite e dopo di esso si determina anche per questi tipi l'aumento sempre più rapido, riscontrato (a temperature assai più basse) per gli altri ⁽²²⁾. Qualitativa-

⁽²¹⁾ Nel caso che si operi col riduttore di tensione e che per ridurre a zero la lettura dell'elettrodinamometro su C_c occorra, pur avendo ridotto al minimo il valore di L_0 , dare un piccolo valore finito a C' , l'espressione approssimata dell'angolo di perdita non muta, perchè si ha sempre $R \ll \frac{1}{\omega C'}$ e purchè si lasci poi invariato C' .

⁽²²⁾ Per un confronto fra questi diagrammi e quelli analoghi ottenuti sui cavi ad alta tensione, vedi loc. cit. nota ⁽⁶⁾.

mente l'andamento del diagramma per i condensatori impregnati è poco diverso, a parte la notevole differenza nei valori numerici del fattore di potenza, se si passa dai tipi di buona qualità a quelli scadenti (limitatamente, ben s'intende, ai campioni sperimentati in questo studio); ciò si rileva confrontando i diagrammi relativi ai condensatori P_4 e D_2 , il quale ultimo del resto è, fra i buoni, uno dei peggiori. Nei condensatori impregnati la miscela isolante comincia di solito a fondere a temperature sensibilmente inferiori a 100° ; ma tale fenomeno non provoca apparenti irregolarità nell'andamento del diagramma $Perdite = f(temperatura)$; le provoca invece, per ragioni intuitive, nel diagramma $temperatura = f(tempo)$ con tensione e frequenza costanti.

11. - Conclusioni.

Per il collaudo dei condensatori a mica destinati agli apparati radiotrasmettenti si propongono le seguenti prove tecniche:

- 1) prove di capacità, da eseguirsi al ponte, con corrente alternata di frequenza musicale e a bassa tensione;
- 2) prove di rigidità, da eseguirsi con tensione continua o con tensione alternata sinoidale a bassa frequenza;
- 3) prove di riscaldamento a regime sotto tensione alternativa. Queste ultime prove possono essere utilizzate anche come prove di perdita, mediante una taratura del dispositivo o mediante l'esecuzione delle prove stesse entro un calorimetro. ⁽²³⁾.

Buoni condensatori a mica possono essere costruiti in modo da assorbire alle frequenze musicali potenze apparenti dell'ordine di 1 kVA per kg di peso lordo del condensatore, con fattori di potenza dell'ordine del 2 per mille. L'accuratezza della costruzione ha decisiva importanza per il raggiungimento di tali risultati, poichè condensatori mal costruiti presentano facilmente potenze apparenti specifiche senza confronto più piccole e fattori di potenza esageratamente più grandi.

Le misure di perdite col wattometro elettrodinamico sono rese difficili e incerte, nel caso di fattori di potenza molto bassi, sopra tutto dall'errore di fase delle resistenze usate nel circuito voltmetrico. Tali misure sono perciò consigliabili (e debbono essere eseguite con appositi schemi), solo come misure comparative tra il condensatore in esame ed un condensatore campione di proprietà note.

In tutte le misure di perdite è molto importante operare in condizioni di risonanza, allo scopo di ottenere variazioni praticamente sinoidali di tensione e di corrente, e di evitare così l'azione perturbatrice delle armoniche superiori, che può essere rilevante ⁽²⁴⁾.

⁽²³⁾ Esempio di condizioni di collaudo:

- a) Condensatore livellatore: capacità C , tensione di esercizio V :
- 1) misura di capacità al ponte di Sauty, bassa tensione, frequenza 500; tolleranza nel valore di C 2%;
- 2) prova di rigidità sotto tensione alternativa sinoidale, frequenza 50, valore efficace V , applicata in modo perfettamente graduale in 30 e mantenuta costante per 1^m ;
- 3) prova di riscaldamento a regime sotto tensione alternativa di valore efficace $1/3 V$, frequenza 500, temperatura ambiente non superiore a 40° ; la temperatura superficiale a regime, misurata sulla parte mediana delle facce laterali dell'apparecchio, non deve indicare un sopraelevamento di temperatura sull'ambiente superiore a 30° .
- b) Condensatore di potenza (per circuiti oscillatori) capacità C , potenza apparente P_a , tensione efficace massima V , corrente efficace massima I ($P_a < VI$):

- 1) misura di capacità come sopra;
- 2) prova di rigidità come sopra, ma con tensione efficace $\sqrt{2}V$;
- 3) prova di riscaldamento a regime come sopra, ma con tensione V e potenza apparente P_a (frequenza $f_1 = \frac{P_a}{2\pi C V^2}$; eventualmente altra prova analoga con corrente I e potenza apparente P_a (frequenza $f_2 = \frac{I^2}{2\pi C P_a}$).

⁽²⁴⁾ All'esecuzione delle esperienze, di cui è cenno in questa nota, hanno efficacemente collaborato i capi elettricisti R. Di Benedetto e M. Cappugi e l'ing. C. Hreglich.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Ancora sugli accumulatori piombo-zinco.

In seguito alla pubblicazione della lettera del Prof. Lombardi (n. 28, pag. 650) ci sono pervenute contemporaneamente da Torino, il 17 ottobre, tre lettere, dall'Ing. Palestino, direttamente interessato nella discussione, dall'Ing. Ventrella e dallo stesso Ing. Pouchain. Per quanto le lettere tendano ad allargare il campo del dibattito, e di esse assuma un carattere spiccatamente polemico che non è fortunatamente nelle tradizioni della nostra Rivista, abbiamo creduto doveroso pubblicarle integralmente. Ma, fermamente persuasi della sterilità di simili polemiche tecniche che non potranno mai impedire alla verità, qualunque essa sia, di imporsi, intendiamo di chiudere fin d'ora la discussione. Faremo ancora posto ad una eventuale replica del Prof. Lombardi che ha evidentemente il diritto di difendersi dagli appunti che gli sono rivolti; ma non ritorneremo poi più sull'argomento, lasciando la parola ai risultati industriali che i nuovi accumulatori potranno ottenere.

Ecco il testo delle tre lettere:

Torino, 15 ottobre 1926.

Ill.mo Sig. Redattore Capo dell'Elettrotecnica,

Nel pubblicare la modesta nota relativa alle esperienze eseguite su accumulatori tipo Pouchain, avevo la convinzione che, data la forma dell'esposizione di tali risultati non avesse a riaprirsi la polemica che nell'anno scorso si era così vivacemente impostata.

La mia è stata, lo confesso, una ingenuità. Ma non me ne dolgo.

Devo però, con tutta la deferenza e profonda stima che nutro per il Prof. Lombardi, dichiarare che egli non ha compreso nè lo spirito, nè la condotta, nè lo scopo delle mie esperienze, e di conseguenza sono costretto anch'io a ritornare sull'argomento per chiarire e precisare alcuni concetti, l'esatta interpretazione dei quali gioverà certamente molto allo scopo che mi sono prefisso.

Il Prof. Lombardi comincia col non ritenere esauriente la mia comunicazione, perchè non ho indicato il numero delle scariche eseguite sugli accumulatori a piombo. Posso accontentarlo subito:

Si è constatato l'incurvamento delle placche dopo una sola scarica al regime di watt 6,2 per kg. ma il numero delle scariche non entra per nulla negli scopi che mi sono prefisso.

Nelle mie esperienze cercavo il deterioramento prodotto dal regime di scarica e solamente da questo: dovevo quindi evitare — come ho evitato — quanto potesse influire dannosamente sugli elementi nascondendo o falsando il risultato che cercavo.

Ho escluso pensatamente nella mia comunicazione qualunque proposito di confrontare o determinare capacità; è quindi fuori luogo l'osservazione del Prof. Lombardi che dice: « manca qualsiasi elemento per giudicare il limite della capacità in quantità di energia, « onde il confronto con gli elementi precedenti risulta a questo riguardo inconcludente ».

Il Prof. Lombardi poi ritiene non concludente il paragone da me fatto fra l'accumulatore Pouchain e quelli a piombo perchè non ho denunciato la provenienza di questi.

Il più elementare senso di correttezza mi impediva di fare dei nomi: ma sono a disposizione del Professore per comunicarglieli in via confidenziale, insieme alle fotografie delle distorsioni constatate.

Il Prof. Lombardi afferma che la constatazione di un incurvamento nelle placche non può, nei riguardi della resistenza meccanica, costituire un elemento dirimente di giudizio. Evidentemente egli affermando ciò trascura la logica deduzione che ogni incurvamento di placche è sempre accompagnato da caduta di pasta, il che è appunto l'inizio del deterioramento di esse, come ho affermato.

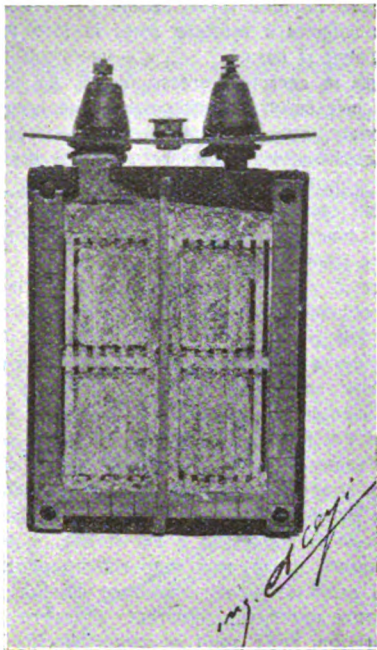
Il Prof. Lombardi nella nota in calce a pag. 651, afferma come sia noto che gli elementi a piombo a rapida scarica, possono sopportare impunemente centinaia di scariche anche più violente di quelle da me indicate senza deteriorarsi. Egli fa, mi pare, una confusione fra scarica rapida di pochi secondi — tipo avviamento automobili — con la scarica violenta prolungata — tipo trazione — due regimi assolutamente diversi. Per scariche prolungate tipo trazione riporto qui quanto è scritto nel catalogo di una delle nostre più importanti Case fabbricanti di accumulatori:

« Per ottenere una buona durata delle lastre, la capacità delle « batterie deve essere ben proporzionata alla corrente di scarica. L'intensità di queste, alla massima velocità del veicolo, a pieno carico, « deve essere all'incirca quella indicata nel listino, corrispondente al « regime di scarica in cinque ore, mentre in condizioni eccezionali di « marcia al più potrà essere del 50 per cento superiore ».

Ma v'ha di più: la capacità reale specifica, per accumulatori tra-

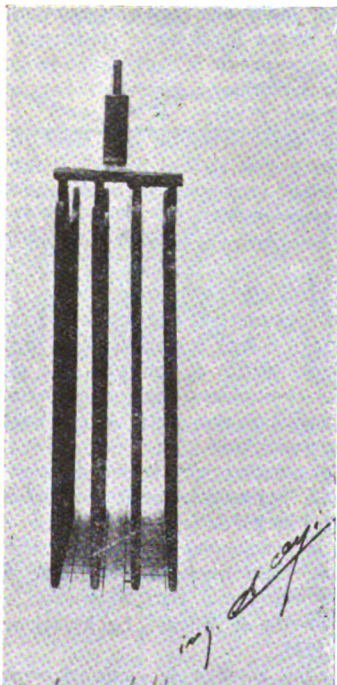
L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. L. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

zione che diano affidamento serio di durata, è stata determinata nel Congresso di Parigi del luglio 1924 dal Syndicat Professionnel des Producteurs et Distributeurs d'énergie électrique (Rapport de la Société pour le développement véhicules électriques) di 20 watt-ora al kg. per scarica in cinque ore: altri come il Faraday-house Testing Laboratories di Londra fissa tale capacità di 8 watt-ora per libbra, ossia 17,6 watt-ora per kg. Comunque ammettendo anche una capacità di 27 watt-ora per kg. in cinque ore di scarica si ha una scarica inferiore ai 6 watt per kg. del catalogo commerciale che ha la naturale tendenza a migliorare e non peggiorare le condizioni alle quali i suoi prodotti possono soddisfare la clientela.



Vede bene il Prof. Lombardi come, pur proponendomi di ricercare dati relativi e non assoluti, le mie esperienze concordano colle cifre sopra riportate.

Il Prof. Lombardi dubita della mia asserzione circa il perfetto stato dell'elemento dopo le 152 scariche delle esperienze da me fatte ai regimi comunicati; le fotografie che pubblico confutano tale dubbio, essendo ricavate dalla documentazione originale, regolarmente controllata.



Questi accenni bastano a dimostrare come manchi nella lettera del Prof. Lombardi una sola osservazione ed un solo argomento che possa in minimo modo infirmare il risultato delle mie esperienze, le quali contraddicono alle conclusioni a cui egli è giunto.

Per confermare le sue conclusioni, egli pubblica quattro fotografie con evidente scopo impressionista. Osserviamole bene.

Le fotografie 1 e 2 dimostrano semplicemente che nell'elemento

esaminato vi erano dei separatori di legno forati; fori che causando dei corti circuiti hanno messo fuori uso l'elemento. Non vedo come questo banale incidente, che potrà tutt'al più indicare un difetto di controllo del materiale destinato a costituire l'elemento, possa polverizzare l'accumulatore Pouchain.

La fotografia 3 dimostra chiaramente un gruppo negativo che ha lavorato in un liquido nel quale si era introdotta qualche leggera impurità o che era stato alterato, probabilmente per errato rimbocco. Anche qui nulla di polverizzante.

Ma la più interessante è indubbiamente la fotografia n. 4.

Il Prof. Lombardi nella sua lettera riconosce legittimo ammettere la perfetta integrità delle lastre di rame argentato che servono di supporto alle farfalle di zinco costituenti la parte attiva dell'elettrodo negativo, e la fotografia n. 4 dimostra come anche dopo un incidente grave, quale un corto circuito atto a mettere fuori uso l'elemento, il supporto rimane integro sparendo semplicemente i nuclei di zinco (costituiti da pochi grammi di metallo).

Mi perdoni l'illustre Prof. Lombardi, se io dico francamente il pensiero mio, perchè il suo errore base appare qui evidente:

Chiamando attivi i nuclei di zinco egli dimostra ritenere la negativa Pouchain costituita essenzialmente da tali nuclei, spariti i quali, la negativa stessa deve ritenersi fuori uso. Nulla di meno esatto di tutto ciò: i nuclei di zinco non rappresentano invece nella negativa Pouchain che un accessorio, non sempre indispensabile. La negativa è costituita prevalentemente dalla lastra di rame argentato, e la sparizione eventuale dei nuclei di zinco non ha nessuna importanza, se la lastra di rame rimane integra. Il nucleo di zinco non ha nessuna funzione attiva finchè il funzionamento dell'elemento si mantiene normale: interviene sciogliendosi solo in casi di anormalità. Il rimpiazzo dei nuclei non rappresenta una spesa nè una difficoltà, e la negativa con tali rimpiazzi ritorna assolutamente come nuova.

Ammettendo il Lombardi l'indistruttibilità di ciò che egli chiama supporto, viene automaticamente a riconoscere, anche non volendo, la indistruttibilità della negativa Pouchain, ossia l'esistenza dei pregi e delle doti tutte che sto cercando di mettere spassionatamente in evidenza da ben due anni.

Devo proprio dichiarare che tale constatazione è per me di grandissima soddisfazione e sono lieto che spontaneamente sia venuta alla luce come verità indiscussa una affermazione di così capitale importanza.

Il riconoscimento della indistruttibilità della negativa Pouchain conferma la risoluzione del problema dell'accumulatore basato sulla coppia piombo-zinco, e questo concetto è la base sostanziale. Tutto il resto, compreso il migliore funzionamento della positiva, non è che una naturale conseguenza.

E sono tanto più lieto di questa felice affermazione in quanto che dagli elementi stessi che gli egregi miei contraddittori ritenevano atti a distruggere le mie affermazioni, sorge la prova affermativa e la naturale documentazione delle mie affermazioni stesse.

Ringrazio il Prof. Lombardi di avermene procurata la possibilità, mentre porgo all'On. Redazione gli atti della mia gratitudine.

Ing. C. PALESTRINO.

*

Torino, 15 ottobre 1926.

Ill.mo Sig. Redattore Capo dell'Elettrotecnica,

Avendo letto sull'Elettrotecnica la conferenza dell'Ing. Palestrino e le osservazioni del Prof. Lombardi, occupandomi di trazione con accumulatori e seguendo con interesse quanto riguarda il nuovo tipo di accumulatore Pouchain, mi sembra di dover fare qualche considerazione oggettiva.

Le proprietà principali che riguardano un accumulatore si possono riassumere nelle seguenti: capacità in energia, ossia i Wh che si possono immagazzinare in kg di batteria; la capacità in potenza, ossia i watt che si possono erogare in modo continuo da 1 kg; il rendimento in energia e la durata misurata dal numero dei wh erogati ad un dato regime di scarica prima che venga richiesta la sostituzione delle piastre attive.

Di queste quattro proprietà fu molto discusso tanto da far perdere al maggior numero dei lettori la visione chiara dei risultati che si sono ottenuti. Mi sembra perciò non fuori luogo riassumere i dati veramente sicuri che risultano dalle diverse conferenze e polemiche che sono sorte in merito.

In trazione tra le due capacità quella che ha maggior importanza è la capacità in potenza. La capacità in energia posseduta dai tipi normali di accumulatori a piombo permette infatti di ottenere economicamente con una carica della batteria delle percorrenze sufficientemente alte (si hanno per es. in Germania delle automotrici con un raggio d'azione di 400 km.), l'ostacolo che si oppone a questo tipo di trazione è rappresentato invece dalla poca potenza che si può ottenere da un peso anche rilevante di batteria, dovendo la scarica essere limitata alle cinque ore (in casi eccezionali, avviamenti, ecc., 3,5 ore).

Questo è l'inconveniente principale del tipo di accumulatore a piombo e che rende impossibile la trazione con accumulatori su linee con pendenze anche modeste e lo sviluppo di velocità commerciali abbastanza elevate. Così un'automotrice avente 400 km di raggio d'azione può sviluppare una potenza oraria di soli 65 kW con una batteria di 20 tonn. e con un peso totale di 70 tonn.. Per ottenere una maggior potenza l'amministrazione delle F. S. Tedesco ha dovuto difatti per il tipo di automotrice del 1825 ritornare al tipo a superficie, riducendo così la percorrenza a 200 km ma aumentando la potenza oraria a 150 kW.

Per questi motivi le esperienze dell'Ing. Palestrino, che miravano a determinare qual'è la potenza specifica che si può ottenere continuamente dal nuovo tipo di accumulatori, appaiono per ogni persona che si sia occupata di trazione con accumulatori, del massimo interesse. I risultati che si sono ottenuti sono molto soddisfacenti essendo l'esperimentatore riuscito ad ottenere in modo continuo e per un numero sufficientemente alto di scariche 24 watt per kg di batteria in confronto ai 9 watt per kg che è il limite massimo di scarica concesso solamente in via eccezionale dai costruttori delle batterie a pasta.

Questo è l'unico dato inconfutabile e non smentito neanche dal Prof. Lombardi, che risulta dalle esperienze pubblicate. La carica e la scarica fu volutamente limitata e perciò i dati di capacità in energia non sono assoluti, come più volte ha notato l'Ing. Palestrino nella sua conferenza. Riguardo la capacità si può però notare una sola cosa, cioè che anche a regimi così forzati, senza spingere la scarica a fondo si ottennero delle capacità in energia superiore ai 40 watt-ora per kg di peso attivo, superiori cioè a quelle che si possono ottenere da un tipo a pasta anche a regime meno forzato. E ciò rappresenta già una buona promessa. Su questo dato, come pure sul rendimento, l'Ing. Palestrino ha promesso di ritornare quando sarà in possesso di elementi appositamente e razionalmente costruiti, e ciò speriamo avvenga al più presto per l'interesse che suscita quest'argomento e per l'importanza economica che possiede.

Per determinare l'ultimo fattore di successo, tanto discusso, ossia la durata, si richiede un dispendio tale di tempo che logicamente l'esperimentatore non aveva a disposizione; l'unica cosa possibile gli fu quella di osservare durante il funzionamento il modo di comportarsi delle piastre attive e da eventuali deformazioni di queste dedurre la vita più o meno lunga. Dopo 150 scariche a regimi molto elevati le piastre erano completamente intatte in modo da non farne prevedere una prossima fine. Questo è l'unico dato di fatto che si possiede su questo argomento.

Soltanto questa proprietà viene discussa dal Prof. Lombardi, sia in questa che nella precedente polemica, e ci dice tutto tranne l'unico dato che caratterizza la durata, ossia il numero delle scariche complete o meglio il numero dei kWh erogati dall'unità di peso. Nell'ultima sua lettera porta unicamente delle fotografie che possono impressionare soltanto un lettore molto superficiale; rappresentano difatti un accumulatore esaurito ma non sono accompagnate da nessuna indicazione sulla durata ossia sul numero dei kWh che furono erogati da questo elemento, e questo è, sino a prova contraria, l'unico dato sulla durata di una batteria per un regime di scarica determinato.

Se il Prof. Lombardi possiede questo dato farebbe molto bene pubblicarlo togliendo così molte speranze e facendo risparmiare tanto tempo e denaro; se invece su questo dato sussiste anche il minimo dubbio come fa ad esprimere un giudizio così categorico che rischia compromettere una delle invenzioni più importanti minacciando di togliere all'Italia il vanto di aver risolto la coppia piombo-zinco tanto studiata?

I dati ottenuti dall'Ing. Palestrino nelle sue esperienze rimangono così gli unici per un giudizio sul nuovo elemento, almeno sino alla pubblicazione di dati esatti che dimostrino il contrario.

Sarebbe perciò utile ed interessante per il gran numero di lettori che si appassionano di questo argomento avere dei dati effettivi, ossia dei numeri almeno su queste quattro proprietà che sono le più interessanti.

Che questi ci vengano dati dal Prof. Lombardi o dall'Ing. Palestrino sarà per noi lo stesso, ma serviranno a chiarire la situazione più di qualsiasi discussione.

Con perfetta osservanza.

Ing. L. VENTRELLA.

✱

Torino, 15 ottobre 1926.

Ill.mo Sig. Redattore Capo dell'Elettrotecnica,

La lettera del Prof. Lombardi comparsa nel n. 28 di codesto Giornale mi obbliga ad uscire dal mio silenzio di lunghi anni per alcune dichiarazioni, che io non dubito Ella vorrà rendere di pubblica ragione.

Nell'unico colloquio avuto in vita mia con il detto Professore, ho dichiarato che il fenomeno della sovratensione nella carica, che talvolta si riscontra nel mio accumulatore, si verifica quando esso abbia subito un cattivo uso, sia per cariche insufficienti ripetute, sia per

scariche eccessive. Tale fenomeno quindi non costituisce un difetto, ma deve ritenersi invece un pregio, giacchè permette l'immediata constatazione del cattivo uso, e permette riparare le conseguenze, inevitabili per qualunque accumulatore, prima che esse diventino gravi ed irreparabili.

Come si vede il Prof. Lombardi nella sua lettera travisa completamente le mie parole e mi fa dire un assurdo tecnico — quale quello della formazione di resistenze superficiali per il contatto delle positive con il mio liquido — assurdo che non mi sono mai permesso di pensare.

Ed avrei finito: ma poichè il Prof. Lombardi continua a dedicare il suo tempo prezioso alla demolizione del mio modesto lavoro, sono obbligato aggiungere qualche informazione per i lettori del Giornale, informazioni che valgono a mettere sotto la loro vera luce le esperienze sulle quali egli si basa.

1. — Erano in esercizio presso le FF. SS. da lunghi mesi alcune centinaia di mie batterie: sottoposte ad un lavoro parecchie volte superiore al normale, avevano rapidamente compiuto — in media — un lavoro complessivamente superiore a quello prestato — in media — dalle batterie comuni durante la loro vita intera. Negli ultimi mesi si erano constatati maltrattamenti speciali, e da tempo si reclamava la revisione, che avrebbe dovuto avvenire molto prima, ma che lentezze burocratiche ritardavano.

Per giudicare il mio accumulatore, si presero alcune di queste batterie, che avrebbero avuto già il diritto di morire due o tre volte, e nello stato in cui si trovavano si sottoposero a tre o quattro scariche. Non una ricerca per determinare il lavoro da esse fornito prima di essere esaminate: non si domanda uno solo dei numerosi dati raccolti su duemila elementi in circolazione per dieci mesi; nulla. Si fecero delle analisi del liquido di qualche elemento, ed esse, quantunque incomplete, (giacchè fatte con il solo scopo di fare volume ma senza una esatta conoscenza di quanto debbano dire analisi in casi simili) avrebbero potuto dare qualche luce. Ma i risultati di dette analisi arrivano quando la Relazione è già scritta, e quindi, per confessione dell'esaminatore stesso, non sono state neppure lette.

Insomma, si esamina un accumulatore che ha già lavorato senza determinare neppure approssimativamente il lavoro compiuto, e senza conoscere le condizioni nelle quali si eseguono le esperienze stesse.

Ma non basta: si portarono in laboratorio altre batterie di tipo normale, per le quali — date alcune speciali condizioni nelle quali si svolgeva il servizio presso le FF. SS. in quel momento, condizioni facilmente controllabili, ma da nessuno rilevate — non era possibile determinare il lavoro compiuto: solo si poteva affermare con certezza che esso era stato di molto inferiore a quello prestato dalle mie batterie; e, si badi bene, potevano anche aver prestato un servizio brevissimo. Su di esse, dopo aver rettificato esattamente il liquido, si dà la carica di sistemazione e poi si fanno cariche analoghe alle mie.

Nella Relazione, non solo non si fa cenno della diversità di lavoro compiuto e di molti altri fattori importanti, ma, basandosi su alcune date scritte sopra le cassette contenenti le batterie (le così dette revisioni) si aggruppano le batterie in modo da sembrare avere prestato l'indentico servizio, e come tali sono considerate: e ciò è assolutamente contrario al vero.

Parlare di esperienze condotte con rigoroso indirizzo scientifico in queste condizioni è una pietosa ironia; il trarre anche la minima conclusione da risultati conseguiti in modo simile è per lo meno di una leggerezza incomprensibile.

2. — Tutte le esperienze sono fatte a mia insaputa, al punto da nascondermi anche il nome dell'incaricato delle esperienze stesse; lo stesso trattamento si fa alle pochissime persone che, interessandosi al mio lavoro, avevano seguito con attenzione l'esercizio, e quindi avrebbero potuto fornire dati e dare schiarimenti. A me si nega in tal modo, non solo il sacrosanto diritto di controllo, ma mi si mette in condizione di non poter comunicare, nemmeno indirettamente, quanto è onestamente indispensabile conoscere da chi voglia giudicare serenamente un nuovo apparecchio.

Mentre queste tenebre mi circondano per quanto riguarda le esperienze in parola, improvvisamente, e precisamente il 23 maggio 1925, a Parigi ho l'ineffabile soddisfazione di sentirmi comunicare avanti a testimoni le conclusioni delle esperienze del Prof. Lombardi dal Direttore di una Casa francese fabbricante di accumulatori, alla quale da qualche giorno erano stati comunicati con lodevole sollecitudine da una consorella di Milano. La Relazione Lombardi porta la data del 30 aprile 1925.

Espongo fatti e mi astengo da qualsiasi commento.

Se il Prof. Lombardi, nome universalmente stimato ed avanti al quale — nel suo campo — m'inchino con la massima deferenza, avesse avuto tutti gli elementi di giudizio, sarebbe giunto a ben diverse conclusioni.

E con ciò rientro nel mio silenzio dal quale, voglio augurarmi, non mi si vorrà inconsultamente obbligare ad uscire una seconda volta. Gradisca, egregio Sig. Redattore Capo, i miei ossequi.

Digitized by Google A. POUCHAIN.

:: Sunti e Sommari ::

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

La stazione radio di Rugby. (The El., Vol. XCV, N. 2482, 11 dicembre 1925, pag. 672).

A. S. AUGWIN - T. WALMSLEY — **La stazione di Rugby.** (The El., Vol. XCV, N. 2483, 18 dicembre 1925, pag. 705).

Per poter comunicare direttamente ed efficacemente, sia di giorno, sia di notte, fra la Gran Bretagna e l'Australia, è noto come il Governo inglese abbia costruita la stazione radio di Rugby. Con essa è possibile svolgere, non solo il servizio radiotelegrafico in grande stile, ma anche quello radiotelefonico attraverso l'Oceano.

frequenza costante; b) amplificatori intermedi; c) amplificatori di potenza e circuito di aereo.

Il funzionamento del generatore a) è noto (¹). Trattasi di un diapason che, mantenuto elettricamente in vibrazione da un triodo (²), fornisce oscillazioni di frequenza rigorosamente costante. Queste però non sono sinusoidali, ma anzi vengono opportunamente distorte per modo che all'entrata degli amplificatori intermedi giunga, in seguito a filtrazione, solo una certa armonica. Nel caso attuale, la fondamentale del diapason ha una frequenza di 1875 periodi, mentre l'armonica di utilizzazione è la 9^a ($f = 16900$ periodi).

Gli amplificatori intermedi sono costituiti da due gruppi di triodi: un primo stadio comprende tre ordinarie valvole da 600 W di dissipazione, il secondo invece comprende tre valvole, con raffreddamento in acqua, da 10 kW. Per gli amplificatori di potenza, benché siano stati previsti cinque pannelli, ciascuno con 18 triodi da 10 kW a raffreddamento forzato, se ne utilizzano solo 3 ottenendosi alla uscita una potenza di circa 500 kW. La massima tensione anodica non supera i 10.000 V. La manipolazione è effettuata sulle griglie degli amplificatori intermedi interrompendo l'eccitazione.

L'energia elettrica è fornita alla Stazione da una linea trifase a 12.000 V, 50 periodi. Naturalmente per ottenere le varie tensioni

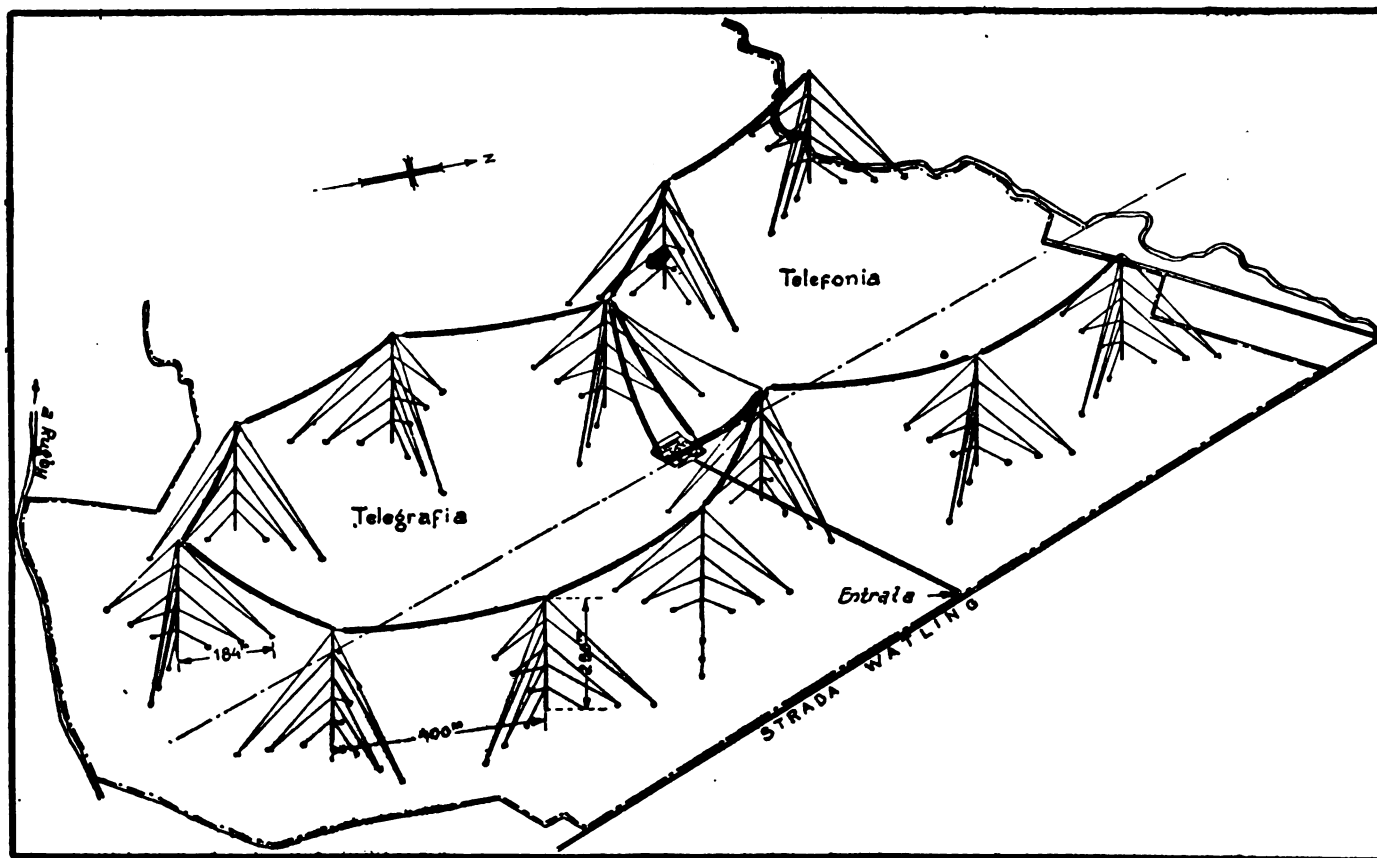


Fig. 1.

L'aereo della Stazione copre complessivamente un'area di 364 ettari e la sua configurazione è desumibile dalla fig. 1. Il sistema irradiente propriamente detto, è sopportato da 12 piloni divisi in due gruppi. Di questi, uno è relativo all'antenna utilizzata normalmente per telegrafia, mentre l'altro serve di supporto all'aereo destinato alle emissioni radiotelefoniche. L'antenna totale è cioè divisa in due sezioni, e l'alimentazione è fatta in modo che è possibile eseguire separatamente, su ciascuno dei due mezzi aerei, l'una o l'altra delle emissioni: telegrafiche o telefoniche.

I piloni, alti ciascuno 250 m ed intervallati l'uno dall'altro di circa 400 m, sono a sezione triangolare con il lato di circa 3 m. Essi sono isolati alla base per mezzo di cilindri di porcellana riposanti su blocchi di granito, ed anche i controventi, in numero di 5 per ciascuna costola di ciascun pilone, risultano sì isolati, ma solo in corrispondenza degli attacchi col terreno.

La campate dell'antenna propriamente detta sono del tipo a « gabbia », costituite da 12 fili in bronzo silicio egualmente spazati intorno ad una circonferenza di m 3,60. Gli isolatori di aereo, lunghi complessivamente m 3,60, sono adatti a resistere ad uno sforzo di trazione di 20 tonnellate ed a una tensione elettrica massima di 250.000 V a frequenza radio. Tutti i controventi sono costituiti da fili di acciaio paralleli, non cordati.

La terra dell'aereo per emissioni radiotelegrafiche è costituita da un complesso di conduttori in rame sepolti nel terreno ed aventi uno sviluppo complessivo di circa 190 km. L'aereo che si utilizza per emissioni radiofoniche, è dotato invece di contrappeso. La capacità statica del primo aereo è risultata di $32 \times 10^{-3} \mu F$, e quella del secondo di $20 \times 10^{-3} \mu F$.

Quale apparato trasmettente, la stazione adopera un complesso a triodi divisibile nelle seguenti unità: a) generatore di oscillazioni a

richieste per l'esercizio, sono stati installati opportuni trasformatori e gruppi convertitori. L'alimentazione delle placche dei triodi è affidata a tre gruppi convertitori, disposti in modo da potersi porre in serie, ciascuno dei quali fornisce una tensione continua di 6000 V. Ogni gruppo convertitore è costituito da un motore autosincrono direttamente accoppiato a due generatori in serie fra loro. V. Go.

GENERATORI ELETTRICI.

J. R. TAYLOR — **La costruzione di un generatore da 80 000 kW.** (Electrical World, 4 settembre 1926, pagina 465).

L'A. fornisce alcune notizie costruttive sul gruppo generatore da 80.000 kW fornito dalla Westinghouse per la centrale termoelettrica nella Hudson Avenue, della Brooklyn Edison Co.

In realtà il gruppo è composto di due unità ciascuna da 44.450 kVA, $\cos \varphi = 0,9$ a 13.800 V, 60 periodi, 1800 giri.

Il rotor di questi alternatori è composto da un pacco di lamiera d'acciaio al carbone, tenute insieme fra loro e connesse alle flange dell'albero, mediante quattro passanti in acciaio speciale disposti uno per ciascun polo, nella parte mediana di esso. I tiranti, accuratamente

(¹) L'Elettrotecnica 1926, Vol. XIII, pag. 267, e Boll. R. T., Vol. III, N. 35, pag. 347.

(²) L'Elettrotecnica 1919, Vol. VI, pag. 743 e Boll. R. T., Vol. I, N. 7, pag. 156.

forgiati sono portati a un certo grado, ben determinato, di tensione per mezzo di apposite zeppe.

Il rotor è a canali aperti. Gli avvolgimenti preparati a macchina, sono poi stati messi a posto a mano, isolando ogni spira entro i canali del rotor con nastro di mica; l'intera bobina, per la parte collocata entro i canali è contenuta in un astuccio di mica. Le testate delle bobine sono state accuratamente verniciate. Dopo messe in posto, le bobine sono state mantenute per parecchi giorni, con un dispositivo speciale applicato al rotor, sotto forte pressione e a temperatura assai più alta di quella normale di funzionamento.

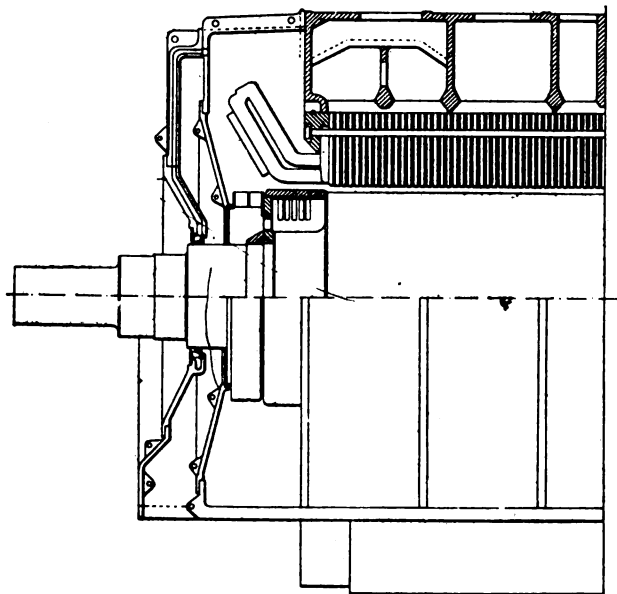


Fig. 1. — Sezione di un alternatore da 44 450 kVA.

Gli avvolgimenti del rotor sono tenuti in posto mediante stecche di bronzo; le testate sono affrancate da anelli di ritenuta in acciaio, opportunamente isolati, e costruiti in acciaio al cromo-nichel da 100 kg/mm² e allungamento del 22 per cento. Le piastre di estremità del rotor, forgiate a caldo, sono in acciaio al carbone da 70 kg/mm².

Le piastre sorreggono anche le palette di ventilazione e i rispettivi anelli di collegamento, in acciaio al cromo-nichel. Le piastre sono opportunamente forate per permettere il passaggio dell'aria di ventilazione fino alle testate delle bobine. Condotti d'aria sono stati ricavati nel corpo del rotor sotto gli avvolgimenti; questi condotti assiali comunicano con altri radiali.

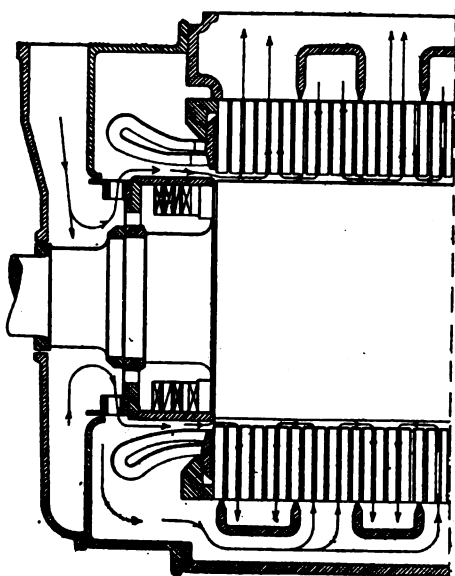


Fig. 2. — Circolazione dell'aria in uno dei due alternatori da 44 450 kVA.

Il rotor completo di un alternatore pesa oltre 51.000 kg. La velocità di rotazione, che è di 1800 giri, è maggiore della velocità critica del rotor; il funzionamento è perciò tranquillissimo.

La carcassa dello stator di ciascun alternatore è fuso in due parti combacianti in un piano normale all'asse del rotor. Il pacco di lamierini fu montato in posto in centrale, perchè non sarebbe stato altrimenti possibile provvedere al trasporto dello stator completo. I lamierini sono tenuti in posto mediante incastri a coda di rondine nella carcassa e per mezzo di bulloni passanti opportunamente isolati; dopo il montaggio dei lamierini, ma prima di serrare il pacco, lo stator fu accuratamente spruzzato con una vernice isolante.

Ogni bobina dell'avvolgimento dello stator pesa circa 90 kg; esse sono lunghe 450 centimetri. Ogni spira è isolata in mica e l'intera bobina è avvolta in un foglio di micarta. Le bobine sono state ripetutamente impregnate nel vuoto e poi pressate. Esse furono provate a 40.000 V per un minuto. Accuratamente studiati furono i dispositivi di fissaggio contro le sollecitazioni meccaniche derivanti da corti circuiti.

Il sistema di ventilazione differisce alquanto dal dispositivo ordinario nei turboalternatori. I ventilatori di estremità obbligano l'aria fresca a circolare prima in direzione assiale entro la carcassa, a tergo del pacco di lamierini; per mezzo di canali radiali l'aria attraversa in molti punti il pacco e invade l'intraferro che percorre assialmente per brevi tratti, per poi allontanarsene attraverso altri canali radiali che la conducono nel condotto d'uscita dell'aria calda. I ventilatori cacciano anche una certa quantità d'aria direttamente nell'intraferro per raffreddare anche le estremità degli avvolgimenti e del pacco di lamierini.

L'aria percorre un ciclo chiuso, attraverso raffreddatori a tubi d'acqua di costruzione speciale. Vi sono infatti due batterie di raffreddatori, che vengono percorsi dall'aria uno dopo l'altro, e disposti col loro asse maggiore perpendicolare l'uno all'altro. La prima batteria usa come mezzo raffreddante l'acqua di condensa della turbina ed è capace, a pieno carico, di mantenere la temperatura dell'aria sotto i 40°. La seconda batteria impiega invece l'acqua presa da un torrente; essa è impiegata come batteria sussidiaria nel caso di carichi ridotti, quando perciò il volume dell'acqua di condensa diventa insufficiente, o quando la temperatura della condensa sia troppo elevata.

Quanto al funzionamento dei due alternatori si è seguito il concetto che quello connesso alla turbina ad alta pressione e quello connesso alla turbina a bassa, abbiano a funzionare insieme come una macchina unica. La ripartizione del carico si fa agendo sulle rispettive turbine; la corrente d'eccitazione è mantenuta, per mezzo di due reostati meccanicamente collegati, sempre eguale nelle due macchine, per qualunque carico.

Il rendimento calcolato dei due alternatori è del 96,6 per cento al pieno carico di 40.000 kW, 13.800 V, $\cos \varphi = 0,90$. Non sono ancora state fatte le misure relative.

R. S. N.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

L'Elettricità alla Fiera Internazionale di Padova (Giugno 1926).

Quest'anno la Fiera dei Campioni di Padova ha voluto dedicare un intero Padiglione ad una « Mostra dell'Apparecchiatura Elettrica ». La Mostra è riuscita molto interessante per il numero e per la qualità di Ditte partecipanti e per le novità esposte, cosicchè il Comitato della Fiera ha deciso di inquadrarla nell'ordinamento della Fiera e ripeterla l'anno venturo.

La Mostra ha suscitato vivo interessamento nei visitatori ed in particolare negli elettrotecnici: anzi l'A. E. I., ha voluto dedicarvi una visita ufficiale collettiva, avvenuta il 16 giugno, da parte di una settantina di soci fra i quali il Presidente Generale, Prof. Sartori ed il Presidente della Sezione veneta, Prof. Lori.

La Mostra, alla cui organizzazione lavorò un Comitato presieduto dal Gr. Uff. Ing. Alessandro Croce e composto degli Ingegneri Lampis, Pistorelli e Marin, comprendeva essenzialmente *apparecchi di manovra e di protezione per alta tensione, strumenti industriali da laboratorio e da quadro, apparecchi di protezione contro le sovrecorrenti, materiale accessori per installazioni ad alta e bassa tensione, oltre ad alcuni interessanti tipi di motori e trasformatori speciali.*

Venti furono le Ditte partecipanti, fra le quali le primarie Ditte italiane ed estere.

Apparecchi di manovra e di protezione contro le sovratensioni. — La S. A. C. E. di Bergamo ha esposto tre interruttori trifasi in olio, di tre tipi: 12.000, 18.000 e 24.000 volt; quest'ultimo in tre casse separate. Il primo munito del dispositivo autocaricatore, tale da permettere la richiusura automatica dell'interruttore scattato fino a quattro volte consecutive, con ritardo regolabile fra 30'' e 180''; il secondo con comando elettrico a distanza per apertura e chiusura a solenoidi per corrente continua; il terzo facente parte di una intelaiatura completa, comprendente coltelli sezionatori, riduttori di corrente e amperometri, munito del nuovo tipo di comando elettrico a distanza a motore con annesso completo banco di manovra e leggìo.

Inoltre la S. A. C. E. ha esposto tre interruttori in aria a 600 volt, rispettivamente per 500 amp., 3000 amp. e 7000 amp., il primo dei quali automatico per corrente continua e gli altri due per corrente continua e alternata.

Completava la mostra una terna di coltelli separatori a rotazione per manovra simultanea tipo 80.000 volt, 350 amp.

Vasta è stata la partecipazione delle *Officine Galileo* di Firenze, con una seria completa di coltelli separatori e di resistenze metalliche in olio per scaricatori dei tipi da 12.000 a 65.000 volt; e con due cabine a 12.000 volt, complete di accessori e strumenti di misura.

Particolarmente interessante è riuscito poi un elemento di cabina all'aperto per 135.000 volt destinato alla Cabina di Portomaggiore della Sade, costituito da una intelaiatura metallica di costruzione delle Officine di Battaglia e da un coltello tripolare a manovra simultanea, che le Officine Galileo hanno progettato e costruito seguendo il concetto di evitare agli isolatori di porcellana di sostegno ogni sollecitazione meccanica anormale che ne possa produrre la rottura.

Una Ditta padovana, la *Società Elettrotecnica Pistorelli*, ha poi esposto terme di sezionatori a comando simultaneo rinviabile a mezzo catena; resistenze metalliche in olio per scaricafulmini e un suo tipo di interruttore automatico in olio, notevole per la speciale disposizione dei contatti, intesa ad aumentare di molto l'altezza d'olio sul piano di rottura.

Particolarmente interessanti sono infine riuscite le mostre del *Tecnomasio* e della svedese *A. S. E. A.*: il primo esprimeva un polo di interruttore in olio per installazione all'aperto a 150.000 V e relativo apparecchio di comando elettrico e meccanico: interruttore di tipo capace di interrompere un corto circuito trifase della potenza di 1.250.000 kVA.

L'*A. S. E. A.* esprimeva un interruttore completo per installazione all'aperto a 135.000 volt ad alta capacità di rottura. Interessante il confronto dei due tipi di passante: quello del *Tecnomasio*, in porcellana a riempimento d'olio; quello dell'*A. S. E. A.* a condensatore.

Entrambi gli apparecchi sono destinati ai nuovi impianti del Gruppo Adriatica.

Strumenti industriali da laboratorio e da quadro. — La Ditta milanese *Allochio e Bacchini* ha esposto vario materiale per misure elettriche e di precisione fra cui: *Potenzimetro a c. a. secondo i dati del Prof. Barbagelata*, apparecchio che costituisce un vero e proprio complesso per misure di qualsiasi genere, perchè permette anche misure di resistenza, induttanze e capacità, col metodo di ponte; esso coll'aiuto poi di speciali resistenze e shunt antinduttivi, rende possibile la misura con grande precisione di correnti e di tensioni.

A questo scopo la Ditta ha costruito anche: Shunt antinduttivi per misure a corrente alternata, per tutte le tarature di amperometri e per il controllo dei trasformatori di misura, ed ha presentato alla mostra il tipo fino a 500 ampere.

Le *Officine Galileo* hanno pure esposto numerosi tipi di strumenti di misura, notevoli fra i quali: wattometri, amperometri, voltometri; molto ben curati nei loro dettagli, i trasformatori di tensione e di corrente, questi ultimi nei loro due tipi in olio e a passante, e un trasformatore di tensione di modello trasportabile a molti rapporti di trasformazione (1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 8000, 10.000, 12.000/100) ottenuti con uno speciale sistema di commutazioni sul primario, nonché due kilowattometri registratori esposti in funzione, uno munito di apparecchio integratore e l'altro che fornisce due diagrammi distinti tracciati per punti ed a colori diversi per la potenza attiva e la reattiva.

Infine la *C. G. S.* ha pure partecipato largamente alla Mostra, esponendo tutta la serie dei suoi trasformatori di tensione e di corrente, alcuno dei quali del nuovo tipo ad alta prestazione, e numerosi strumenti indicatori da quadro, oltre ad una batteria di registratori a relais (kilowattometri e sommatori, frequenzimetri, amperometri, voltmetri) tutti in funzione.

Apparecchi di protezione contro le sovracorrenti. — La *Siemens e Halske* ha esposto funzionante un modello dimostrativo di protezione selettiva, costituito da relais a corrente di massima a tempo indipendente comandato da relais wattmetrici direzionali, che ha richiamato vivamente l'attenzione dei tecnici per la sensibilità, la prontezza e la precisione del suo funzionamento, insieme che per il grande interesse dell'argomento.

La *S. A. C. E.*, insieme con i suoi interruttori ha esposto i suoi tipi di relais diretti a corrente di massima del tipo a motore ad azione differita con ritardo regolabile in modo praticamente indipendente dalla intensità della corrente.

La *Società Pistorelli* ha esposto pure relais diretti a corrente di massima, a tempo dipendente.

Nella Mostra del *Tecnomasio* figuravano invece relais per inserzione sul secondario di trasformatori di corrente e di tensione, atti a provocare lo sgancio rispettivamente in caso di eccesso di corrente oppure di mancanze di tensione sul circuito principale; nonché un regolatore rapido di intensità atto a funzionare come limitatore di corrente e cioè: sotto l'azione di un aumento della intensità sul circuito nel quale è inserito, il regolatore abbassa rapidamente la corrente di eccitazione dei generatori e con ciò la tensione sui circuiti che ne dipendono, limitando l'intensità che li percorre e quindi limitando gli effetti dei corto-circuiti e di qualunque altra causa capace di provocare aumenti pericolosi di intensità.

L'organo principale del regolatore consta, come è noto, di un motorino a campo Ferraris, il cui rotore è costituito da un leggerissimo cilindro di alluminio che, avendo una massa insignificante, non possiede praticamente inerzia e forza viva ciò che gli consente di mettersi in moto e di arrestarsi senza indugi.

Il motorino fa scorrere due settori di alluminio su una tastiera bipartita cui fanno capo le resistenze inserite nel circuito di eccitazione.

Infine la *A. S. E. A.* ha esposto i suoi tipi di relais a corrente di massima per inserzione sul secondario di riduttori di tensione, le cui caratteristiche principali sono:

- Regolazione dell'intensità per prese multiple;
- Conservano la medesima forma alle curve di scatto;
- Il disco gira sempre e quindi agisce istantaneamente all'occorrenza.

Materiali accessori. — Interessante è riuscita anche questa mostra nella quale, oltre ad un'ampia esposizione di tubi isolanti per installazioni interne a bassa tensione fatta dalla Ditta veneziana *Loredan*, e ad alcuni tipi, particolarmente studiati per speciali applicazioni, di cassette di comando stagne per impianti a bassa tensione portati dalla *Società Pistorelli* e dalla *Asea*, si sono potuti ammirare vari apparecchi telefonici fissi e portatili antinduttivi di sicurezza per linee telefoniche montate sugli stessi pali o comunque soggette all'influenza di linee ad alta tensione (fino a 130.000 volt); apparecchi radiotelefonici duplex e simples per onde convogliate su circuiti alta e bassa tensione; apparecchi telefonici normali e a chiusura stagna, apparecchi telefonici atti a funzionare su circuiti telegrafici, e apparecchi telefonici per piccoli impianti interni; il tutto esposto dalla milanese *Società Brevetti Perego*.

A sua volta la Ditta *Allochio e Bacchini* esprimeva un interessante apparecchio per il controllo della circolazione d'acqua a distanza, basato su semplicissimo principio e la cui grandissima praticità deriva dal non aver organi rotanti, ciò che lo mette fra i migliori tipi oggi in commercio; un'altra novità esposta dalla stessa Ditta era l'apparecchio elettrochimico per la misura della portata dei canali, secondo il metodo del Prof. Barbagelata e costituito da un ponte speciale per misura di conducibilità a corrente alternata con uno speciale elettrodinamometro.

Nella categoria dei materiali accessori vanno poi compresi gli isolanti: e fra questi la Ditta *Passoni e Villa* esprimeva, oltre vari modelli di isolatori in carta bakelizzata per 50-80.000 volt di esercizio, un isolatore passante con presa speciale (costruita secondo le indicazioni della *Società Adriatica di Eletticità*) destinato ad un trasformatore di prova a 350.000 volt di esercizio, nonché passanti per trasformatori industriali a 150.000 volt di esercizio (trasformatori in costruzione presso le Officine Elettrotecniche Italiane Ing. Arcioni di Milano) e infine due esemplari di passanti per interruttori in olio tipo Merlin et Gerin - Grenoble, lo che dimostra che anche in questo campo specialissimo il nostro prodotto si è introdotto anche all'estero.

Dei passanti per cabine all'aperto erano esposti modelli per tensioni fino a 150.000 V in uno o più pezzi, quali adottati dalle principali Ditte italiane costruttrici di apparecchiature per tali impianti.

Completavano la mostra della *Richard Ginori* una collezione di microfotografie eseguite nei laboratori della Società su sezioni sottili di porcellana, collezione della quale venivano eseguite delle proiezioni, a dimostrazione della modernità di mezzi di studio di cui dispone la Ditta.

Infine la *Società Porcellane Elettriche* di Spezia ha esposto i suoi tipi di isolatori poggianti e passanti per trasformatori per cabine e per l'esterno, per le più alte tensioni finora in uso, nella cui produzione essa si è specializzata.

Fra i produttori di isolanti in vetro e affini le Ditte italo-francesi di *Borgo San Donnino*, di *Folembay* e di *Reims* hanno esposto i campioni degli isolatori per 10, 15, 25, 30, 35, 50 kV montati su perni forniti dalle Società Elettriche, che li adoperano correntemente. Questi isolatori furono sottoposti presso il Laboratorio Prove Materiali del R. Politecnico di Milano a degli sforzi di trazione, ottenendosi per ciascuno di essi il piegamento del perno senza che l'isolatore fosse minimamente danneggiato. Hanno poi esposto alcune applicazioni dei tipi standard per interno, montati con portafili, portasbarre, coltelli separatori e bobine di self.

La *Manifattura Isolatori Vetro Acqui* poi ha esposto vari tipi di isolatori nel suo vetro verde speciale (ad alta percentuale di silice e minima di fondenti) e in Pyrex (quarzo malleabile) negli svariati tipi per linee elettriche (in vetro e in Pyrex); per linee telefoniche (in vetro, di cui è particolarmente pregevole la minima dispersione); e per impianti di radio-trasmissione (in Pyrex, data la sua particolare provata capacità di resistere senza alterazione alle sollecitazioni continue ad altissima frequenza).

La *M. I. V. A.* ha esposto in Pyrex isolatori rigidi sino a 80.000 volt d'esercizio e isolatori a catena tipo americano, ossia privo di qualsiasi cementazione, inquantochè il perno che serve d'innesto alle catene, nasce con la costruzione dei singoli elementi e poggia sopra un cuscinetto di piombo nell'interno della massa isolante. La cappa d'acciaio invece di essere fissata col cemento, viene avvita su due segmenti d'anello che lasciano la testa dell'isolatore.

Un tipo più economico è il cosiddetto Sila, il quale rappresenta il tipo intermedio fra il tipo americano e quelli normali, avendo cementata solo la cappa, mentre il perno, che rappresenta sempre il punto debole se si tratta di isolatori cementati, anche nel tipo Sila è lo stesso come in quello americano.

Macchine. — Oltre ai materiali di apparecchiatura sopradescritti, è stato fatto posto nella mostra a qualche macchina di particolare interesse per gli elettrotecnici.

Le *Officine Clerici* di Milano hanno esposto un esemplare del motore trifase asincrono autocompensato brevetto Sartori, le cui ben note caratteristiche si riassumono nel fatto che il motore funziona a fattore di potenza unitario a tutti carichi e nel contempo presenta forte coppia di avviamento, debole corrente a vuoto, ampia capacità di

sovraccarico, e grande elasticità di funzionamento anche con notevoli scarti della tensione di funzionamento. Un altro motore dello stesso tipo, di costruzione *Pellizzari* di *Arignano* era esposto funzionante in condizioni atte a dimostrare tali caratteristiche.

A sua volta il *Tecnomasio* ha presentato un motore asincrono compensato da 30 HP, anch'esso capace di funzionare con cos φ praticamente uguale all'unità a partire da vuoto fino a 1/1 carico.

Tali motori hanno oggi un interesse speciale, in vista della tendenza che sempre più si accentua da parte dei distributori di energia elettrica, a pretendere motori con elevato fattore di potenza ancorché funzionanti a carichi ridotti.

Il motore del *Tecnomasio* viene alimentato dallo statore, con che è permesso di adottare tensioni elevate di alimentazione, proporzionalmente alla grandezza del motore, senza ricorrere all'impiego di trasformatori. Come tutti i motori compensati, anche questo porta due avvolgimenti sul rotore, uno dei quali fa capo ad un commutatore da macchina a corrente continua e serve a fornire al motore la corrente di magnetizzazione alla frequenza corrispondente allo scorrimento.

Infine la *A. S. E. A.* ha esposto due motori trifasi, dei quali: uno del suo tipo normale, adattabile in pochi minuti per i vari usi (protezione, chiuso, ventilato, chiuso ermetico, chiuso per pioggia) ed uno a velocità variabile nel rapporto da 1 a 4 col solo spostamento delle spazzole.

Motori trifasi normali infine espose la *San Giorgio*.

Nella mostra figuravano infine alcuni trasformatori trifasi in olio di piccola potenza di cui quelli della *San Giorgio* a minime perdite sul ferro, e quelli della *A. S. E. A.* ad altissima isolamento (da 10 a 15 kV fra spire adiacenti) e ad altissima resistenza meccanica contro i corti circuiti; caratteristiche tutte queste verso le quali sono orientate le moderne esigenze della tecnica.

Completavano poi la Mostra una gru da 5000 kg a ponte mobile con argano elettrico mobile lungo il ponte, di costruzione delle *Officine di Battaglia*; un interessante modello di turbina a vapore della svedese *Stal* a doppia rotazione; vari controllers per grue e verricelli esposti dalle *Officine Galileo* e dalla *San Giorgio*; un equipaggiamento elettrico per auto di quest'ultima, oltre a qualche esemplare di elettropompe, e di parti di turbine idrauliche (regolatori automatici, giranti, ecc.), esposte dalla stessa *San Giorgio*.

Per le cabine era esposta la serie completa dei tipi portanti (per sbarre e sezionatori, ecc.) studiati e concretati dalla Società per gli impianti all'aperto ad altissima tensione; comprendente: modelli a doppia cappa e perno interno; modelli a cappa e perno con perno elastico; modello a isolatori rigidi sovrapposti.

Del tipo a cappa e perno era stata montata su una piattaforma girevole, una colonna di quindici elementi alta oltre m. 2,50 e della quale, nella rotazione, potevasi riscontrare la perfetta coassialità, attestando come si sia superata una delle maggiori difficoltà presentate da questo tipo di produzione.

Fra i produttori di porcellana la *F. I. L.*, specializzata nei tipi sospesi per altissime tensioni, ha esposto una cuspidi di torre in ferro, costruita dalle *Officine di Battaglia*, per linee a 220.000 V di esercizio a due terne.

L'altezza della cuspidi esposta era di circa 26 metri, mentre l'altezza della torre completa era di circa 36 metri fuori terra. Il peso della cuspidi era di circa 8000 kg. A ciascuna mensola della torre venne applicata una catena doppia di sospensione composta di due catene semplici di quindici elementi ciascuna. L'elemento esposto era l'isolatore a sospensione Mod. 1434 a cappa e perno con attacco ad orbita del diametro di 254 mm e dell'altezza di 121 mm cad. elemento, per il quale tipo l'arco a secco che si ottiene con una catena di quindici elementi è di circa 700.000 V mentre l'arco sotto pioggia (300 mm $\approx$ 45") è di circa 500.000 V.

La Società Ceramica *Richard Ginori* ha presentato quella raccolta di isolatori di porcellana per impianti ad altissima tensione (Linea e Cabina) con la quale l'anno scorso all'Esposizione Internazionale del Carbone Bianco a Grenoble, aveva ottenuto la massima onorificenza con la classifica «fuori concorso» Membro della Giuria.

Fra i tipi di linea figuravano catene dei suoi già noti e diffusi modelli sospesi, cioè:

- 1) quello a cappa e perno, con perno *elastico* cementato;
- 2) a doppia cappa e senza perno;
- 3) a doppia cappa e con perno interno.

Oltre ai suddetti modelli, studiato nel concetto di eliminare gli inconvenienti cui può dar luogo la cementazione rigida dei perni, per la prima volta era esposto il tipo (brevetto *Passarin*) a perno fissato con lega metallica, nel quale il problema di colare la lega fusa nella porcellana senza danneggiarla per effetto termico, è stato razionalmente risolto con la preventiva applicazione nel foro della porcellana di una capsula elastica e coibente.

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

BILANCI E DIVIDENDI.

Unione Esercizi Elettrici — Milano — Capitale L. 168.750.000.

Il bilancio chiuso al 30 giugno 1926 e recentemente approvato, contempla un utile di L. 33.623.442, il quale permette di distribuire agli azionisti un dividendo del 18 per cento.

Dinamo - Soc. Italiana per Imprese Elettriche — Milano - Capitale L. 50.000.000.

E' stato approvato il bilancio dell'esercizio ultimato al 30 giugno, il quale presenta un utile netto di L. 3.903.778. Si distribuisce un dividendo di L. 8 per azione.

Società Elettrica del Valdarno — Firenze — Cap. L. 100.000.000.

Venne approvato il bilancio chiuso al 30 giugno 1926 con un utile netto di L. 14.751.049 sul quale viene distribuito un dividendo di L. 10 per azione.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Unione Esercizi Elettrici — Milano.

La Società ha concluso con un gruppo americano un prestito ipotecario di sei milioni di dollari ammortizzabile in 30 anni, all'interesse del 7 per cento. In relazione a tale fatto è concessa ai banchieri americani l'opzione di 1.200.000 nuove azioni della Società.

In conseguenza sono state emesse tante obbligazioni per 6.000.000 di dollari e 1.200.000 azioni da L. 50 portando così il capitale sociale da L. 168.750.000 a L. 228.750.000 distribuite in 5.575.000 azioni.

Società Idroelettrica dell'Isarco — Roma.

Venne approvato l'aumento del capitale da L. 20.000.000 a L. 60 milioni mediante emissione di 160.000 azioni nuove da L. 150.

Industrie Vicentine Elettromeccaniche — Vicenza.

Venne deliberato di ridurre il capitale da L. 3.850.000 a L. 950 mila e successivamente di riportarlo a L. 1.000.000.

COSTITUZIONI DI SOCIETÀ.

Soc. An. Industria Romana Pile Elettriche — Roma.

Venne costituita con un capitale di L. 25.000 in 50 azioni da L. 500.

STEP - Società Telefoni Esercizio Privato — Torino.

E' stata di recente costituita con capitale di L. 300.000 in azioni da L. 10 ciascuna.

* *

L'ambiente economico europeo è sempre dominato dalle conseguenze più o meno remote dello sciopero minerario inglese il quale, col progredire del tempo, acquista ripercussioni sempre più vaste. Le speranze per un sollecito componimento della vertenza, che si erano nutrite in un certo momento, sono state deleguate dalla decisione della Federazione dei minatori, la quale ha deliberato di proseguire la lotta ad oltranza, tentando perfino di provocare l'allagamento delle miniere coll'estendere lo sciopero anche ai così detti uomini di sicurezza.

Per fortuna tale manovra è stata sventata, ma nessuno può prevedere per quanto tempo ancora durerà la crisi che fa sentire i suoi perniciosi effetti, sia pure indirettamente, anche sulle industrie e sull'economia degli altri Paesi di Europa. L'Inghilterra specialmente è travagliata da difficoltà di ogni genere sia per le industrie che per i servizi pubblici, costretta come è a ricorrere all'importazione per procurarsi quel carbone che costituisce il fondamento della sua attività sociale. La disoccupazione è notevolissima, e la bilancia commerciale presenta un deficit molto rilevante.

Si è intanto aperta a Londra la conferenza dell'Impero britannico, colla partecipazione di tutti i Dominion. Dopo la guerra, uno spirito nuovo è entrato nei rapporti fra la madre patria e gli organismi dipendenti. Un vasto travaglio agita l'immenso impero, il quale sta faticosamente cercando un nuovo assetto. Alla Conferenza di Londra si sono sentite da parte dei parecchi Dominion delle voci e delle proposte che indicano chiaramente il sorgere e il consolidarsi di un sentimento di nazionalità che già si manifesta in tendenze più o meno larvate ad una autonomia sempre più ampia. Il movimento centrifugo che si va delineando è probabilmente destinato a non arrestarsi più, ad onta degli sforzi e della abilità della politica londinese.

L'andamento delle relazioni internazionali sul continente non può nemmeno essere troppo confortante per l'Inghilterra, la quale non vede di buon occhio il riavvicinamento franco-tedesco, in considerazione della portata imprevedibilmente così estesa che ad esso si tende a dare da parte francese.

Vero è che le difficoltà facilmente prevedibili perchè insite nella natura stessa delle cose, sono ben presto sorte a turbare l'idillio di Thoiry, tanto che si può dire che sul terreno pratico l'avvicinamento franco-tedesco se non ha subito un moto retrogrado, certo ha segnato una battuta di arresto.

Il grande piano della mobilitazione delle obbligazioni tedesche,

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

che la Francia aveva avanzato, è fallito specialmente a causa delle opposizioni e delle diffidenze che esso ha incontrato in America. Gli Stati Uniti non vogliono saperne di facilitazioni finanziarie alla Francia fino a che non sia regolata la questione dei debiti di guerra e d'altra parte non si trova attualmente in Francia un uomo politico che, nelle difficoltà monetarie dell'oggi, possa osare di proporre l'accettazione di onerosi pagamenti all'estero. Nè pare che le voci che nuovamente si alzano da parte di finanziari di grido, come il Keynes, per una cancellazione delle partite dei debiti di guerra, abbiano purtroppo probabilità di essere ascoltate!

Una operazione che ha suscitato molto interesse negli ambienti finanziari europei, è stata la stabilizzazione del franco belga, colla creazione di una nuova unità a parità d'oro, chiamata appunto il Belga. Per questa operazione è stato lanciato un prestito di 100 milioni di dollari che è stato immediatamente coperto parte a New York e parte a Londra. Il franco belga è stato stabilizzato a 175 per sterlina, ciò che segna una quotazione notevolmente favorevole in confronto ai valori raggiunti pochi mesi or sono. L'esperimento del Belgio è seguito con la più viva attenzione dagli economisti che volentieri confrontano la politica di stabilizzazione di quello Stato, con l'altra, della lenta rivalutazione, seguita dall'Italia.

Ha fatto qualche chiasso il cosiddetto manifesto del libero scambio che era stato lanciato colla firma dei più importanti esponenti dell'industria e della finanza del mondo intero. Senonchè il manifesto, che era stato accolto quasi dovunque, fuorchè in Germania, con alquanta diffidenza, ha perso ben presto molto della sua importanza pel fatto curioso che la maggior parte dei suoi firmatari si sono affrettati a ritirare o a togliere valore alla loro adesione. L'iniziativa non avrà probabilmente alcun seguito ulteriore.

Un movimento che merita di essere attentamente seguito è il delinearsi di un nuovo orientamento politico ed economico nella Russia dei Soviet. Dalla recente crisi interna che ha scosso l'organismo bolscevico è uscita in netta prevalenza la tendenza di destra che propugna l'astensione dalla propaganda politica, il riavvicinamento all'Europa occidentale, il rinascimento industriale.

*

L'incontro Mussolini-Chamberlain a Livorno ha continuato a fare le spese delle discussioni negli ambienti politici europei. E' curioso osservare come, a questo riguardo, la stampa più riservata nell'avanzare ipotesi e commenti sia proprio quella dei due Paesi direttamente interessati.

Invece, specialmente in Francia, l'episodio ha suscitato molto interesse ed è stato seguito da uno sviluppo inatteso di considerazioni sui rapporti fra Francia e Italia che sembrano sboccare addirittura ad un nuovo orientamento della politica francese.

Merita la pena di rilevare, a parziale spiegazione di tale fatto, le osservazioni portate dalla stampa americana, la quale pure ha fortemente sottolineato l'episodio di Livorno. Secondo i giornali politici americani, l'Inghilterra, allarmata dal riavvicinamento franco-tedesco, tenderebbe a trovare in Italia un contrappeso alla mossa francese, preparando un blocco mediterraneo colla Spagna e l'Italia.

Si tratta probabilmente di fantasie accese, ma pure è innegabile che anche in Francia si è avuta la sensazione di qualche cosa di simile, e ciò ha portato ad una revisione dei rapporti franco-italiani e ad una spiegata tendenza per un riavvicinamento più intimo e più cordiale fra le due Nazioni latine.

Si assiste in questo momento in Francia ad una vera campagna di stampa per una intesa ampia e fiduciosa coll'Italia, della quale, per la prima volta dopo molto tempo, si cerca di comprendere e di giustificare le più importanti aspirazioni. Tutti gli italiani, amici per istinto della Francia, non possono che vedere di buon occhio questo nuovo orientamento francese se anche le amarezze nuove ed antiche sorgano alla memoria come un ammonimento di scetticismo! Non è, ad ogni modo, con proposte come quelle di cedere all'Italia il prezioso e piuttosto scomodo mandato sulla Siria, che si può facilitare una seria intesa fondata sulla reciproca comprensione dei più importanti interessi!

Sulla stampa politica europea si era anche fatta correre la notizia che l'On. Mussolini avrebbe manifestato il desiderio di poter avere un contatto personale coi ministri tedeschi. Si è poi chiarito che le cose stavano esattamente nel modo reciproco. E' certo tuttavia che i rapporti fra l'Italia e la Germania sono entrati in una nuova fase indirizzata a raggiungere uno stato di cordialità che non si esclude possa sboccare in un vero e proprio trattato di amicizia e di arbitrato.

Nei riguardi dei rapporti colla Germania, merita conto di essere ricordata, la convenzione ferroviaria stipulata recentemente e che mette fine alla dannosa concorrenza di tariffe che era andata stabilendosi fra i porti anseatici sul mare del Nord e il porto di Trieste. Di tale accordo non si conosce ancora l'intera portata, ma essa può rivestire una importanza grandissima per gli interessi di Trieste, il quale si è, negli ultimi tempi, risentito gravemente della concorrenza dei porti tedeschi e specialmente di quello di Amburgo. Easi accennare che il movimento complessivo nei primi nove mesi dell'anno, è diminuito da 4.091.977 tonnellate nel 1925, a 3.529.992 tonnellate nel 1926, con una contrazione quindi di oltre mezzo milione di tonnellate, mentre già se ne aveva avuta una di quasi 400.000 tonnellate dal 1924 al 1925. Trieste ha oggi circa l'85 per cento del traffico prebellico, mentre nel 1924 era risalito al 95 per cento di esso.

L'opera di penetrazione italiana nei Balcani continua perseverante. Anche colla Grecia si sono quasi condotte a termine le discussioni per

la stipulazione del nuovo trattato di commercio e di navigazione. Un incidente insorto all'ultimo momento circa la navigazione di cabotaggio, ha impedito la conclusione delle trattative, conclusione che non può ad ogni modo tardare.

Perfino colla Turchia, nonostante la incessante opera di inframmettenza menzognera che va spiegando certa diplomazia estera, si è riusciti a stabilire uno stato d'animo di migliore cordialità e di rinnovata fiducia, dimostrando l'assoluta mancanza di velleità avventuristiche ed aggressive da parte dell'Italia. Anche da questo lato si accenna alla possibilità di concretare questo nuovo stato d'animo, in qualche cosa che lo perpetui sotto forma di convenzioni o di un trattato.

E' stato firmato un trattato coll'Egitto per la sistemazione delle questioni pendenti. Veramente alcune fra le più importanti di tali questioni sono, dal trattato, più rinviate che risolte; così è, ad esempio del problema della nazionalità dei Senussi, e della regolazione dei rapporti doganali.

Tutta questa attività si collega coll'opera generale del nostro Governo, intesa a creare una fitta rete di amicizie e di relazioni che assicurino, per quanto è possibile, le condizioni di un pacifico sviluppo della nostra attività nazionale.

In questa sfera di azione rientra anche la visita a Roma del ministro bulgaro Buroff che viene a sanzionare ufficialmente la politica di amichevole appoggio sempre seguita dall'Italia verso la Bulgaria. Il ministro ha esaminato a Roma col nostro Governo le questioni di reciproco interesse fra i due Paesi ed ha tenuto a manifestare pubblicamente l'amicizia della sua nazione verso l'Italia.

Hanno richiamato l'attenzione anche i colloqui intercorsi fra il nostro ambasciatore a Budapest e il Presidente del Consiglio ungherese. Si sarebbe trattato in tali colloqui della possibilità di procurare all'Ungheria uno sbocco commerciale sull'Adriatico. L'Italia sarebbe disposta a facilitare in ogni modo tale sbocco, ma le difficoltà che si frappongono sono gravi, specialmente per la necessità che il traffico ungherese attraversi il territorio di altri Stati prima di arrivare al mare. I desideri ungheresi pare si concretino nella domanda della concessione di una zora franca nei porti di Trieste e di Fiume.

La mossa dell'Abissinia presso la Società delle Nazioni a proposito del noto accordo anglo-italiano, è definitivamente rientrata. In seguito alle osservazioni ed alle richieste del Segretario della Lega, l'Abissinia ha rinunciato a sollevare la questione davanti al Consiglio.

Per quanto riguarda le colonie, si ha notizie di nuove iniziative in Tripolitania. Il Governatorato ha fatto recentemente altre importanti concessioni di terreni per la produzione agricola e per l'allevamento del bestiame. Sono in corso di lavoro piantagioni estese di uliveti. Le continue ricerche d'acqua hanno accertato la possibilità di trovare quasi dovunque nel sottosuolo una falda acquifera importante a profondità economicamente convenienti. Si stanno ora facendo esperimenti d'allevamento di bestiame bovino con materiale importato dalla Tunisia.

*

La situazione del bilancio dello Stato, che desumiamo dalla pubblicazione della Gazzetta Ufficiale, presenta al 30 settembre un avanzo netto di 55 milioni, superiore di 4 milioni a quello registrato al 31 agosto.

Tale avanzo è però già depurato della somma di L. 63.000.000 per spese di costruzioni di strade ferrate, per la prima volta contabilizzate in bilancio; nelle spese sono poi stati anche compresi 125 milioni come quota trimestrale dei 500 milioni stanziati per la riduzione della circolazione per conto dello Stato.

La cifra di avanzo da considerarsi per confrontarla colla situazione corrispondente dello scorso anno o con lo stato di previsione è perciò di 243 milioni. Esso è andato formandosi in questo modo: 104 milioni nel mese di luglio, 73 milioni in agosto, 66 in settembre.

Alla fine del primo trimestre dello scorso esercizio 1925-26, si aveva un avanzo di 168 milioni di lire, mentre alla stessa data del bilancio 1924-25 si registrava un disavanzo di 202 milioni. Queste cifre danno una idea della strada compiuta. E' anche da notarsi che rispetto allo scorso anno, il mese di settembre presenta un maggiore avanzo di 43 milioni.

L'avanzo ora considerato di 243 milioni, si è ottenuto sebbene il bilancio sia stato gravato in misura notevole da maggiori spese in confronto allo stato di previsione.

Infatti le maggiori spese sopravvenute nel primo trimestre del corrente esercizio, sono state di 65 milioni di lire in luglio, 73 milioni in agosto e 16 milioni in settembre. Si tratta quindi complessivamente di 154 milioni di nuove spese gravanti sul bilancio dell'intero esercizio e che hanno naturalmente cominciato a far sentire la loro influenza anche nei primi tre mesi.

Considerando l'avanzo depurato dalle sole spese per costruzioni ferroviarie, e ridotto quindi a 180 milioni di lire, esso presenta un aumento di 132 milioni sulle previsioni di avanzo del primo trimestre e raggiunge quasi l'avanzo previsto per l'intero esercizio, che è, come è noto, di 190 milioni di lire.

Le entrate del bilancio sono state, nei primi tre mesi, superiori di ben 232 milioni di lire a quelle previste. L'aumento si presenta coi caratteri di un fenomeno continuativo, in quanto che tale aumento si ripartisce su tutti e tre i mesi ora trascorsi: si sono avuti infatti 107 milioni di maggiori entrate, in confronto alle previsioni, nel mese di luglio, 47 milioni in più in agosto e 78 milioni in più in settembre. Le entrate del settembre hanno superato quelle raggiunte in tale mese in tutti gli esercizi precedenti.

L'aumento è dovuto esclusivamente alle entrate ordinarie, perché quelle straordinarie presentano anzi una contrazione di 32 milioni di lire. Concorrono al maggior valore delle entrate specialmente le quote di cambio sui dazi di importazione, per 255 milioni di lire; le imposte sui trasferimenti e gli affari, per 93 milioni; le privative per 43 milioni; le dogane per 27 milioni; il dazio sul grano, per 12 milioni; l'imposta sul vino per 4 milioni di lire.

Gli stanziamenti non ancora impegnati, al 30 settembre 1926, ammontavano a 3389 milioni, mentre al 30 settembre 1925 essi erano di 2717 milioni; anche tenendo conto del valore complessivo rispettivo degli stanziamenti nei due bilanci, i residui non impegnati al 30 settembre di quest'anno rappresentano il 18 per cento mentre lo scorso anno rappresentavano il 16 per cento. Anche sotto questo riguardo vi è un miglioramento sensibile.

Gli impegni assunti a carico del primo trimestre dell'esercizio in corso superano però le previsioni relative a tale periodo, per 63 milioni di lire. Questa cifra per sé non grave, è ancora attenuata dal fatto che dei 63 milioni, ne spettano 9 alle spese straordinarie.

I Ministeri che hanno superato le previsioni sono stati: quelle delle Finanze per 22 milioni di maggiori impegni, quello della Guerra per 17 milioni, dell'Istruzione per 15 milioni, delle Comunicazioni per 8 milioni, della Giustizia per 3 milioni e dei Lavori Pubblici per circa 500.000 lire.

I debiti pubblici al 30 settembre, ammontavano complessivamente a 86.414 milioni e presentavano quindi una diminuzione di 2846 milioni specialmente in riguardo al noto versamento dei 90 milioni di dollari alla Banca d'Italia. La riduzione, in confronto al 30 giugno 1926, arriva a ben 4895 milioni di lire.

Particolare attenzione merita la riduzione del debito flottante costituito dai Buoni del Tesoro ordinari.

L'importo di questi Buoni, che era arrivato a ben 25534 milioni, al 31 marzo 1922 è sceso a 15.321 milioni alla fine del settembre 1926: si è dunque realizzata una diminuzione di oltre 10 miliardi in questa parte più pericolosa del debito pubblico.

La circolazione bancaria era di L. 18.001.543.770 lire al 31 agosto 1926, così ripartita: per conto del commercio e soggetta al limite dei 7 miliardi: 5860 milioni; non soggetta a limite, 3118 milioni; proveniente dai Banchi meridionali, 2293 milioni; per conto dello Stato 6729 milioni. Il commercio aveva quindi complessivamente 11.273 milioni di lire. Alla stessa data del 31 agosto, il credito della Banca d'Italia verso la Sezione Autonoma del Consorzio Valori ammontava a 2731 milioni, i quali si riducevano però a 1940 tenendo conto di 650 milioni di riserve realizzabili. Alla circolazione erano ancora da aggiungere 2075 milioni di biglietti di Stato.

Al 30 settembre le cifre esposte si erano modificate nel modo seguente:

La circolazione complessiva è passata da 20.076 milioni al 31 agosto, a 20.227 milioni al 30 settembre. Il lieve aumento verificatosi è però compensato da un notevole miglioramento nella costituzione della massa circolante.

Si è infatti verificato durante il mese di settembre un aumento nella circolazione per conto del commercio, ed una restrizione nella circolazione di Stato. La prima è passata da 11.273 milioni a 14.097 milioni, mentre la seconda diminuiva da 6729 milioni a 2229 milioni; a loro volta i biglietti di Stato diminuivano da 2075 a 1900 milioni di lire.

In particolare, quella parte di circolazione per conto del commercio che è soggetta al limite dei 7 miliardi, arrivava, al 30 settembre, a 6186 milioni, lasciando ancora un margine di 814 milioni.

Vi erano poi 2500 milioni, che si sottraggono al limite predetto perché provenienti dalla corrispondente diminuzione del debito di Stato per passaggio del prestito Morgan alla Banca d'Italia; questi 2500 milioni dovranno però gradatamente essere ritirati dalla circolazione, quando le condizioni del mercato monetario lo permetteranno. Finalmente erano anche in circolazione 5411 milioni provenienti dai Banchi meridionali o dipendenti dal Consorzio valori Industriali. Quest'ultima partita deve essere sistemata in breve tempo secondo le direttive precisate dal Ministro.

Anche la situazione delle riserve metalliche presenta un miglioramento. Infatti le riserve auree della Banca d'Italia ammontavano, alla fine di settembre, a 2418 milioni, contro 1137 milioni alla fine di agosto.

Gli investimenti di capitale nelle Società per Azioni, crebbero di 180 milioni durante il mese di settembre, aumentando complessivamente a oltre 39 miliardi. Continua la restrizione negli investimenti azionari; infatti nel settembre 1925 si avevano avuti 343 milioni di nuovi investimenti. Anche il confronto dei primi nove mesi dell'anno in corso presi complessivamente, rispetto al corrispondente periodo dell'anno precedente riconferma la tendenza alla diminuzione negli investimenti: si sono infatti avuti 3257 milioni di nuovi investimenti nel 1926 contro 5815 nel 1925.

E' interessante osservare la forte partecipazione delle Società elettriche a questi nuovi investimenti. L'industria elettrica fondamentalmente sana, riscuote la fiducia dei risparmiatori e quella delle Banche e riesce perciò a superare le gravi difficoltà momentanee del finanziamento. Nel periodo dal 1° gennaio al 30 giugno 1926, le Società elettriche hanno assorbito il 22 per cento dei complessivi aumenti di capitale azionario, vale a dire 540 milioni su 2540.

Al 30 settembre la situazione complessiva del movimento azionario registrava in Italia 11645 Società per azioni, con 39.535 milioni di lire di capitale. Confrontando col periodo del prima guerra, vediamo che al 31 dicembre 1913 si avevano 3069 Società per com-

lessivi 5643 milioni di capitale. L'aumento verificatosi da allora corrisponde quindi al 279 per cento nel numero delle Società e al 600 per cento sul capitale: si è avuto cioè un aumento reale notevole anche nel capitale oro complessivo.

*

Un problema che va diventando gravemente preoccupante è quello dei rifornimenti del carbone.

Come è noto, l'Inghilterra non solo ha da tempo completamente sospese le esportazioni di carbone, ma si è ridotta a doverne importare quantità ingentissime, fino a venti milioni di tonnellate mensili. Essa fa quindi concorrenza agli altri Paesi consumatori, sui mercati europei ed americani.

Ciò ha portato, come era naturale, ad un aumento notevolissimo nei prezzi del carbone, reso anche più sensibile dal forte rincaro dei noli. E il peggio si è che il carbone, anche pagato agli altissimi prezzi odierni, ora scarseggia, mentre ciò non avveniva nei primi tempi dello sciopero inglese quando le miniere tedesche mettevano sul mercato i grandi stock accumulati. Tanto è vero che nei primi sei mesi dell'anno gli arrivi di carbone in Italia hanno segnato un aumento anziché una contrazione.

Senonché la situazione, come dicevamo è cambiata in questi ultimi tempi. Le difficoltà dei rifornimenti si sono fatte sempre maggiori; nel solo porto di Genova gli arrivi di carbone sono scesi da 200.000 tonnellate mensili in luglio a 152.000 in agosto e continuano a diminuire; i mercati continentali non riescono a far fronte alle richieste.

Quando si pensi che soltanto le nostre ferrovie consumano tre milioni di tonnellate di carbone all'anno, che l'industria siderurgica da sola ne richiede circa un milione e mezzo di tonnellate e quantità ingentissime ne consumano altre industrie fondamentali, si comprende come il problema dei rifornimenti, venuta a mancare la produzione inglese, sia difficilissima.

Il Governo ha cercato di provvedere in ogni modo, prevenendo l'esaurimento delle scorte. Si sono specialmente organizzati su larga scala i trasporti per via terra, in particolar modo del carbone polacco. Sono state combinate delle tradotte giornaliere dalla Polonia e anche dalla Cecoslovacchia, in numero sempre crescente. Pel solo transito di Tarvisio si sono avviati fino a 1000 carri di carbone al giorno. Altro traffico importante si è instradato per il transito di San Candido e altro movimento si organizza per Postumia.

Con tutto ciò, la minaccia di una scarsità del carbone si prospetta ormai come molto verosimile, se lo sciopero inglese dovesse prolungarsi notevolmente, ciò che si spera non abbia ad avvenire.

Il Ministro dell'Economia Nazionale ha convocato ripetutamente i rappresentanti delle principali industrie per discutere la questione del rifornimento dei carboni e della utilizzazione dei combustibili nazionali. Per quest'ultimo aspetto del problema non pare che le riunioni e le discussioni seguitene abbiano portato a conclusioni di qualche importanza. Ed effettivamente non è questo un problema che vada risolto all'improvviso sotto la stretta di una necessità urgente; esso meriterebbe però indubbiamente di essere studiato con molta maggiore attenzione di quanto non sia mai stato fatto fino ad ora, specialmente alla luce degli ultimi progressi della tecnica.

L'unica speranza per un immediato riparo alla crisi temuta, risiede per ora in una intensificata importazione per via terra, ed in questo senso sono diretti gli sforzi del Governo.

Ad ogni modo resta pur sempre il fatto doloroso che il rincaro del carbone influirà inevitabilmente in modo sensibile sulla nostra bilancia commerciale.

A questo riguardo tuttavia, la situazione presenta qualche sintomo di alleggerimento. Infatti il bilancio degli scambi commerciali nel mese di settembre è stato particolarmente favorevole, poiché in tale mese le importazioni furono minori e le esportazioni maggiori di tutti i mesi precedenti dell'anno in corso. Nel settembre si importarono merci per 1766 milioni circa e se ne esportarono per 1694 milioni, con uno squilibrio quindi di 72 milioni circa, inferiore di ben 370 milioni a quello del mese precedente, ed inferiore anche a quello del settembre 1925.

Riferendoci ai dati analitici ora pubblicati sul movimento commerciale dei primi sette mesi dell'anno in corso, è interessante esaminare le variazioni avvenute nelle diverse voci.

Per quanto riguarda le importazioni, sono stati in aumento, rispetto allo scorso anno, specialmente: i carboni per 203 milioni di lire, il macchinario per 148 milioni, il legno per 12 milioni, gli olii minerali per 81 milioni, la gomma greggia per 59 milioni, le pelli per 38 milioni e la cellulosa per 37 milioni. Sono invece diminuite altre voci, come i prodotti animali e agricoli per 692 milioni, le fibre tessili per 235 milioni, i metalli per 91 milioni, i fosfati minerali per 5 milioni e gli stracci per un milione. Complessivamente le importazioni sono state inferiori a quelle dei primi sette mesi dello scorso anno.

Sono però anche diminuite, ed in misura maggiore, le esportazioni. La restrizione si è specialmente avvertita: nei prodotti tessili, per 329 milioni; nei prodotti animali e agricoli, per 268 milioni; nello zolfo per 5 milioni. Sono state invece in aumento: i prodotti chimici, per 21 milioni; i bottoni per 20 milioni; i cappelli per 18 milioni; il marmo per 13 milioni; il mercurio, pure per 13 milioni; i pneumatici per 11 milioni e le pelli per oltre 9 milioni. Il maggior aumento, di 23 milioni, si è avuto nella esportazione delle automobili; per questa voce l'aumento è continuato anche nel settembre arrivando a 2500 macchine mensili, ossia 500 di più al mese in confronto allo scorso anno!

Vale anche la pena di rilevare l'incremento subito dalle importazioni temporanee ossia dalle materie prime introdotte in franchigia per servire alla fabbricazione di prodotti da riesportare.

Nel primo semestre dell'anno in corso tali importazioni temporanee hanno raggiunto la cifra cospicua di 492 milioni, mentre erano state di 231 milioni nel primo semestre dell'anno scorso e di soli 99 milioni nel semestre 1924. Le corrispondenti riesportazioni sono state di 622 milioni nel 1926, contro 411 milioni nel 1925 e 205 milioni nel 1914.

In tema di attività di scambi commerciali, merita di essere ricordato il grande slancio preso in Italia dalle costruzioni navali. Al 30 settembre 1926, l'Italia occupava il primo posto fra le Nazioni del mondo, dopo l'Inghilterra, per le costruzioni in corso. Infatti a quella data, l'Inghilterra aveva in cantiere 774.797 tonnellate di stazza di navi, con una riduzione rilevante rispetto allo scorso anno, e una diminuzione del 40 per cento rispetto alla media di ante guerra; e la situazione tende a peggiorare. Negli altri Paesi del mondo si avevano complessivamente in cantiere, al 30 settembre 1926, circa 1.100.000 tonnellate. Di esse, 279.000 spettano all'Italia, 162.000 all'Olanda, 135.000 alla Francia, 127.000 alla Germania e 120.000 agli Stati Uniti. Anche per quanto riguarda il tipo più moderno delle motonavi l'Italia tiene il primo posto, dopo l'Inghilterra (273.000 di tonnellate) con 221.681 tonnellate impostate; anzi come arditezza di costruzioni supera anche l'Inghilterra, poichè il tonnellaggio medio delle motonavi italiane in cantiere è di 8210 tonnellate, contro un tonnellaggio medio di 5926 tonnellate per le motonavi inglesi.

*

Fra i provvedimenti di carattere legislativo emanati dal Governo nello scorso mese di ottobre, ricordiamo anzitutto una circolare del Ministro Volpi alle Borse nella quale si ordina la pubblicazione da eseguirsi ogni lunedì, del movimento dei titoli trattati in Borsa, col l'indicazione, non solo dei prezzi, ma anche del numero dei titoli trattati, separatamente per le operazioni a contante e per quelle a termine. Questa disposizione è utile per dare la visione esatta di quello che è il movimento dei titoli effettivamente trattati in confronto alla massa complessiva dei valori azionari.

E' stato pubblicato il Decreto per l'esenzione della tassa di ricchezza mobile degli interessi derivanti da obbligazioni industriali, o comunque emesse da Provincie, Comuni o Enti pubblici. Questo decreto altra volta preannunciato è stato accolto con molto favore, come quello che tende a creare un ampio mercato di obbligazioni anche in Italia, a simiglianza di quanto è praticato all'estero su larga scala.

Accogliendo i voti formulati da molte Camere di Commercio e Industria del Regno, il Governo ha parzialmente esteso all'Italia centrale le facilitazioni fiscali concesse ai nuovi impianti industriali costruiti nel Mezzogiorno. Si è quindi disposto che tutti i nuovi impianti che sorgeranno nelle regioni dell'Italia centrale durante il prossimo decennio, godranno dell'esenzione delle imposte; la esenzione sarà però quadriennale mentre per le regioni del Meridionale e per le isole si è concessa l'esenzione decennale in considerazione della minore preparazione ivi esistente, dell'ambiente industriale. Le regioni del Settentrione restano escluse da tali facilitazioni.

Un altro decreto pubblicato nella Gazzetta Ufficiale autorizza la concessione a Provincie, Comuni, o anche ad Enti o a privati dell'esecuzione di opere pubbliche e per cui la spesa a carico dello Stato è dichiarata ripartibile in non più di trenta rate annuali.

Parecchi altri provvedimenti per sgravi e riduzioni in materia di imposte dirette e per l'abolizione di alcune tasse sugli affari sono pure stati emanati.

E' stato anche riordinato con nuove disposizioni ministeriali tutto l'argomento dei permessi di ricerca e di concessioni di sfruttamento di giacimenti minerari. Si è seguito il concetto di sostituire gli attuali concessionari che si rendano inadempienti e dimostrino incapacità a valorizzare i permessi ottenuti, con nuovi elementi che possano dare maggiore garanzia di capacità e di attività.

*

La battaglia per la lira segna nuovi sensibilissimi progressi. Il guadagno realizzato nelle quotazioni dei cambi è veramente cospicuo ed ha ormai riportato il cambio più addietro delle posizioni dalle quali era partito per l'ultimo grave sbalzo in avanti. Le misure economiche e finanziarie del Governo hanno incontrato l'approvazione generale delle sfere politiche del mondo ed hanno completamente sbaragliato la manovra ribassistica che si era andata organizzando contro la lira, come già altra volta contro il franco.

Meno liete notizie vengono invece dalle Borse nelle quali regna ancora freddezza e perdura lo stato di marasma e di pesantezza dal quale non riescono a liberarsi. Malgrado qualche miglioria realizzata da alcuni titoli, e qualche tentativo di vivace ripresa in poche riunioni, quasi tutta la quota segna un andamento declinante perdendo ancora dei punti rispetto alle posizioni già tanto basse raggiunte nel mese precedente.

I titoli di Stato hanno dimostrato una buona sostenutezza riuscendo quasi costantemente a sottrarsi alla piega generale del mercato; chiudono poco variati.

I bancari sono stati specialmente depressi nella prima quindicina mentre poi si riprendono abbastanza vivacemente e riescono a registrare qualche progresso. Sostenute in particolare le Banche d'Italia.

Il gruppo dei tessili è stato alquanto movimentato e parecchi

titoli hanno subito in qualche momento falcidie rilevanti. Nel complesso però l'andamento è stato alquanto salutare sebbene con tendenza pesante prevalente.

Pure molti incerti e variabili sono stati i titoli meccanici e metallurgici, alcuni dei quali però hanno dimostrato una certa sostenutezza.

Pesanti e in generale regresso i titoli alimentari, quelli di esportazione e gli immobiliari.

I titoli elettrici hanno attraversato un periodo molto burrascoso che ha fatto raggiungere quotazioni assai depresse; l'intero comparto non ha potuto sottrarsi a questa generale falcidia. Ultimamente però si è avuta una ripresa abbastanza accentuata delle quali hanno più o meno beneficiato tutti i titoli. L'andamento si può desumere dallo specchio mensile.

RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei titoli elettrici nel ottobre 1926

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	375	560	548	575
Conti	250	360	352	370
Vizzola	500	800	750	825
Bresciana	100	228	210	216
Adamello	200	200	205	213
Unione Esercizi Elettrici	50	80	83	85
Elettrica Alta Italia	250	263	282	268
Officine Elettr. Genovesi	250	298	285	305
Adriatica	100	165	177	180
Negri	100	200	200	210
Ligure Toscana	200	270	275	272
Generale Elettr. della Sicilia	100	111	104	113
Elettrica Brioschi	250	395	350	350
Emiliana Esercizi Elettrici	35	38	38	39
Idroelettrica Trezzo	250	363	360	360
Elettrica Valdarno	100	136	118	125
Tirso	250	182	180	188
Terni	400	382	375	392
Elettriche Meridionali	250	275	265	260
Idroelettrica Piemontese	125	147	135	135
Elettrica Sarda	100	—	—	—
Dinamo	100	124	112	112

Prezzi dei materiali nella prima settimana di novembre 1926

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

<i>Carboni da vapore</i>			
Cardiff primario	L. —, — a L. —, —	—, —	alla tonn.
Newcastle	—, —	—, —	»
Americano	490,—	»	500,—
Slesia	400,—	»	420,—
Sarre	—, —	»	—, —
<i>Antraciti</i>			
Inglese primaria (in pezzatura)	530,—	»	540,—
Tedesca (in pezzatura)	470,—	»	480,—
<i>Coke</i>			
Coke da gas nazionale	400,—	»	—, —
Coke da gas inglese	—, —	»	—, —
Coke metallurgico inglese	—, —	»	—, —
Petrolio	295,—	»	325,— al quint.
<i>Nafta</i>			
Per Diesel	535,—	»	565,— alla tonn.
Per caldaie	500,—	»	530,—
Benzina in fusti	405,—	»	465,— al quint.

METALLI

<i>Ghisa</i>			
Eglinton N. 1	L. —, — a L. —, —	—, —	alla tonn.
Middlesbrò N. 3	—, —	»	—, —
Ematite nazionale	740,—	»	750,—
Lussemburgo-Lorena	650,—	»	660,—
<i>Ferro</i>			
Laminato omogeneo	142,50	»	—, — al quint.
Poutrelles	132,50	»	—, —
Lamiere da 4 mm. in più	147,50	»	—, —
Tubi per gas	270,—	»	280,—
<i>Acciaio</i>			
Rapido per utensili	2300,—	»	3000,—
Martin resist. 50-70	210,—	»	270,—
<i>Rame</i>			
Elettrolitico	885,—	»	900,—
In fogli comune	1265,—	»	1285,—
In barre tonde e quadre	1190,—	»	1210,—
Stagno in pani	3950,—	»	4000,—
Zinco in pani 1 ^a fusione	485,—	»	495,—
Piombo in pani 1 ^a fusione	420,—	»	430,—
Antimonio in pani	1070,—	»	1100,—
Ottone in barre	1160,—	»	1175,—



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXXI RIUNIONE ANNUALE

BRESCIA - 1-7 Settembre 1926

Seduta inaugurale

1 settembre 1926 - ore 11.

La seduta inaugurale ebbe luogo nella magnifica sala del Palazzo Bargnani alla presenza dell'On. Ing. Giarratana in rappresentanza della Provincia, dell'Ing. Comm. Calzoni per la Città di Brescia, di tutte le Autorità Civili e Militari e di un fortissimo gruppo di Soci.

L'On. Ing. Giarratana aprì la seduta portando ai convenuti il saluto inaugurale della Città e della Provincia, e rilevando molto felicemente il costante successo della Associazione, indizio certo della bontà della sua costituzione e del valore degli uomini che l'hanno presieduta.

Prese quindi la parola il *Presidente Generale Prof. Sartori* che lesse il seguente discorso.

*Illustri Signori,
Egregi Colleghi,*

Alle alte autorità civili e militari che onorandoci di loro ambita presenza intesero di rendere più solenne questa cerimonia rivolgo anzitutto il pensiero deferente e devoto della Associazione Elettrotecnica Italiana. Sensibile a qualunque segno che indichi con quale simpatia il suo nobile sforzo è seguito da tutti coloro che nelle loro alte mansioni hanno pur modo di constatare quali sono gli immensi benefici di una tecnica che pervade ormai ogni ramo della umana attività, essa porge a mio mezzo le sue azioni di grazie con animo vivamente riconoscente.

All'On. Ing. Giarratana che con parole così nobili e altamente significative ci parlò in nome della Commissione Reale per l'Amministrazione Provinciale, che tanto cortesemente ci ospita, e formulò propizi presagi per l'esito dei nostri lavori, rivolgo un caldo ringraziamento. Egli mostra di conoscere bene gli scopi, gli intendimenti, le finalità di questo nostro benemerito sodalizio, e posso assicurarvi che esso con lento ma sicuro cammino procede per la sua via e confida di poter sempre rispondere ai bisogni di una classe numerosissima di tecnici che trovano in esso una palestra magnifica per manifestare il loro pensiero, indirizzato a tecnica disciplina, l'assisa per discussioni profonde, e la forma più degna per rendere conosciuto ogni sforzo, ogni lavoro, ogni studio.

Ma poichè l'On. Giarratana, certamente interprete di noi tutti, ha giustamente associato il nome di S. E. Mussolini a proposito delle nuove fortune d'Italia, cui anche la nostra Associazione infaticabilmente tende, consenta egli ch'io ripeta qui alcune parole dette lo scorso anno a Napoli.

« La nostra Associazione è ormai un vecchio organismo; « ma per le nobilissime sue tradizioni e per i nuovi virgulti che « essa mette annualmente con fresche, giovani forze, è una « compagine eminentemente dinamica, laboriosa e operante, non « soltanto per le alte finalità scientifiche e tecniche che sono « a base del suo Statuto, ma anche per quelle che sono sottin- « tese nella sua *magna carta*, che mirano ad un più alto decoro « e prestigio della nostra Nazione. Che se nei dolorosi tempi « della guerra non rallentò il suo ritmo, se in quelli che le suc- « cedettero, quando parve oscurarsi il volto della patria, pro- « seguì in silenzio l'opera sua, oggi che l'Italia ha ritrovato sè « stessa per virtù di un Duce animoso e ispirato, sente di po- « tere con lena crescente operare, modesta, ma sicura, inseren- « dosi, senza jattanza, nel movimento che porterà il paese ai « suoi più alti destini ».

Per chi non lo sapesse dirò che noi non andiamo raminghi per le terre d'Italia a cogliere or qua or là impressioni fugaci; ma piuttosto seguendo un preordinato piano vogliamo renderci conto che dove tutto ha impronta di grandezza, l'elettrotecnica ha segnato vigorosa l'orma, onde per noi diventa l'annuale convegno in diversa città d'Italia argomento di studio severo. E ci sentiamo accendere di belli entusiasmi, e ci abbeveriamo di

nazionale orgoglio in cospetto delle prodigiose imprese che hanno saputo plasmare, con segni che non si cancellano, una nuova arte tutta italiana, imperocchè si innalza ai fastigi dell'arte ogni industria che ha in sè tutti gli attributi del bello.

Per questo noi abbiamo accolto con sorridente volto l'invito cordiale di tenere a Brescia la XXXI^a nostra riunione; in quel sorriso era tutto il nostro riconoscente cuore.

Ed io che so con quanto cruccio molti di noi che convennero qui nel 1909 a quella caratteristica Esposizione di Applicazioni Elettriche, su al Castello, che lasciò tanta eco di favorevoli ricordi, furono impediti, per la ristrettezza del tempo, di visitare qualcuna delle vostre industrie che già allora portavano i segni della futura grandezza, immagino con quale entusiasmo avranno visto la possibilità di appagare quest'anno un legittimo desiderio; come intendo il rammarico dei molti che, o per l'epoca che si dovette scegliere, o per gli impegni professionali che facevano ostacolo alla iscrizione, si videro costretti a rinunciare a questa adunata che si annuncia sotto gli auspici più favorevoli tanto è cordiale l'accoglienza e l'ospitalità affettuosa, in questa città gentile e per tanti titoli nobilissima.

Ne dobbiamo gratitudine profonda ai nostri numerosissimi colleghi di Brescia, fra cui due i cui nomi sono sulle labbra di tutti, gli amici carissimi Orefici e Barni; il primo dei quali, in particolare, non si dette tregua e fu l'organizzatore assiduo e paziente avendo mente e cuore per tutti affinché questo nostro Convegno, lasci al par degli altri, ricordo incancellabile nel nostro spirito, fattosi ormai bisognoso di egregie cose e nel nostro animo, non mai stanco di sentirsi riconoscente.

Nè sede più adatta potevamo trovare per la cortesia squisita della Commissione Reale per l'Amm. della Provincia, di questo Palazzo Bargnani, fra i più belli di Brescia, che ne ha a dovizia, dove veniamo sì a rompere gli autunnali silenzi, ma per discorrervi di argomenti tecnici e scientifici come bene si addice a quello spirito che qui vi aleggia, tutto inteso a preparare nelle vie del sapere le giovani menti. Per le quali noi formiamo l'augurio più fervido, nella lusinga che nella vita seguano l'orma dei padri che a tanto grado di splendore hanno portato questa provincia di Brescia.

Fra le più vaste d'Italia, poche come essa sentono i benefici di svilupparsi fra la piana, il colle e il monte. Fertile è la pianura, quasi tutta irrigata da canali di antichissima origine; il che sta a dimostrare come la scienza di condurre le acque abbia avuto qui, in ogni tempo, cultori profondi e sagaci. Ma non meno esperti si dimostrano coloro che, maturi i tempi per altre applicazioni, dirigendosi dal piano al monte, profittarono del magnifico anfiteatro che salendo gradatamente culmina poi in quel glorioso Adamello, perpetuamente candido e inviolabile, sacro dalle virtù dei nostri Alpini, e da cui sgorga inesausta tanta linfa vitale per le industrie; ed in un meraviglioso sviluppo di opere, traendo partito da tre grandi polmoni naturali che regolano il deflusso delle acque e altri artificiali creandone, diedero alla provincia di Brescia lungo le tre Valli che ne formano il sistema idrografico — dell'Oglio (Valle Camonica), del Mella (Val Trompia), del Chiese (Val Sabbia), — un aspetto dei più caratteristici dal punto di vista idroelettrico.

✱

La Provincia di Brescia entra brillantemente nella Storia delle applicazioni elettriche fin dal 1886 (40 anni fa) con quell'impianto di Lonato per illuminazione pubblica, con corrente alternata, lampade in serie, ognuna provveduta di relativo trasformatore Zipernowsky; tensione per ogni circuito 500 volt. Una meraviglia per quei tempi, e anche un'audacia, cui è legato il nome di un vecchio pioniere dell'elettrotecnica, l'Ing. Guzzi. Più tardi, migliorate le lampade ed elevate le tensioni di distribuzione, fu tolto perchè parve un'anticaglia. Eppure oggi il sistema in serie per illuminazione pubblica, con trasformatori anche in serie, è riconosciuto come uno dei più idonei per quel servizio a regime fisso o quasi. Il che vale a dimostrare, ancora una volta, se ve ne fosse il bisogno, due cose: che molte idee, sostanzialmente buone, precorrono i tempi e che prima di abbandonarle per altre, occorrerebbe sviscerarle attentamente per metterne in evidenza tutti i loro lati favorevoli.

Nei riguardi del trasporto dell'energia possiamo dire che nella provincia di Brescia si abbiano avuti i due primi esperimenti più interessanti, perchè nel 1892 entrarono in funzione un impianto trifase a 3000 volt (alta tensione, allora) a Palazzolo sull'Oglio, ed un impianto a corrente continua, con macchine in serie a 10.000 volt. Serviva il primo per trasporto di forza

motrice alla Manifattura Bottoni e per la illuminazione di Palazzo con trasformazione ivi in corrente continua e fu eseguito dalla Ditta Alioth di Basilea; mentre il secondo, quasi contemporaneo a quello di Isoverde in Liguria, fu eseguito dalla Ditta Thury per conto della Società Elettrica Bresciana per trasporto di energia a Calvagese a 20 km di distanza, e anche a Brescia dove già erasi costituita un'Azienda per i Servizi Municipalizzati della Città. Primo esempio, ritengo, in Italia di importante capoluogo di provincia che avoca a sé il servizio della distribuzione dell'energia ai privati e che, seguito poi da altre città di maggiore importanza, ha originato un movimento che tiene di quando in quando desta tutta l'attenzione dei grandi capitani delle nostre industrie elettriche per le ripercussioni cui danno luogo queste aziende, relativamente indipendenti, distribuite qua e là in mezzo alle grandi provincie elettriche in cui è divisa la nostra penisola.

Cito questi fatti per mostrare come Brescia e la sua provincia furono antesignane nel campo delle applicazioni dell'elettrotecnica e come gli alti dirigenti delle modeste imprese d'allora avessero l'intuito sicuro dell'ardito impiego di quanto la tecnica del tempo presentava di più promettente. Il sistema trifase, infatti, continuò la sua marcia ascensionale ed il sistema Thury, se fu dimesso a Calvagese, resistè vittoriosamente altrove. Non fu poca, per esempio, la meraviglia del gruppo di colleghi che presero parte nel giugno scorso alla escursione di studio in Francia, ospiti dei colleghi francesi, e che visitarono la certamente celebre installazione di Lione a corrente continua costante, a tensione variabile da 0 a 100.000 volt, quando si sentirono dichiarare dai dirigenti che furono sempre soddisfattissimi del funzionamento; che anzi è previsto un ampliamento di quell'impianto portando la tensione fino a 300.000 volt, mettendo allora però a terra un punto del circuito. E non è ancora spenta l'eco del grande interesse sviluppato dal « *transverter* » che dovrebbe appunto consentire la possibilità di effettuare la grande trasmissione di energia a distanza a mezzo della corrente continua, avendosi in partenza ed all'arrivo macchine a trasformatori polifasi. Al qual proposito non dimentichiamo certo la dotta dissertazione fattaci lo scorso anno dall'illustre collega Prof. Lombardi a Napoli, sul detto *transverter*, mentre attendiamo da lui anche quest'anno una comunicazione sopra nuovi interessanti tipi di « macchine di conversione »; il che ancora dimostra che la corrente continua ha tuttora (e non a torto) ferventi partigiani e sostenitori convinti. Non si discute forse appassionatamente in Inghilterra se il trasporto dell'energia delle cascate di Vittoria nell'Africa debba farsi con corrente continua a 100.000 volt di tensione?

Ma la corrente continua, anzichè tenermi in carreggiata, mi ha fatto deviare e ritorno subito a quel magnifico slancio con cui qui a Brescia si foggiano le sorti dell'industria elettrica subito dopo il 1890.

Il decennio che va dal 1894 al 1904 può chiamarsi il periodo d'oro dell'industria idroelettrica in Italia e delle sue correlative applicazioni. L'impulso venne da quella provvida legge sull'elettrodotto del 1894 così sapiente, così liberale, così precorritrice dei tempi avvenire, e furono elementi concomitanti per il successo, la possibilità di elevare sempre più le tensioni, di costruire turbine e alternatori sempre più potenti, onde, aumentando la lunghezza delle linee, veniva ad allargarsi il campo d'azione di ogni singolo impianto.

Qui troviamo sempre la provincia di Brescia, con le altre che possiedono nei loro territori forti rilievi montagnosi, a segnare il passo nella nascente grande industria elettrica; già nel 1903 si ebbero le trasmissioni a 20.000 volt con l'impianto di Barghe, e subito dopo l'impianto del Caffaro (affluente del Chiese) con 40.000 volt di tensione. E sembravano allora colonne d'Ercole! Furono questi gli impianti con i quali si cominciò nel 1905-1906 la esportazione di energia oltre la provincia di Brescia in quelle finitime di Cremona, Mantova, Parma, e poi Modena e Piacenza.

Ma nel 1907 la Società dell'Adamello, con un grandioso programma di utilizzazione di forze idrauliche, fornisce un primo mirabile esempio di soluzione di un problema di elevata importanza nazionale: quello di creare dei laghi artificiali per costituire riserve stagionali di energia ad integrazione di magre di un gruppo di impianti della regione lombarda. E si delinea così nettamente la possibilità di sostituire alla energia degli impianti termoelettrici, l'energia idrica immagazzinata entro laghi artificiali.

E' questo tal fatto saliente nella storia della nostra grande industria idroelettrica che non ha bisogno di speciali commenti per voi colleghi, che ne avete seguito passo per passo gli sviluppi; ma piuttosto è utile porre in speciale evidenza come que-

sto criterio del più razionale sfruttamento dei corsi d'acqua a mezzo di riserve create artificialmente sia del tutto italiano perchè nessun altro paese (forse perchè colà meno impellente era il bisogno) ebbe come ebbimo noi, i grandi propagandisti prima, gli entusiasti e gli assertori convinti poi, i realizzatori infine, che superando difficoltà, nell'aspetto spesso superiori a possibilità umane, seppero vittoriosamente riuscire. E la grande Società dell'Adamello, di cui ammireremo le opere grandiose, per non citarne che una, potrebbe ben prendere oggi per divisa il motto:

« *per aspera ad astra* ».

Che in Italia tutto concorra a mettere la nostra industria idroelettrica in stato di vera supremazia, lo attesta anche il fatto che la legislazione presenti quasi sempre le necessità del futuro. Ho citato prima la legge così eminentemente liberale del 1894 relativa alla servitù dell'elettrodotto: ma non meno provvida e sapiente è quella del 1919 relativa alle concessioni d'acqua da riservarsi a chi dimostri di voler fare la più vasta utilizzazione; che se talvolta dette luogo ad inconvenienti per la interoretazione che può darsene di qualcuno dei suoi articoli, ha dimostrato nel fatto di essere magnificamente ispirata nei criteri informativi e comincia già a dare i più benefici risultati.

Ma non è pensabile che in un breve discorso, come deve essere il mio, io possa riassumere quanto fu fatto nel campo idroelettrico entro i confini della provincia di Brescia dall'epoca in cui la Società Elettrica Bresciana e quella dell'Adamello, le due principali che qui ebbero modo di svilupparsi, con grande tenacia di propositi e fervore altissimo che mai si rallentò, prendevano lena da ogni impresa ultimata per concepire e attuarne altra più ardua ancora.

In sintesi posso dire che in provincia di Brescia sono 28 le grandi centrali idroelettriche superiori ai 300 kW di potenza, con una potenza di 190 mila kW installati dai quali si ricavano mediamente 600 milioni di kWh annui: un decimo circa della attuale produzione in Italia, provvedendo così largamente ad industrie vicine o lontane, se si pensa che le abbondanze estive varcano gli appennini alimentando: gli impianti di Val Camonica della Società Elettrica Bresciana, la plaga industriale della Svezia: mentre quelli dell'Adamello, attraverso la trasformatrice dell'Orzola, alimentano Pisa e Toscana.

Più significativo ancora sarà una rapida rassegna degli impianti in corso di esecuzione. La centrale di Sonico potrà fornire 220 milioni di kWh annui: dalla derivazione del lago di Baitone e di Val Miller, che andrà ad impinguare gli impianti di Campello, Isola e Cedegolo, altri 50 milioni. Dall'impianto del Lago d'Idro, con salto a Vobarno, si confida di raggiungere i 100 milioni di kWh; ed altra ingente produzione si avrà dai costruendi impianti dell'Alto Caffaro, dell'Alto Trobiolo di Cagno, del torrente Agna; e quindi non è esagerato affermare che già nel 1928 la provincia di Brescia potrà dare alle industrie del Regno un miliardo di kWh, che rappresenta, attualmente però, la settima parte della totale energia prodotta.

Nè sarà esaurito con ciò il programma di utilizzazione, per quanto quello che rimarrà da mettere in valore dopo la costruzione degli impianti accennati abbia più che altro carattere stagionale e — come tale — soggetto a limitazioni di sfruttamento in dipendenza di capienza di serbatoi e loro costo da un lato e richiesta eventuale di particolari industrie dell'altro.

*

Ho già detto che dalla provincia di Brescia si fa una larga esportazione di energia; ma le sue industrie, alcune celebrate da tempi ormai remoti, come quella delle armi (sorta qui indubbiamente, piuttosto che altrove, per la pregevolissima qualità del minerale di ferro di Val Trompia) hanno trovato nell'energia elettrica oltre a quella idraulica utilizzata in posto, condizioni quanto mai favorevoli di sviluppo e di prosperità. E merita ricordare anzitutto, per chi lo ignora, questa tipica, tradizionale industria bresciana, che ebbe intorno al '500 quasi duecento officine intente a preparare armi, si può dire per il mondo intero, e prima di tutto per quelle lotte con cui la animosa città di Brescia tentò in ogni tempo di reggersi a libertà.

Ebbe artefici sommi, insuperabili forse nell'arte squisita di ageminare in oro ed argento. Carlo V e Francesco I di Francia ebbero da Serafino da Gardone opere di tal meraviglia e fattura da confondere ogni altro cesellatore dei tempi e ancora oggi a Parigi nel Museo d'armi si ammira un'armatura di squisita fattura che la Repubblica di Venezia commise nel 1688 a Bartolomeo Garbagnati per farne dono a Luigi XIV.

Ma quanto alle armi, Brescia ebbe anche il suo calcolatore, e si vuole che Nicolò Tartaglia, di cui Brescia vanta giustamente i natali, abbia portato con i suoi calcoli, ineccezionabili perfezionamenti nell'arte di costruire i primi archibugi.

Oggi l'industria del ferro battuto e delle armi per uso militare e per caccia — di tipo ordinario e di lusso — è sempre attiva in provincia di Brescia con sette importanti stabilimenti, parte a Brescia e parte a Gardone Val Trompia.

Origine antichissima, si vuole addirittura romana, nè ciò può sorprendere affatto, ha pure l'industria metallurgica che si concentra oggi negli stabilimenti Franchi Gregorini a Brescia ed a Lovere; negli stabilimenti Togni a Brescia, Metallurgica Tempini, Trafilerie di Villa Cogozzo, Ferriere di Vobarno. Quando noi visiteremo la Val Camonica e scorgeremo da lontano nuvole di fumo e lingue di fuoco uscire dai camini, le nostre guide ci diranno che sono attualmente in piena attività con energia stagionale i fornelli elettrici per acciai speciali, per ghisa, acciaio e ferro, industrie di cui la provincia di Brescia va giustamente orgogliosa, i quali fornelli assorbono complessivamente non meno di 20.000 kW, noi certamente avremo un fremito di legittimo orgoglio pensando come la tecnica elettrica sia riuscita a trionfare sugli antichi diritti del combustibile nero.

Ma se improvvisamente ci sorgesse dinanzi uno di quei primitivi fornelli a carbone di legna con macchine soffianti ad acqua, dove la squisita perizia del fabbro, tramandata tradizionalmente da padre in figlio, sapeva tener luogo alle nostre determinazioni e assai chimici o spettroscopici di adesso, e produceva lame flessibili come piume e salde come gli animi che le maneggiavano, potremmo ancora domandarci se l'industria non ha ammazzato l'arte e con senso di profonda malinconia potremmo essere tratti a chiedere se verrà giorno in cui, per altre vie e sotto altre forme, questa arte risorgerà per dare ancora un pregio al valore individuale, per rimettere nell'antico onore le tradizioni famigliari, per cui, trasmesse soltanto di padre in figlio, si tramandavano nel discreto silenzio delle più modeste officine i segreti e i tesori di una bellezza che invano noi andremmo cercando oggi.

Ed altre industrie manifatturiere, prosone, gagliarde, alimentano la poderosa nostra energia. Cottonifici, canaoifici, lanifici, sono sparsi ovunque. Larga esportazione fanno le fabbriche di bottoni di corozo e madreperla: e non certo tutte per gli italiani sono quelle 200 mila paia di calze al giorno cui attendono tre grandi ditte in parecchi grandi stabilimenti della provincia, e che convergono poi tutte a Brescia per la finitura.

Altra grande industria bresciana che fa larghissimo uso di energia elettrica è la Elettrochimica del Caffaro che da molti lustri ormai provvede alla fabbricazione della soda in grande stile ed ha come prodotto secondario l'idrogeno: per cui non le fu difficile provvedere tempestivamente tutte le bombole d'idrogeno che si richiesero per la gonfiatura del Norge, cui l'ardire e la perspicacia italiana seppero imprimere la rotta felice onde fu conquistato il Polo Nord.

E consentitemi che per associazione d'idee a proposito dell'idrogeno, così caratteristico per la sua leggerezza, io vi ricordi che si fanno risalire a Nicolò Tartaglia, bresciano, le prime osservazioni sui pesi specifici, antecedenti dunque a quelle di Galileo.

Possiamo pertanto concluderne che la provincia di Brescia figura in primo piano fra quelle che concorrono alla formazione del patrimonio idroelettrico nazionale: che se momentaneamente l'eccedenza della produzione va esportata in altre provincie, lo slancio con cui la sua gente si è infervorata per trarne diretto profitto a mezzo di industrie le più svariate, lascia prevedere come sempre maggiore diverrà il quantitativo assorbito entro i suoi confini e come pertanto divenga imminente la necessità di migliorare al massimo le condizioni dalle quali la perennità dei corsi d'acqua che la bagnano risulterà assicurata.

*

Io tocco qui un argomento che non ha più carattere locale, bensì generale per tutto il nostro paese, e che sbocca alla ristaurazione di quello che fu un tempo l'impareggiabile patrimonio boschivo delle Alpi, degli Appennini e di tutte le meravigliose pendici che, inadatte assolutamente per altre colture, sono destinate dalla natura a costituire quella verde riserva e quel presidio prezioso da cui scaturiscono immediati benefici o lontani nel tempo e per questo — forse — da pochissimi considerati nel loro giusto valore in questa epoca in cui la furia di fare rasenta quasi la frenesia del finire. Nè io verrò qui a

ripetere luoghi comuni per decantare quello che avevamo e che — purtroppo — abbiamo inesorabilmente perduto, lasciando alle acque, non più contenute, il compito di accelerare lo sfacelo delle nostre montagne, seminando poi nel piano immani disastri.

Il nostro Governo già qualche cosa ha fatto. Fu miracolo che per merito di Luigi Luzzati siano state salvate nel 1910 le foreste demaniali evitandone l'alienazione e sottraendole così alla ingordigia privata. E' merito di Giolitti aver fatto statuire il principio che la ristaurazione del bosco in Italia dovesse far carico allo Stato. La guerra, che ha necessità supreme, determinò devastazioni, anche dove molto o tutto si poteva risparmiare. Più urgente si è così venuto facendo il grave problema del rimboschimento e va dato ammassima lode al Governo nazionale di avere col R. D. del 30 dicembre del 1923 dettato, come fu definito dal Di Tella, il codice forestale della nuova Italia.

E poichè, secondo questo codice, sono le Provincie, i Comuni, gli Enti morali ed interessati che dovrebbero occuparsi di tali lavori di rimboschimento, si intende a spese dello Stato, lavori che dovrebbero essere sorvegliati nell'impiego e custoditi contro manomissioni o distruzioni dalla milizia forestale, di recentissima formazione, mentre si sa che Provincie, Comuni ed Enti morali, per quanto tutori volenterosissimi di beni collettivi, sono i meno adatti ad effettuare opere del genere, così è sorta — e giustamente — l'idea che quei mezzi siano messi a disposizione delle Società che detengono concessioni di derivazione d'acqua o da sole direttamente o costituite in consorzio. Così almeno credette di proporre il Consiglio Superiore della Economia Nazionale in un voto solenne pronunciato recentemente.

Ora io mi auguro che, falliti tutti gli altri tentativi, quest'ultimo escogitato per dare realmente opera fattiva a quello che si può chiamare *rimboschimento sul serio*, abbia la sua esecrazione, onde per un altro titolo le nostre Società idroelettriche avranno diritto alla riconoscenza del Paese. Ma per mio conto, non crederò mai al risultato fino a tanto che il Governo nazionale, pur adoperandosi in ogni guisa affinché la legge del 1923 non rimanga lettera morta, non mostrerà di preoccuparsi del sistematico disboscamento che larghissimamente si pratica in questo nostro sventurato paese, dove pare proprio che « l'italiano sia nemico dell'albero » come con tremenda invettiva l'illustre statista Ruggero Bonghi in occasione della discussione di non so quale bilancio dell'agricoltura alludeva al nessun rispetto con cui da noi il volgo considera l'albero.

Io potrei qui con tutta facilità fare della lirica — se volete — perchè la bellezza dell'arborea vita richiama sentimenti e pensieri idiliaci e nessuno — che abbia cuore gentile — può sottrarsi al suo fascino. Ma preferisco restare al concreto; ond'è che per mostrare come ad onta di impellenti necessità conservative dovute a creazioni di impianti idroelettrici nelle nostre regioni montane, vi sia sempre modo di eludere le leggi e il codice, vi esporrò un fatto che è senza contestazione assai edificante.

Voi sapete perfettamente come le nostre Ferrovie di Stato attendano da vari anni alla creazione di alcuni impianti idroelettrici nella Vallata del Reno e delle due Limentre sue affluenti, per sviluppo di energia a scopi ferroviari. Orbene: proprio lo scorso anno cominciò a funzionare a Porretta — centro si può dire del bacino imbrifero — una fabbrica di acido tannico estratto dal legno di castagno, con tutti i permessi regolari e licenze relative. Solo i giovani rami dovrebbero essere utilizzati; ma viceversa cadono a centinaia e migliaia i rigogliosi castagni che fanno di quella plaga una delle più verdeggianti d'Italia. A conti fatti fra un cinquantennio, di tutta la plaga di castagneti che appartiene al bacino imbrifero del Reno, non resterà che una tabula rasa. E poichè occorreranno secoli per rifare quel prezioso patrimonio boschivo, se pur si tenterà di rifare il bosco, il che non credo perchè allora sarebbe assai meglio lasciarlo com'è, possiamo ben domandarci per quale suprema necessità nazionale fu dato il permesso di esercizio a quella fabbrica.

Ora io non conosco gli sforzi fatti dalle FF. SS. per impedire che questo scempio si compia proprio là dove occorrerebbe intensificare al massimo il rimboschimento per meglio modulare la portata dei torrenti e per impedire l'interrimento dei suoi serbatoi. Penso soltanto che nulla avrà trascurato per rimuovere la minaccia, per allontanare la sciagura. E se le Ferrovie di Stato, azienda statale, si noti, non sono riuscite ad impedire che un'azienda privata attenti a ciò che dovrebbe costituire un suo intangibile patrimonio di difesa, figuriamoci come

potranno le aziende private, sia pure grandi e potenti società, opporsi e resistere contro altri e non meno potenti interessi costituiti, sopprimere ad esempio, almeno per un ventennio, il pascolo, specialmente nel Mezzogiorno dove la capra fa strage di ogni più tenero virgulto!

Sono problemi formidabili, lo comprendo, quelli che si affacciano quando si voglia erettuare il rimboschimento sul serio; ma intanto, per amore di patria, si salvi dalla distruzione, quel poco che ancor ci rimane. E se vi è qui, fra chi mi ascolta, persona autorevole che abbia seguito di aderenze ed ascendente politico, si adoperi perchè in Italia l'albero sia proclamato sacro e accanto alla legge a favore del rimboschimento, che avrà i suoi benefici effetti in un lontano avvenire, sia promulgata la legge contro il sistematico disboscamento che avrà vantaggi incalcolabili e benefici immediati.

Intanto io vorrei che tutti i soci della nostra Associazione, sparsi per tutta Italia, avessero occhi per scorgere e talvolta intuito per prevedere e segnalassero alla Presidenza tutti i fatti e tutti i propositi che mirano, in fondo, a diminuire, a scemmare l'eminenza dei nostri impianti idroelettrici, che ne compromettono in modo inesorabile l'esistenza. Poichè si ha fondata lusinga che il Presidente dell'Associazione Elettrotecnica sarà sempre, anche in futuro, membro del Consiglio Superiore dei LL. PP., egli potrà farsi portavoce di queste perniciosissime attività e invocare i provvedimenti del caso, semprechè si arrivi in tempo.

E non è a dire che con questo si provveda ai soli impianti idroelettrici. L'acqua prende via via sempre maggiore importanza nella nostra vita economica; la si reclama da tutte le parti. I consumi urbani, i consumi industriali di ogni sorta domandano a qualunque prezzo dei quantitativi quotidiani che crescono con una rapidità fino a qui insospettata; tra qualche anno la necessità di far produrre in pieno tutte le regioni coltivabili esigerà un aumento considerevole delle nostre irrigazioni. E quanto diversa non potrebbe essere da noi l'industria dei trasporti per via fluviale, se non dovessimo lamentare le fortissime magre e deprecare le paurosissime piene, altre conseguenze terribili della sempre più sparuta riserva boschiva sull'alpe e sul monte, dove la si è sostituita o con nulla o con culture di nessuno o scarissimo reddito! Non è esagerazione il dire che al secolo del carbone, tien dietro quello dell'acqua e non v'è chi non veda come essa costituisca per noi un patrimonio prezioso da custodirsi con gelosissima cura e a cui devono essere dedicati opere, attività, sacrifici con propaganda fervorosa attraverso una ineluttabile volontà di riuscire.

*

Per quanto attribuibile ad altre cause che non sieno le disastrose piene, il pensiero ricorre qui ad una delle più spaventevoli catastrofi che la storia ricordi dovuta all'impeto delle acque: la catastrofe del Gleno sul torrente Dezzo, che ha seminato rovina e morte lungo tutta la valle nelle provincie di Bergamo e di Brescia e che tanta passione di discussioni ha sollevato fra i tecnici, si può dire di tutti i paesi.

Magnanimi furono i gesti con cui da ogni parte si cercò di alleviare la disperata situazione degli infelicitissimi superstiti. Mi è grato ricordare quello del gruppo Edison, con a capo la Società Elettrica Bresciana, che con squisito ed alto senso di umanità, si assunse l'educazione dei figli superstiti di tutti gli operai elettricisti travolti in un con le centrali nell'immane disastro. E lo ricordo anche perchè la benefica opera del gruppo Edison potesse essere integrata, per quelli fra i beneficiati che ne dimostreranno attitudine e disposizione, con la possibilità di accedere a studi superiori, col valido aiuto di borse di studio create dalla nostra Associazione Elettrotecnica. La sottoscrizione infatti, subito aperta fra i soci della Associazione per soccorrere, in forma da concretarsi poi, una determinata categoria di superstiti, fruttò un capitale di circa L. 50.000 che con gli interessi maturati avrebbero dovuto oggi, se imprevedute circostanze non avessero obbligato a rimandarla ad altro giorno, essere consegnate alla Società Elettrica Bresciana che la amministrerà secondo le deliberazioni che lo scorso anno furono prese in una assemblea della nostra Associazione.

*

Vi ho parlato di un gravissimo pericolo che minaccia il nostro patrimonio idrico nazionale ed al quale lo Stato — anche in considerazione che le opere idrauliche costituiranno un giorno una ingente proprietà demaniale — deve vigilare con ocula-

tezza meditata; e voglio chiudere con altre considerazioni, di altra natura, ma che convergono anch'esse ad un grave pericolo che ci sovrasta.

Avremo qui a Brescia nelle visite che faremo a parecchi stabilimenti, la sensazione precisa dello strettissimo connubio che esiste tra la tecnica applicata e la scienza pura, la prima trasformando in prodotti industriali utili all'uomo le materie che la natura ci offre, secondo processi che la seconda è venuta mano in mano disvelando come i più atti allo scopo. Talchè si sarebbe indotti a concluderne che dalla scienza pura tutto procede e ciò non sarebbe neppure inesatto, se non fosse ancora altrettanto vero che la tecnica offre alla scienza pura — e di continuo — nuovi campi di indagine, talvolta insospettati, dandole così perenne alimento a ricerche e innalzandola sempre più nella generale estimazione. Scienza pura e scienza applicata si penetrano così talmente che uno spirito chiaroveggente, universale, un Leonardo dei tempi nostri, per esempio, troverebbe molto artificiosa questa nostra distinzione e sarebbe piuttosto tratto a considerare come faccie di una identica attività lo studio nel laboratorio e il lavoro nell'officina.

E' il solo fattore commerciale che interviene nel passaggio tra il dominio della scienza e quello della tecnica; e mentre lo scienziato può astenersi dal considerare il valore del tempo consacrato alle sue ricerche, ben altrimenti giudica l'industriale. La ragione di esistere per lui dipende da un complesso di fatti e di contingenze di cui lo scienziato non si preoccupa affatto.

Se noi prescindiamo da questi particolari esigenze possiamo scorgere senza difficoltà che scienza e tecnica vivono in uno stato di magnifica, grandiosa simbiosi, poichè oggi nessuna di queste due meravigliose attività umane può vivere senza il concorso dell'altra. E non facciamo torto a nessuno degli immensi rami in cui si suddivide la tecnica, se diciamo che la scoperta della corrente elettrica ha squassato il mondo da una torpida sonnolenza, imprimendogli quella che si può definire la sua industrializzazione. Certamente nessuna branca di scienza ha più di essa permeato con i suoi palesi o invisibili benefici tutta la vita degli umani. Ne può recare sorpresa, dopo che l'atomo elettrico ha in certo modo sostituito l'atomo chimico; donde un rinnovarsi di tutte le scienze naturali. Anche la chimica, con le sue leggi di equilibrio, diventa un capitolo — e quale capitolo! — della fisica moderna.

Questa fisica dell'innanzitutto piccolo, che ha ritrovato i suoi Galilei e i suoi Newton e che va disvelandoci, sotto il più severo controllo sperimentale, fenomeni meravigliosi, sta forse per avviare il tecnico ad imprevedute applicazioni pratiche, per obbligarlo — forse — a processi industriali nuovi.

Non chiediamoci adesso quali saranno le immediate e lontane conseguenze. Domandiamoci piuttosto se questa scienza — la fisica — abbia in Italia quel posto d'onore che le han fatto tante altre Nazioni, la Germania, l'Inghilterra, la Francia, gli Stati Uniti; e se oggi, in cui il severo controllo del laboratorio decide sulle visioni, talvolta profetiche, dei grandi scienziati, vi sia modo di nutrire di questo pane la innata genialità dei diretti discendenti di Galileo, di Volta e di Ferraris! Purtroppo a questa domanda noi rimaniamo scoraggiati e confusi, nessuno ignorando la nostra povertà.

Bandito quasi lo studio della fisica dalle nostre scuole secondarie, essa non trova affatto nelle nostre scuole superiori l'ambiente, dove la possibilità di rendersi conto personalmente con l'esperimento delle più elementari verità scientifiche, riesce a stimolare, sviluppare nei giovani la scienza dell'osservazione e della meditazione, caposaldo di ogni ricerca seria, punto di partenza anche per le future pratiche applicazioni. E da questa povertà partendo, potrei parlare a lungo senza mai incontrarmi in nessun segno, non dico di opulenza, ma neppure di apparente ricchezza. Neppure una pila campione è possibile avere nel nostro Paese, e si che Volta, se non erro — è nato in Italia!

Fra noi, eminenti colleghi, come il Lodi, il Lombardi e il Semenza, ed altri ancora, hanno in molteplici occasioni toccato questo fasto doloroso, lamentando come in Italia che ebbe incontestabilmente il primato per gli studi fisici in genere, non esista un grande laboratorio nazionale di ricerche. Che se, per ragioni contingenti, occorre rinunciare a questa idea, si dovrebbe almeno dare opera fattiva perchè il programma, più modesto sì, ma non meno altamente utile e pregevole, che si propone di sviluppare il Comitato di Fisica pura ed applicata, avesse rapida e sicura attuazione. Detto Comitato dovrebbe essere l'organo per potenziare gli scopi e raggiungere i fini che furono posti a base del « Consiglio Nazionale di Ricerche », eretto in Ente morale con R. D. 18 novembre 1923, n. 2895, il quale Consiglio provvede:

a) a coordinare ed eccitare l'attività nazionale nei differenti rami della scienza e delle sue applicazioni.

b) a mantenersi in contatto con i diversi Enti statali per tutte quelle questioni relative alle scienze ed alle loro applicazioni pratiche, la cui soluzione sia interessante ed utile al Paese;

c) quando i mezzi lo consentano, a gestire ed eventualmente istituire laboratori scientifici per ricerche di carattere generale e speciale.

Il Comitato si è già messo all'opera sotto la presidenza di un nostro socio illustre, il Prof. Cantone, avendo per segretario una perla: il Bordoni. I nomi ci danno gli affidamenti più tranquillanti; ma l'opera loro — e la Nazione dovrà esserne al più alto grado riconoscente — riuscirà, se innanzi tutto si arriverà a creare in Italia una coscienza nuova, se si potrà creare una opinione pubblica favorevole, se si saprà destare, non solo nel ristretto numero dei fisici, dei tecnici, degli ingegneri, degli industriali, ma in tutto il pubblico un interesse vivo per quelle scienze da cui trae vita ed alimento ogni aspetto del mondo moderno.

Io comprendo come tutto il pubblico si appassioni vivamente per la battaglia per la lira, per la battaglia per il grano, quando giornalmente la stampa politica gli rammenta come tutti direttamente o indirettamente possiamo concorrere al loro trionfo. O perchè non potrebbe riuscire altrettanto bene, in un paese che ha la fortuna di un pubblico molto intelligente e che atterra la ponderosità dei problemi, che vuole sapere e conoscere, perchè dico, non potrebbero queste meravigliose doti essere messe a partito, per ingaggiarlo a concorrere a salvare un patrimonio ideale, prezioso, a scendere anche lui in campo per dare armi e fervore a quegli spiriti chiaroveggenti che potrebbero riportare l'Italia in testa al grande movimento scientifico da cui scaturiranno nuovi e imprevedibili applicazioni pratiche?

Noi non abbiamo, è vero, la miniera nera che ha, voglia o non voglia; abbiamo invece quella bianca che — se come accennai prima saremo sagaci e prudenti — non finirà, ma potrà continuare indefinitamente, risorgendo essa, come l'araba fenice, dalle sue ceneri, e da essa trarremo ingenti quantità di energia, la quale è ben la chiave di volta per tutte le sintesi che si preannunciano come le finalità di questo tormentatissimo secolo. Oh perchè il popolo nostro, che se non sa, intuisce; che se non comprende, spera; che se non atterra, sogna — forse — (e quante volte i sogni non divennero realtà), perchè il nostro popolo non potrebbe sentire la bellezza formidabile di questa idea, se, non gli scribi, ma i poeti scendessero in campo ad esaltarne tutte le sue sembianze?

Quando sarà il giorno in cui la stampa, che si vuol chiamare politica, sentirà la necessità di questa politica e saprà propagandare ogni aspetto suo più promettente e saprà e tarà comprendere agli italiani che accanto alla indigenza economica vi è anche una indipendenza scientifica e tecnica e che lavorando per essa si lavora per la grandezza d'Italia? Che possiamo noi, con i nostri giornali tecnici e scientifici, che vanno in mano di pochi, se non portare altro che una goccia nel mare? Ben altro occorre per preparare il paese a dare — e sia presto — quanto richiedesi per scongiurare il tremendo pericolo che ci sovrasta.

Ogni industria, qualunque essa sia, è costretta a ritrarsi, di quando in quando, alle pure sorgenti della scienza da cui essa deriva, se essa non vuole smarrirsi nelle vie, sempre tentatrici dell'empirismo. E poichè il mondo senza industria non si regge più, occorre che ogni popolo crei ad essa condizioni di vita tali da consentirne, non la stasi che sarebbe regresso, ma la ascensione continua per corrispondere ai sempre nuovi bisogni dell'uomo.

Questa possibilità la dovrà alla fisica; ed in Italia, dove trasse origine il metodo sperimentale che ha sempre trionfato su ogni metodo di indagine scientifica e dove non mancheranno i matematici, che — fortunati loro — possono limitarsi al laboratorio del loro cervello e soccorreranno, col potente strumento del calcolo, ogni ricerca affinché ne riesca perfetta sotto ogni aspetto; in Italia, ripeto, bisognerà pure che le tradizioni si rialzino e stimolata l'acutezza, sviluppato il senso dell'osservazione, perfezionata la critica, escano dai nostri laboratori i continuatori di una Scuola che fu celebre, e la falange dei nuovi fisici dischiuda anche per la industria — e non di quella elettrica soltanto — le vie ad una prosperità e ad una grandezza quali la genialità italiana ha diritto di attendersi.

Signori, Egregi Colleghi,

Mi chiederete forse perchè, anzichè accennarvi a grandi tratti l'essenza dei nostri lavori e riassumerli brevemente gli inconvenienti che ancora si oppongono ad un andamento perfettamente tranquillo di quel meraviglioso congegno che si chiama trasmissione di energia in grande stile e con quali provvedimenti si tenti di perfezionarlo ogni giorno di più, io vi abbia intrattenuto di cose che con quel tema non si allacciano che assai parzialmente. Ma io so essere questa l'ultima volta che io avrò occasione, nella mia vita, di parlare da un seggio tanto cospicuo e che devo soltanto alla straordinaria benevolenza di colleghi carissimi. Esso è reso tanto più autorevole in quanto che la nostra Associazione è venuta in questi ultimi tempi assumendo importanza grandissima nella vita tecnica e scientifica del nostro Paese. Non ho voluto perciò lasciarmi sfuggire l'occasione per proclamare i pericoli che ci sovrastano, ritenendo con ciò di compiere opera che rientra nel quadro della attività che la nostra Associazione deve andare svolgendo e, divulgando le mie apprensioni, penso di incitare coloro che più possono, a riflettere e ponderare, non le conseguenze presenti, ma le ripercussioni lontane, affinché più vigile si faccia la loro assidua fatica e cerchino di intondere nell'animo delle moltitudini quel senso per cui si affina l'istinto che le fa muovere per servire i grandi interessi delle generazioni future.

Or sono tre anni, nell'assumere la presidenza di questo Sodalizio, io notavo come i tempi non fossero nè facili, nè felici. Pur tuttavia, aggiungevo, sentiamo che un lievito potente fa espandere rinnovate energie, sentiamo che un bisogno di vita, solenne per operosità, alta per indirizzo, tutti incoraggia; sentiamo che se perdurerà lo sforzo, la mèta sarà raggiunta. Tutto perchè una sicura volontà ci guida, un Uomo che il mondo ci invidia, tutti ci guarda e trascina.

Tre anni sono trascorsi e il nostro paese ha compiuto miracoli; gli si chiedono ora nuovi sacrifici e li farà perchè, anche se non comprende, intuisce le necessità supreme. Un popolo non può oggi più vivere avulso dal consorzio degli altri popoli perchè la industrializzazione del mondo ha legato tutti con terree catene e nessuno può svincolarsene. Senonchè vi sono i giganti e vi sono i pigmei e i movimenti anche tenui dei primi strappano gridi di dolore ai secondi. Questi movimenti, frequentemente, sono dettati non dall'amore, ma dall'invidia, talvolta da sentimenti ancor più riprovevoli, specie quando l'oro delle idealità, che dovrebbero essere sacre, si volatilizza lasciando nell'incandescente crogiuolo il piombo fuso delle cupidigie sfrenate.

L'Italia che ha combattuto in ogni tempo con la forza dei suoi ideali e con l'impeto dei suoi eroismi, non soccomberà per questo. La sua storia illumina di vivida luce la santità delle sue battaglie.

Ed io che mi avvio verso il tramonto, veggo, per mio conforto, i giovani con la faccia rivolta all'aurora e intravedo, con la divinazione che danno l'affetto e la speranza, una Italia gigante, non solo nel pensiero perchè in questo non fu mai a nessuno seconda; non solo nell'arte, che in questo non ebbe mai rivali; ma la intravedo gigante per lo splendore dei suoi geni che, come han saputo dischiudere in passato al mondo intero le grandi vie della Scienza, avranno saputo trarre dalle sue inesaurite energie naturali di che saziare ogni brama della civiltà sempre più progredita.

Possa la realtà tener dietro al mio sogno!

Vivissimi applausi seguirono il discorso del Prof. Sarteri. Cessati gli applausi, la seduta è tolta alle ore 12.

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,— per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20% per spese di Amministrazione.

L'ELETTROTECHNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECHNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Elezioni generali.

Con questo anno ha termine il triennio presidenziale e la attuale Presidenza, con scrupoloso rispetto dello Statuto ha fissato al 15 del prossimo dicembre la chiusura delle votazioni per le nuove nomine che potranno così essere proclamate entro dicembre. In questi giorni vengono diramate dall'Ufficio centrale a tutti i soci le relative schede. Noi vogliamo fin d'ora ricordare che la miglior prova dell'attaccamento di un socio, al Sodalizio, sta nel prendere parte alle votazioni, e che la grande percentuale dei votanti sarà sempre il più efficace incitamento per i nuovi eletti, a dedicare ogni loro attività al progresso ed allo sviluppo dell'Associazione.

L'impianto di Galliciano della Ligure Toscana.

Continuando la serie delle nostre descrizioni, iniziamo oggi quella dell'impianto di Galliciano sul Serchio, il quale si inquadra nel sistema organico di sfruttamento della vallata che la Società Ligure-Toscana sta progressivamente perseguendo. La descrizione si inizia appunto con uno sguardo generale al complesso degli impianti della Società dei quali speriamo di poterci ancora occupare in avvenire. Intanto vogliamo qui ringraziare l'Ing. Liguori, Consigliere delegato e l'Ing. Neri, Direttore della S. E. L. T. che hanno acconsentito a questa pubblicazione e ci hanno facilitato in ogni modo il lavoro, e l'Ing. Melinossi della Società stessa che si è messo volentiersamente a disposizione del nostro Segretario di Redazione per la miglior riuscita dell'opera. La quale è stata condotta coi criteri ormai abituali per queste nostre pubblicazioni, di dare il massimo sviluppo e la massima organicità alla parte tecnica rifacendo ex novo tutti i disegni per renderli più facilmente leggibili nella riproduzione zincografica.

Turbine ed impianti idraulici dell'America del Nord.

Per le turbine e per gli impianti idraulici Nord-americani si potrebbe rilevare quanto fu già osservato a proposito dei termici: l'importanza prevalente che si dà in quei ricchi paesi, all'economia dell'esercizio in confronto di quella d'impianto. Ma molte altre osservazioni importanti suggerisce la lettura della interessante relazione dell'Ing. N. RATTI: come gli alterni rapporti fra la tecnica europea e quella americana nel campo della costruzione delle turbine, e la grande prevalenza laggiù sempre data al procedimento sperimentale nel progetto delle turbine, procedimento che fu erroneamente tacciato di empirismo, mentre, trattandosi di idraulica è forse il solo razionale, secondo l'aurea massima del nostro gran Leonardo che con la sua portentosa divinazione, annunciava già alcuni secoli or sono, di consultare l'esperienza prima che la ragione, quando si devono studiare fenomeni di idrodinamica.

LA REDAZIONE.

L'elenco dei Soci vitalizi o perpetui è una specie d'albo d'oro dell'A. E. I. - I Soci vitalizi pagano una volta tanto L. 2000. La Società o gli Enti possono diventare Soci perpetui versando L. 5000. Tali somme costituiranno il patrimonio inalienabile dell'Associazione.

□ TURBINE IDRAULICHE ED IMPIANTI IDROELETTRICI NEL NORD AMERICA □

N. RATTI

Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell'A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

1. — L'importanza grandissima delle forze idrauliche nel Nord America e cioè nel vasto territorio che comprende gli Stati Uniti ed il Canada, appare evidente dalle cifre ufficiali che fanno salire a 55.000.000 di HP la disponibilità totale degli Stati Uniti ed a 30.000.000 di HP quella del Canada, mentre le potenze finora utilizzate si calcolano all'incirca rispettivamente a 10.000.000 e 4.000.000 di HP.

Può sembrare strano che, in un paese così ricco di combustibili solidi e liquidi, l'utilizzazione delle forze idrauliche sia in continuo e rapido sviluppo e che si affrontino spese ingentissime per la costruzione di nuovi grandiosi impianti, ma ogni meraviglia cessa se si pensa che gli americani, col loro spirito altamente realistico, comprendono benissimo l'importanza di limitare al minimo il consumo dei loro combustibili naturali le provviste dei quali, per quanto ricchissime, non sono inesauribili: ed infatti uno dei mezzi più frequentemente usati a scopo reclamistico, per raccogliere capitali per i nuovi impianti idroelettrici, è quello di mettere bene in rilievo il numero di tonnellate di carbone che con essi saranno risparmiate al consumo.

In relazione a questa grandiosa utilizzazione delle energie idrauliche sta l'importanza della industria americana delle turbine, a proposito della quale può essere interessante esaminare, in un rapido sguardo retrospettivo, le diverse fasi caratteristiche del suo sviluppo, non senza aver prima rilevato il fatto che i due più importanti sistemi di turbine ora in uso, la turbina Francis e la turbina Pelton, sono entrambe di origine americana.

2. — Nei primi tempi, precedenti l'avvento della trasmissione elettrica dell'energia, provvedevano ai bisogni individuali delle singole industrie numerose fabbriche che costruivano turbine del tutto differenti da quelle conosciute in Europa, disegnate empiricamente e prodotte col sistema in serie, collo scopo di conciliare la massima capacità ed il massimo numero di giri col minor prezzo. Queste turbine, trattate nei loro dettagli colla rozzezza propria delle macchine agricole, avevano tuttavia pregi di praticità e buon rendimento, cosicchè non tardarono a diffondersi anche in Europa col nome generico di turbine americane e colle denominazioni commerciali di turbine Hercules, Trump, Samson, Little Giant, Mc. Cormick, ecc., servendo poi da modello a più di un costruttore europeo.

Quando sorsero i primi impianti idroelettrici e la potenza richiesta dalle singole turbine, dalle centinaia di HP, crebbe improvvisamente alle migliaia, i tipi americani, costruiti in serie, si dimostrarono inadatti alle nuove esigenze e, dopo diversi notevoli insuccessi, la nascente industria idroelettrica americana si vide costretta ad acquistare in Europa le turbine per i suoi nuovi impianti. Sono di questo periodo le turbine ad asse verticale da 5000 HP disegnate ed in parte eseguite in Svizzera per il primo impianto sul Niagara, le due turbine da 3000 HP fornite dalla Riva Monneret per l'impianto di St. Catharines,

pure nelle vicinanze del Niagara, quelle da 6000 e 12.000 HP fornite dalla Voith, ecc.

Ma questo stato di inferiorità fu di breve durata ed in America non tardarono a sorgere nuove officine in grado di fornire ottimo macchinario idraulico di qualunque dimensione e potenza.

Ingegneri europei emigrati in America e valorosi tecnici indigeni seppero portare questo ramo specialissimo dell'industria meccanica ad un grado di perfezione non certo inferiore a quello che si riscontrava in Europa.

In questa nuova fase, pure abbandonando la costruzione in serie per attenersi al sistema europeo della costruzione caso per caso, i costruttori americani preferirono seguire concetti notevolmente diversi da quelli prevalenti nel nostro continente, differenze da ascrivere in parte a particolari circostanze locali, quali ad esempio le grandi portate, frequenti nei fiumi americani, che resero necessaria l'adozione di turbine colossali per ridurre ad un numero ragionevole le unità da installarsi e le facilità di trasporto offerte dalle ferrovie americane che permettono di trasportare ruote in un pezzo fino a cinque metri di diametro.

Turbine aventi diametro fra i 4 e 5 m, capaci di consumare, colle basse e medie cadute, portate intorno al centinaio di m³ divennero del tutto normali in America ed alla loro produzione furono commisurati i mezzi di lavoro delle principali officine di costruzione.

Le maggiori differenze sono però da ascrivere al fatto che i costruttori americani cercarono sempre di raggiungere i massimi rendimenti e la massima sicurezza di funzionamento, senza troppo preoccuparsi del costo del macchinario. La corsa a numeri di giri sempre più elevati, che assilla i costruttori europei, è del tutto sconosciuta in America. Gli impianti vengono progettati secondo gli schemi idraulici più semplici, tali da evitare qualunque non necessaria deviazione dell'acqua che alimenta le turbine e si accettano quei numeri di giri che risultano i migliori per il funzionamento. E' questa la ragione per la quale gli americani, già da molti anni, per le basse e medie cadute, preferiscono le turbine ad asse verticale (basta ricordare l'impianto di Keokuk sul Mississippi colle turbine da 10.000 HP a 57,7 giri con caduta di 9 m ed un volume di circa 100 m³ al secondo, eseguito nel 1910), mentre per le alte cadute, le ruote Pelton sono sempre ad asse orizzontale, con un solo getto per ruota.

Per il fatto che, nello studio delle loro turbine, i costruttori americani hanno preferito seguire il sistema sperimentale, costruendo cioè per ogni caso nuovo un modello di ruota in iscala ridotta e determinandone le caratteristiche in una stazione di prova, essi furono tacciati di empirismo. E' certo che, nella letteratura tecnica americana, si cercherebbero invano trattati ponderosi sulle turbine come quelli classici del Pfarr, del Camerer, del Thomann o studi teorici profondi come quelli del Lorentz o del Prasil, ma è anche certo che, solo grazie al loro sistema sperimentale, gli americani poterono raggiungere colle loro turbine quei rendimenti prossimi ed anche superiori al 90 per cento che in Europa vennero ritenuti come un « bluff » fino a quando, estesosi anche da noi l'uso delle stazioni di prova, tali rendimenti risultarono praticamente possibili.

3. — I tipi di turbine usati in America non sono tuttavia sostanzialmente diversi da quelli che ci sono familiari in Europa.

Per le basse cadute sono ormai di uso generale ed esclusivo le turbine ad elica nei due tipi Nagler e Moody, entrambi con pale fisse. Il tipo Nagler, a quattro pale, ricorda molto da vicino i primi tipi Kaplan a pale fisse, ma gli americani respingono sdegnosamente l'accusa di plagio fatta loro dai tedeschi. Il tipo Moody ha sei pale e vanta le più ardite applicazioni finora conosciute di turbine ad elica, come nell'impianto di La Gabelle (Canada) con turbine da 30.00 HP sotto metri 19,80 di caduta che, dopo diversi anni di funzionamento, non ha mostrato altro inconveniente all'infuori di qualche corrosione nel cemento del tubo aspirante, appena sotto la ruota, inconveniente facilmente rimediato coll'applicazione di un rivestimento metallico per un certo tratto del tubo stesso. Le turbine Kaplan a pale girevoli non hanno finora avuto applicazioni in America.

Per le cadute medie si usano le turbine Francis ad asse verticale, spesso con camere spirali di lamiera. Le turbine più potenti, finora costruite, di questo tipo, sono le tre da 70.000 HP con 65 m di caduta e 107 giri al minuto, per l'impianto della Niagara Falls Power Co. I tubi aspiranti sono sempre del tipo Hydracone Regainer del White oppure del tipo Moody

con nucleo centrale prolungato in alto fino a raccordarsi col mozzo della ruota. Nonostante il costo elevato di queste costruzioni, soggette, fra l'altro, a diritti di brevetto, tali aspiratori vengono preferiti perchè si ritengono meglio addatti a recuperare l'energia dell'acqua che si scarica dalla ruota, specialmente se questa è animata da movimento rotatorio, con sensibile miglioramento del rendimento ai carichi parziali.

Quanto alla caduta massima di applicazione delle turbine Francis si può ricordare che, in un impianto della California, sono in funzione turbine di questo tipo per una caduta di 260 metri; ma sembra che i risultati pratici non siano tali da incoraggiare ad estenderne l'uso per cadute così elevate.

I supporti degli alberi verticali sono stati finora costruiti di preferenza con cuscinetti di legno duro, che funzionano bene quando si disponga di acqua pulita per la loro lubrificazione; però, nelle costruzioni più recenti, si nota la tendenza verso i supporti con cuscinetti di metallo lubrificati ad olio.

Si può anche segnalare qualche caso di supporti con cuscinetti di gomma elastica che pare abbiano funzionamento ottimo anche se lubrificati con acqua sporca, come pure merita di essere ricordato che, in qualche turbina, vennero applicati anelli di tenuta in gomma alla periferia della ruota, allo scopo di ridurre al minimo le fughe d'acqua.

I perni di sospensione sono del tipo Kinsbury a segmenti oscillanti, che poco differisce dal Michell; oppure del tipo con appoggio elastico a molle, costruito dalla General Electric Co.

Quali valvole di chiusura, all'imbocco delle camere delle turbine, sono ormai quasi esclusivamente usate quelle del tipo Larner Johnson. Queste valvole, già costruite fino a metri 6,50 di diametro ed applicabili a qualunque pressione, hanno il vantaggio di potersi manovrare colla massima facilità, anche ad efflusso libero (caso di rottura di una camera di turbina), di avere una tenuta perfetta, di non essere soggette a logoramenti e di dar luogo ad una perdita di carico insignificante.

Per le alte cadute si usano le ruote Pelton, ad asse orizzontale, di preferenza applicate in falso sugli alberi degli alternatori: spesso si hanno due ruote, una per ciascuna estremità. Di regola i supporti e l'albero sono forniti dal costruttore della turbina.

Nella maggior parte delle centrali, i gruppi sono disposti cogli assi sulla stessa linea, il che permette la più semplice e razionale disposizione tanto dei tubi di ammissione, sempre con un solo ugello per ruota e con getto orizzontale tangente al punto più basso del circolo divisore delle pale, come dei canali di scarico, che risultano in direzione perpendicolare al lato lungo della centrale.

Strano a dirsi, il deviatore automatico per la regolazione della velocità, tanto efficace e così diffuso da noi, benchè inventato in America, non ha incontrato il favore degli americani e si preferisce applicare un getto ausiliario che funziona da scarico sincrono.

I gruppi Pelton più potenti finora installati sono quelli dell'impianto Big Creek n. 1 della Southern California Edison Co., sviluppanti 35.000 HP a 300 giri, sotto una caduta di 580 metri.

Per quanto riguarda i regolatori, la pratica americana poco differisce da quella che si ha attualmente in Europa, mentre si può osservare che la loro fabbricazione è passata per fasi analoghe a quelle delle turbine. Costruiti dapprima in serie da ditte specialiste (Woodward, Lombard, ecc.) sono ora costruiti normalmente dai fabbricanti di turbine. Per le grandi unità si usa il sistema a pressione d'olio (qualche volta anche acqua mista ad olio emulsionabile) con accumulatore a cassa d'aria e pompa azionata da motore elettrico.

Ogni gruppo possiede il suo impianto completo e del tutto indipendente.

In generale si può dire che il macchinario idraulico per le grandi centrali viene costruito in America colla massima cura, con criteri di massima solidità e praticità in ogni singolo dettaglio, così da assicurare, oltre i massimi rendimenti, un funzionamento per quanto possibile tranquillo e sicuro.

4. — La mia permanenza in America è stata troppo breve ed il mio tempo troppo assorbito dai lavori dei Congressi della Commissione Elettrotecnica e della Unificazione Internazionale per poter visitare officine ed impianti, tanto più che, di questi ultimi, quelli ad alta caduta sono tutti situati presso la Costa del Pacifico. Tuttavia ho avuto la fortuna di poter visitare le due più importanti fabbriche di turbine e cioè quella J. P. Morris a Filadelfia, Pa. e quella di Allis Chalmers a Milwaukee, Wis. La prima è ora una sezione della Wm. Cramp Shipbuilding Co., vasto cantiere di costruzioni navali. Vi si producono

solo turbine per basse e medie cadute sotto la direzione di eminenti costruttori quali Birchard Taylor e Lewis F. Moody.

Le officine di Allis Chalmers sono veramente grandiose e costruite secondo un piano perfettamente razionale, occupano 7500 operai e producono, oltre le turbine idrauliche di ogni tipo, macchinario elettrico, turbine a vapore, motori a scoppio, trattatrici, pompe centrifughe, macchinario per molini e fabbriche di cemento. La sezione turbine idrauliche è diretta da William M. White il cui nome è legato all'invenzione dell'Hydracone.

In entrambe queste officine ho potuto ammirare i grandiosi mezzi di produzione e la perfezione dei getti tanto in ghisa che in acciaio, perfezione specialmente notevole nelle ruote Francis di grandissime dimensioni.

5. — Gli impianti funzionanti da me visitati si limitano a quelli situati sul Niagara, la cui visita era compresa nel programma del viaggio ufficiale offerto dagli americani ai delegati che avevano partecipato al Congresso.

Davanti alle cascate del Niagara non ho provato quel senso di delusione che capita tanto spesso di provare quando ci troviamo in presenza di qualche cosa di cui si sono sentite tante meraviglie. Lo spettacolo di bellezza naturale offerto da quelle cascate supera qualunque immaginazione. Come è noto, il fiume Niagara, uscito dal lago Erie, dopo un certo percorso, precipita improvvisamente per un'altezza di 65 metri, formando due cascate principali delle quali una è situata nel territorio degli Stati Uniti, l'altra, detta Horse-Shoe dalla sua forma a ferro di cavallo, appartiene al Canada. Singolare caratteristica di queste cascate quella di trovarsi in terreno pianeggiante, a livello della parte superiore del fiume, così che questo, a valle della cascata, scorre, per la maggior parte del suo percorso fino al lago Ontario, in una profonda spaccatura (the Gorge) a pareti quasi verticali.

Se l'effetto scenico è dato specialmente dalla enorme estensione delle due lame stramazze, l'ingegnere idraulico non può a meno di provare direi quasi un sentimento di sbalordimento se esso riflette che il volume di quella massa d'acqua cadente è normalmente di 6000 m³ al secondo, con un minimo di 4700, ripartito per 5/6 sulla cascata canadese ed 1/6 sulla cascata americana e che la potenza idraulica, in quel breve tratto di fiume, raggiunge i 6.000.000 di HP.

Suscita attualmente il più grande interesse degli ingegneri del luogo l'arretramento di metri 1,50 all'anno che si verifica nella parte centrale della cascata canadese, per effetto della erosione delle acque, fenomeno che dà luogo a gravi preoccupazioni per la conservazione della cascata stessa.

Nelle vicinanze della città di Niagara Falls gli americani hanno riprodotto, in un tratto di terreno ed in scala abbastanza grande, la conformazione delle cascate con opportuno gioco d'acqua per dimostrare come, creando, a monte delle medesime, dighe sommerse od isole artificiali, sarebbe possibile modificare la distribuzione della corrente ed aumentare la concessione per gli impianti idroelettrici, ora limitata a 1600 m³ complessivamente, col doppio risultato di aumentare la bellezza delle cascate e preservarle dalla rovina. Siccome tali lavori avrebbero anche l'effetto di aumentare la dotazione della cascata americana, i maligni vedono in tali studi una grandiosa applicazione del principio universale che ognuno cerca di tirare l'acqua al proprio mulino.

6. — La visita agli impianti idroelettrici del Niagara è quanto mai interessante. Quello della Niagara Falls Power Co., situato sulla riva americana, immediatamente a valle della cascata, ha una potenza complessiva di 400.000 HP, comprende una parte vecchia con tredici turbine ad asse orizzontale da 9000 HP ed una parte nuova con tre turbine ad asse verticale da 37.500 HP di costruzione americana e le tre turbine, già accennate, pure ad asse verticale da 70.000 HP a 107 giri delle quali due fornite da J. P. Morris e la terza, insieme col l'alternatore, di costruzione Allis Chalmers.

Sulla riva canadese sorgono il vecchio impianto della Ontario Power Co. con turbine ad asse orizzontale da 12.000 HP ed altre ad asse verticale per una potenza complessiva di 160 mila HP ed il modernissimo, grandioso impianto di Queenston, costruito dalla Power Commission of Ontario. Questo impianto ha la sua derivazione a Chiopawa, buon tratto a monte delle cascate, è alimentato da un grande canale lungo circa 20 km ed ha la restituzione a Queenston, parecchi chilometri a valle delle cascate stesse, per modo da utilizzare una caduta di 92 metri e cioè quasi l'intero dislivello fra i due laghi che è di 100 metri. La centrale di Queenston, che contiene attualmente sei turbine ad asse verticale da 60.000 HP a 187,5 giri ed è pre-

vista per una potenza complessiva di 600.000 HP, può essere citata a modello, sia per la finezza in ogni minimo dettaglio del macchinario (le ringhiere attorno agli alternatori sono di ottone lucidato), come per la ricchezza delle apparecchiature e la sobrietà decorosa dell'architettura.

Dato che tutte queste centrali sono situate al piede delle pareti rocciose che si innalzano verticali dal letto del fiume, si sono dovute risolvere enormi difficoltà di spazio per il loro collocamento. L'accesso è fatto per mezzo di pozzi serviti da ascensori.

7. — Una delle cose più interessanti da me constatate in America è la grande diffusione colà acquistata da alcuni metodi per la misura della portata d'acqua, metodi da noi poco noti e mai applicati ed in ogni caso considerati con più o meno benevole diffidenza. Tali metodi sono quello di Gibson (pressure-time method) e quello dell'onda salina (salt velocity method).

Il primo, applicabile quando si disponga di una condotta forzata lunga almeno 30 m., consiste nel provocare nella condotta stessa, mediante chiusura del distributore, delle variazioni di pressione che vengono fotograficamente registrate da apposito apparecchio. Secondo la ben nota teoria di Allievi, l'entità di queste variazioni dipende, in modo ben definito, dalla velocità dell'acqua nella condotta prima della perturbazione, velocità che si determina appunto mediante opportuna analisi del diagramma ottenuto come detto sopra.

Il metodo dell'onda salina, proposto dal Prof. Allen nel 1921, è applicabile tanto nei canali aperti come nelle condotte forzate. In una sezione del condotto si inietta rapidamente una certa quantità di soluzione salina in modo da determinare nella corrente un'onda o falda salata che si sposta colla corrente, analogamente a quanto farebbe un galleggiante od uno schermo mobile. Per mezzo di apposito apparecchio, si registra, col metodo elettrico, il passaggio dell'onda in una sezione più a valle e si misura così il tempo impiegato dalla falda salata per portarsi dal punto di iniezione ad un sistema di elettrodi situati in detta sezione (oppure da un primo sistema di elettrodi ad un secondo situato ad una determinata distanza a valle). Si ottiene così la velocità media e la corrispondente portata se il condotto è regolare, oppure, nei condotti irregolari, si determina direttamente la portata, dividendo il volume del condotto, compreso fra le due sezioni di misura, per il tempo determinato come sopra detto.

Gli ingegneri americani sono entusiasti di questi metodi di misura, constatati esatti in numerosissime prove ed accettati dalle autorità governative ed io ben volentieri richiamo su di essi l'attenzione, augurando che vengano presi in seria considerazione dai nostri Ingegneri e collaudatori.

Mi piace qui ricordare l'opera svolta in questo campo dal nostro illustre Collega il Prof. Barbagelata che, unico in Italia, ha applicato il metodo della soluzione salina con un interessantissimo processo originale (¹).

8. — Prima di chiudere questa rapidissima rassegna non posso a meno di far rilevare che, anche nel campo delle costruzioni idrauliche si riscontra quel magnifico spirito di collaborazione fra Costruttori, Industriali e Scienziati che è una caratteristica schiettezza americana e per il quale tutte le nuove cognizioni ed i risultati di ogni esperienza, non importa se favorevole o sfavorevole, vengono liberamente messi a disposizione di chiunque possa avere desiderio di approfittarne. Questa collaborazione, che contrasta tanto vivamente colla gelosia di mestiere prevalente da noi, è certamente una delle principali cause del rapido progresso che tutti ammiriamo nel Nord America.

(¹) Cfr. :

KARL E. MÜLLER. — Il metodo chimico elettrico per la misura della portata dei corsi d'acqua - «L'Elettrotecnica», anno 1926, N. 5, pag. 93 e seg.

F. MARZOLO. — Il metodo di Gibson per determinazione di portata nelle Centrali idroelettriche - «L'Elettrotecnica», anno 1925, N. 4, pag. 88 e seg.

KARL E. MÜLLER. — Die Salzgeschwindigkeits-Methode von Allen zur Wassermessungen in Rohrleitungen - «Schweizerische Bauzeitung» anno 1926, N. 4, pag. 41.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via S. Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

IMPIANTO IDROELETTRICO DI GALLICANO DELLA SOCIETÀ LIGURE TOSCANA DI ELETTRICITÀ □ □ □

GENERALITÀ

La Società Ligure Toscana di Elettricità venne fondata in Livorno nell'anno 1905 col capitale di un milione di lire. Da questo piccolo inizio si andò successivamente sviluppando un organismo sempre più vasto e complesso, tantochè oggi la Ligure-Toscana occupa uno dei primi posti fra le Società Elettriche italiane. Essa esercisce un gruppo importante di centrali termiche e idrauliche, ed una rete assai estesa di linee di trasmissione e di distribuzione.

Nei primi anni della sua attività, la Società, intesa specialmente a fornire l'energia alle provincie di Livorno, Pisa e Lucca che ne erano sprovviste, ricorse alla produzione di energia per via termica.

Venne perciò costruita una centrale termica a Livorno, la quale fu dotata in un primo tempo di tre turboalternatori per una potenza complessiva di 2500 kW. La centrale fu però predisposta per una potenza assai maggiore in modo da permettere la installazione successiva di altri gruppi. Infatti dopo i primi tre turboalternatori, entrati in servizio nel 1907, ne vennero in progresso di tempo, installati altri due da 2250 kW ciascuno, e successivamente anche un quinto gruppo da 4500 kW.

Il grande sviluppo assunto rapidamente dall'impiego della energia elettrica nelle industrie e il conseguente aumento nelle richieste di energia, indusse ben presto la Società Ligure-Toscana a cercare altre fonti di produzione.

Già nel 1910 venivano iniziati i lavori per lo sbarramento del torrente Lima e la costruzione della corrispondente centrale idroelettrica. Questa entrava in servizio nel 1912, e nello stesso anno veniva attivata la linea di trasmissione a 30.000 V dall'impianto Lima a Livorno, per Lucca e Pescia.

Nel 1914 veniva messo in funzione un nuovo impianto idraulico, quello sul fiume Corfino con un serbatoio di un milione di metri cubi.

Lo scoppio della guerra non arrestava l'attività della Ligure-Toscana, la quale affrontava e conduceva a compimento in quei difficili anni l'impianto di Gallicano, sul fiume Serchio. Questo impianto entrato in servizio nel 1917, fu poi completato nel 1920 con un'altra presa sul fiume Turrite le cui acque sono pure sfruttate sullo stesso salto della centrale Gallicano.

Attualmente è ultimato il montaggio del macchinario di un'altra centrale idraulica. Si tratta dell'impianto detto di Ponticosi che sfrutta pure esso le acque del Serchio, nel tratto a monte dell'impianto di Gallicano. Esso ha la sua centrale presso Castelnuovo di Garfagnana, nelle immediate vicinanze della presa per l'impianto di Gallicano.

Il piano completo di sfruttamento dell'alto bacino del fiume Serchio, studiato dalla Ligure Toscana, non si arresta a questo punto, ma prevede la costruzione di altri due impianti più a monte.

In località di Gramolazzo, sul Rio omonimo, è prevista la formazione di un importante serbatoio, mediante una diga da costruirsi sul Rio. Il serbatoio avrà una capacità di 15 milioni di metri cubi. Il serbatoio non raccoglierà soltanto le acque del bacino in esso naturalmente scolante, ma anche quelle di una ampia zona della parte più alta del bacino del Serchio.

A tale scopo è prevista la costruzione di uno sbarramento sul Serchio di Soraggio le acque del quale saranno deviate in un lungo canale di raccolta che le porterà ad immettersi nel serbatoio di Gramolazzo. Durante il suo percorso, il canale raccoglierà anche le acque del torrente Dalli, del torrente Carpinelli e di altri minori corsi d'acqua che verranno opportunamente captati.

Dal serbatoio Gramolazzo partirà un canale di derivazione, il quale, dopo avere ancora raccolto durante il suo percorso le acque di altri torrenti, alimenterà una centrale da costruirsi sulle rive del Serchio presso l'abitato di Piazza del Serchio in comune di Camporgiano. La centrale sfrutterà un salto di 245 metri e sarà alimentata complessivamente da una estensione di bacino di 110 chilometri quadrati. Lo impianto rappresenta perciò un valore idrodinamico di 25.700 m/km².

La centrale di Piazza al Serchio restituirà le acque di scarico direttamente al fiume Serchio il quale, poco più a valle, verrà a sua volta sbarrato con una diga.

E' prevista in tal modo la formazione di un altro serbatoio, detto serbatoio di Sambuca, il quale avrà una capacità di 10.000.000 di metri cubi. In esso si riverseranno anche le acque di alcuni affluenti del Serchio, fra i quali, più importante, il Fosso della Ferriera.

Il serbatoio Sambuca alimenterà, con un breve tronco di canale, un'altra centrale progettata pure in riva al fiume, poco a monte di Ponticosi; il serbatoio costruito, come si è detto, in questa località, raccoglierà quindi tutte le acque sfruttate dai precedenti impianti.

La centrale alimentata dal serbatoio Sambuca, avrà un salto di 60 metri e sfrutterà un bacino idrico di complessivi 185 chilometri quadrati. Il valore idrodinamico dell'impianto è perciò di 11.100 m/km².

Con questo sistema di impianti, le centrali del gruppo del Serchio potranno perciò, a esecuzione completa dei progetti,

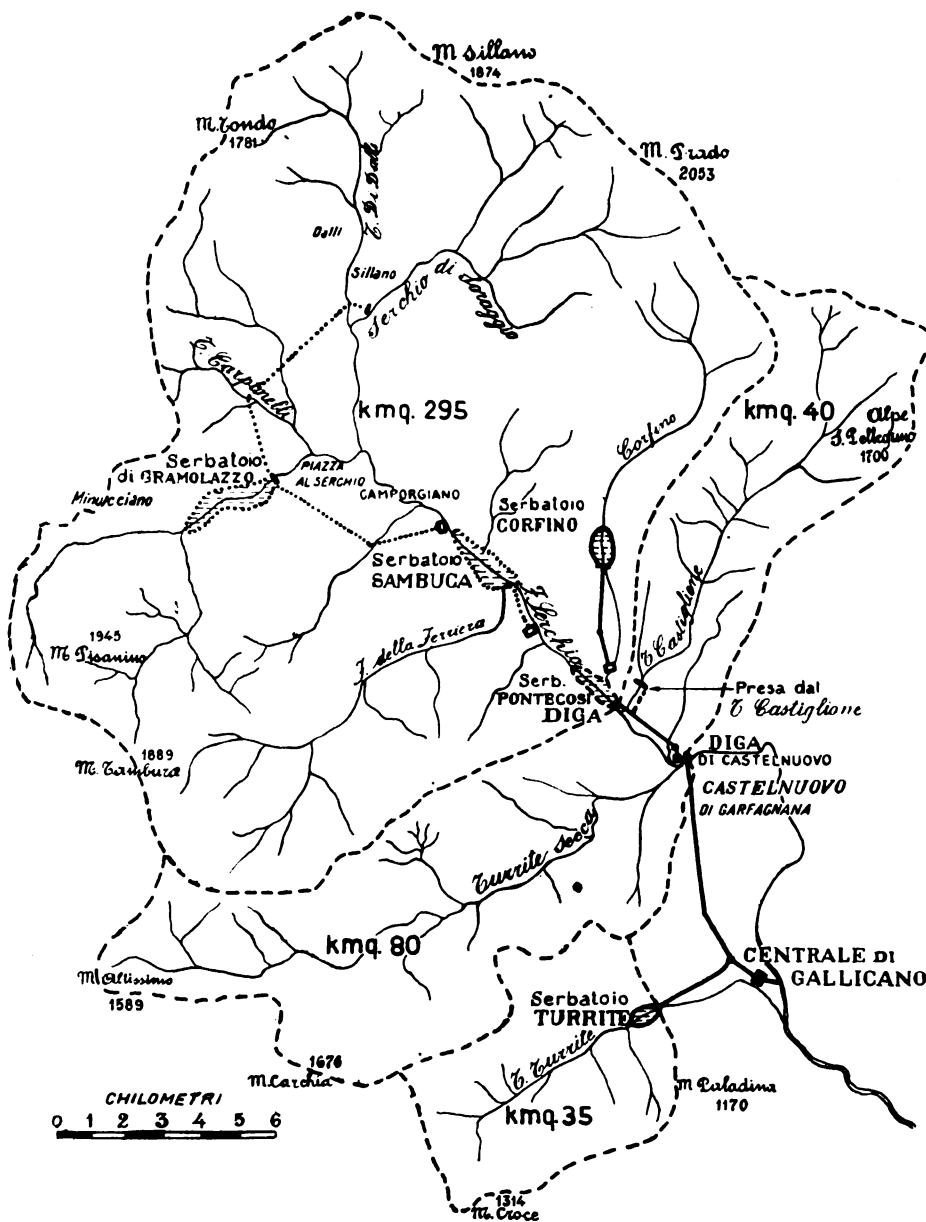


Fig. 1. — Planimetria generale degli impianti della Società Ligure-Toscana nel bacino del Serchio.

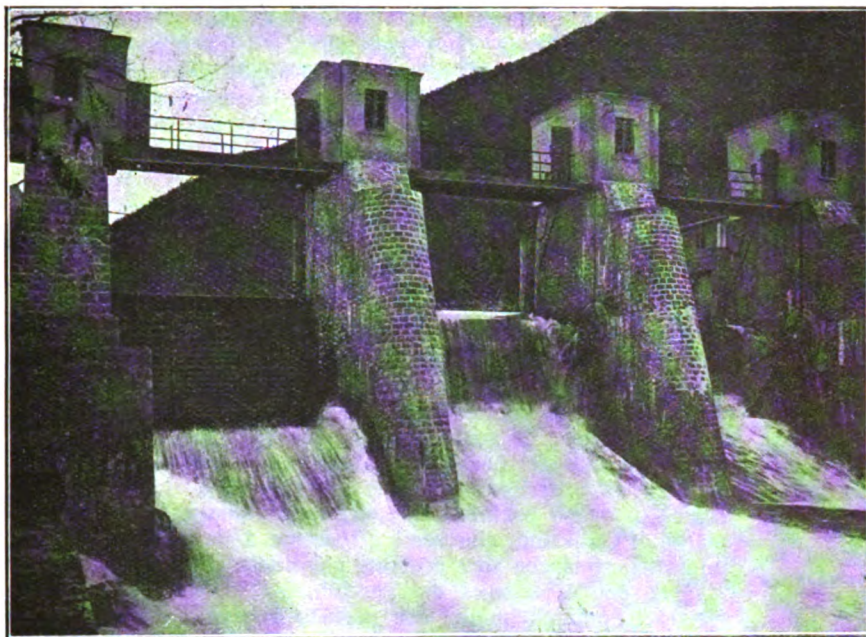


Fig. 2. — Diga sul fiume Lima.

disporre di una capacità totale di immagazzinamento di circa 30 milioni di metri cubi d'acqua.

Per sopperire alle necessità di una adeguata riserva a questo complesso di impianti idraulici, la Società Ligure-Toscana ha iniziato la costruzione di una grandiosa centrale termoelettrica a Livorno, in riva al mare. La centrale che potrà essere messa in servizio nel prossimo anno, è progettata secondo i più recenti dettami della tecnica moderna, e rappresenterà una delle più potenti centrali termoelettriche italiane. Essa avrà in un primo tempo una potenza installata di 45.000 kW, la quale sarà in seguito elevata a 100.000 kW.

Per completare il quadro degli impianti della Ligure-Toscana bisogna ancora ricordare le due piccole centrali di Pisa e di Lucca, entrambi equipaggiate con motori Diesel e rappresentanti rispettivamente una potenza di 1500 kW e di 750 kW.

Parallelamente allo sviluppo degli impianti procedeva naturalmente anche la estensione della rete di linee ad alta tensione per il trasporto dell'energia e di quelle a bassa per la distribuzione locale.

Con opportuni accordi di ordine tecnico ed economico con altre Società, la Ligure-Toscana si assicurava la possibilità di scambi di energia colle reti alimentate da altri impianti idraulici o termici, come è detto in seguito.

Naturalmente questo vasto programma di lavoro, ormai quasi completamente realizzato, ha richiesto notevoli disponibilità finanziarie. Dai modesti inizi del 1905, il capitale azionario è infatti salito a L. 250.000.000.

Stato attuale degli impianti.

Riassumiamo brevemente le caratteristiche degli impianti eserciti dalla Società Ligure-Toscana.

Impianto Lima. — Il torrente è sbarrato con una diga in muratura, a gravità, costituita da due piloni che delimitano tre luci regolabili con paratoie a settore (fig. 2). L'acqua derivata dal torrente è immessa in un canale a pelo libero, lungo circa cinque chilometri, dei quali 1,5 si svolgono in galleria. Esso mette capo ad un bacino di carico di limitata capacità, dal quale parte una tubazione forzata del diametro di metri 1,80.

La portata disponibile è di sette metri cubi per secondo. La potenza totale installata nella centrale è di 6600 kW, distribuita su quattro gruppi, dei quali tre da 1800 kW e uno da 1200 kW, a 50 periodi, 5000 V.

Il bacino imbrifero alimentatore dell'impianto Lima è di 240 chilometri quadrati; il salto utilizzato è di 76 metri. L'impianto rappresenta quindi un valore idrodinamico di 18.240 m/km².

La produzione annua di energia è di circa 22.000.000 kWh.

Impianto Corfino. — Per lo sbarramento del corso d'acqua, si è costruita una diga in calcestruzzo di cemento ad arco sottile, approfittando di una stretta gola della vallata. La diga ha una altezza massima di 43 metri, comprendendo il blocco di fondazione, ed una lunghezza misurata sul ciglio, di m 65; lo spessore in sommità è di m 1,50; essa è disposta ad arco di circolo di m 35,30 di raggio. L'altezza massima di ritenuta è di 34 metri (fig. 3).

La diga produce un serbatoio artificiale della capacità di circa 1.000.000 di metri cubi.

Una tubazione forzata in acciaio, del diametro di m 1,30 adduce l'acqua del serbatoio ad una torre piezometrica alta 60 metri dalla quale parte la tubazione forzata di m 1,15 di diametro, per una portata massima di tre metri cubi per secondo.

La centrale contiene due gruppi con turbine Francis accoppiate ad alternatori da 1800 kW, 5000 V, 50 periodi, 750 giri, e un terzo gruppo da 1200 kW, a 1000 giri, 5000 V, 50 periodi.

Il bacino che alimenta l'impianto ha una estensione di 25 chilometri quadrati, e il salto medio utilizzato è di 170 metri. Il valore idrodinamico dell'impianto è quindi di 4250 m/km². La produzione annua di energia si aggira intorno a 7.000.000 di kWh.

Impianto Galliciano. — Utilizza le acque di due prese differenti, una sul fiume Serchio ed una sul torrente Turrice (fig. 4); le acque delle due prese sono portate a confluire nello stesso bacino di carico che alimenta, con un salto di 86 metri la centrale. Vi sono installati tre gruppi da 4200 kW ed uno da 2600 kW.

Il bacino imbrifero utilizzato dalla presa sul Serchio è di 415 chilometri quadrati, ai quali si devono aggiungere 25 chilometri quadrati di bacino, sfruttati mediante la presa sulla Turrice. Il valore idrodinamico dell'impianto risulta di $440 \times 86 = 38.000$ m/km². La disponibilità annua di energia è di circa 45.000.000 di kWh.

Impianto di Fonticosa. — E' entrato in servizio da pochi mesi. E' alimentato da una presa ricavata mediante uno sbarramento sul fiume Serchio, a monte di Castelnuovo di Garfagnana, appena a valle della confluenza col fiume Corfino. La diga, in muratura di pietrame, con profilo a gravità, è alta 15 metri; sul ciglio di essa si elevano ancora sette piloni in muratura che delimitano delle ampie luci comandate da paratoie. Esse permettono di realizzare una ulteriore ritenuta di ben otto metri, mentre danno modo di poter smaltire senza pericolo le forti piene alle quali il fiume è soggetto.

La diga crea un serbatoio di circa 2.500.000 metri cubi. La derivazione delle acque è effettuata mediante una galleria

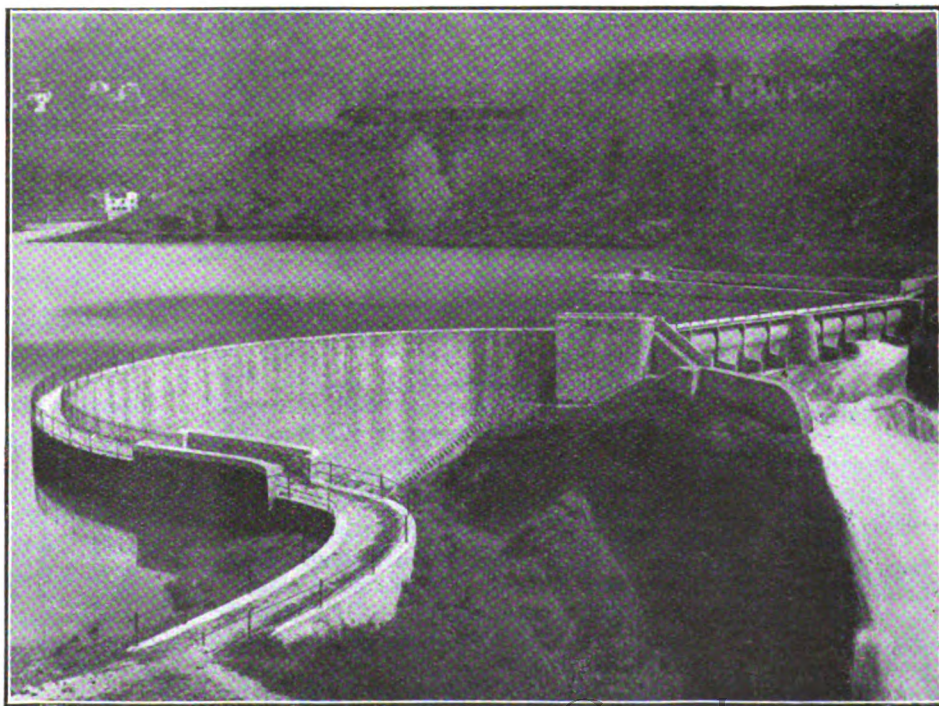


Fig. 3. — Diga sul torrente Corfino.

forzata, di sezione circolare con diametro di m. 2,85, e lunga 2734 metri. All'estremità di essa è costruito un pozzo piezometrico scavato in roccia, alto 34 metri, con sezione circolare di 10 metri di diametro.

La portata media derivabile è di 12 metri cubi al secondo. Il salto utile medio è di 35 metri.

La centrale contiene tre gruppi generatori ad asse verticale, con turbine Riva, tipo Francis, accoppiate ad alternatori del Tecnomasio, da 2400 kW, 5000 V, 50 periodi, a 500 giri.

Il bacino imbrifero alimentatore dell'impianto di Ponticosi, ha una estensione di 295 chilometri quadrati; il valore idrodinamico dell'impianto è quindi di $295 \times 35 = 10.325 \text{ m}^3/\text{km}^2$. La disponibilità annua di energia è valutata in circa 18.000.000 di kWh.

Impianti termoelettrici. — Abbiamo accennato alle piccole centrali di Pisa e Lucca, con motori Diesel. La vecchia centrale a vapore di Livorno, che coi successivi sviluppi era giunta a rappresentare una potenza installata di 12.000 kVA, è in via di completo smontaggio.

Essa sarà sostituita dalla nuova centrale in corso di costruzione, la quale conterrà in un primo tempo tre gruppi generatori da 15.000 kW ciascuno con turbine Liungström ad alta pressione; tutto è previsto e disposto per successivi ampliamenti della centrale fino alla potenza di 100.000 kW.

Collegamento elettrico degli impianti.

Per il collegamento delle diverse centrali, la Società Ligure-Toscana ha costruito una rete di linee la quale è attualmente in via di modificazione e di parziale rifacimento per

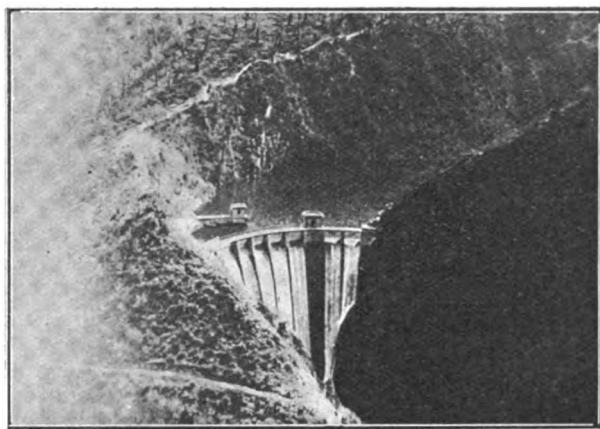


Fig. 4. — Diga e serbatoio della Turrîte.

renderla meglio adatta alle accresciute esigenze della tecnica moderna.

Accenniamo perciò solamente allo schema fondamentale del complesso della rete.

Il nodo principale di raccolta e di scambio della energia è a Livorno, dove arrivano due terne a 30.000 V che collegano fra loro tutte le centrali idrauliche, e dove, come si è detto, funzionerà la grande centrale termoelettrica di riserva generale.

Due terne, una a 30.000 V ed una a 60.000 V, montate sulla stessa palificazione, congiungono Livorno con Piombino, passando per Poggio: l'ultima parte di questo tronco di linea è esercito dalla consociata Società Elettrica Maremmana.

E' poi in corso di costruzione, una grande linea a 100.000 volt che collegherà Livorno con Tavernuzze dove avverrà il collegamento colle linee della Valdarno.

La rete della Ligure-Toscana, attraverso la centrale Pre-dure della Società Idroelettrica dell'Ozola, può effettuare scambi di energia colle linee della Società Generale Elettrica dell'Adamello. Il collegamento avviene attraverso gruppi convertitori, perchè la rete della Ligure-Toscana funziona a 50 periodi, mentre quella dell'Adamello ha la frequenza 42.

Un altro collegamento colle linee dell'Adamello si effettua alla cabina di Pescia, dove possono anche avvenire scambi di energia colle linee della Società Elettrica del Valdarno.

A Lardarello viene immessa sulle linee della Ligure-Toscana anche l'energia generata dalla locale centrale termica che utilizza il vapore naturale dei soffioni.

Finalmente, a Chiusi, le linee della Ligure-Toscana effettuano un collegamento con quelle della Società Terni, e ancora una volta con quelle della Società del Valdarno.

Da quanto esposto appare l'importanza che riveste il gruppo di installazioni di cui ci occupiamo, nei riguardi del sistema elettrico dell'Italia centrale, e come collegamento fra questa e gli impianti del nord d'Italia.

IMPIANTO DI GALLICANO

Regime idraulico.

Come già si è accennato, questo impianto è alimentato da due prese distinte, una sul fiume Serchio e l'altra sul torrente Turrîte, affluente di destra del Serchio.

Sul fiume Serchio non si è provveduto alla costruzione di un vero e proprio bacino di regolazione, perchè la località dove venne eretta la diga non si prestava a tale scopo. D'altra parte lo sviluppo completo del programma dei lavori contempla, come si è visto, la costruzione di quattro laghi serbatoio nella parte a monte del bacino. Di essi, due e precisamente quelli del Corfino e di Ponticosi sono già in attività. L'azione regolatrice di questi bacini si rifletterà naturalmente anche sull'impianto di Gallicano, che verrà a risentire della maggiore uniformità di portata che sarà ottenuta nel tronco a valle, del fiume.

Il regime idraulico del Serchio rispecchia l'andamento tipico dei fiumi apenninici con periodo di acque abbondanti nei mesi dall'autunno alla primavera e con periodo di magra accentuata nell'estate.

Come si vede nei diagrammi delle portate, rappresentati nella figura 5 per due anni tipici, la portata del Serchio si mantiene per circa otto mesi all'anno superiore ai dodici metri cubi per secondo, mentre nei quattro mesi estivi, dal giugno al settembre, la portata si abbassa bruscamente, scendendo anche sotto i due metri cubi per secondo.

Sulla stessa figura si può anche riconoscere, nelle linee punteggiate, l'influenza dell'azione regolatrice del piccolo bacino di Corfino, il quale, per quanto di limitate dimensioni, permette di prolungare in misura notevole il periodo di portata superiore ai 12 metri cubi, e soprattutto permette di abolire quasi completamente i brevi periodi di magre improvvise che si manifestano saltuariamente durante i periodi di acque abbondanti. Questa azione regolatrice è attualmente resa ancora assai più efficace dall'entrata in servizio del bacino di ritenuta di Ponticosi di capacità più che doppia di quello del Corfino.

Il regime idraulico del Serchio permette dunque di ricavare per circa otto mesi all'anno una portata massima di dodici metri cubi per secondo. Per questa portata appunto sono proporzionate le opere di presa e il canale di derivazione.

A valle della presa costruita presso Castelnuovo di Garfagnana, il Serchio riceve ancora, sulla destra, un affluente importante costituito dal torrente Turrîte. Questo corso d'acqua, che raccoglie i contributi idrici di oltre 35 chilometri di bacino imbrifero, ha nella sua parte superiore un letto aspro e selvaggio, ricavato in una strettissima gola della montagna.

Esso ha il suo sbocco naturale nel Serchio molto in basso,

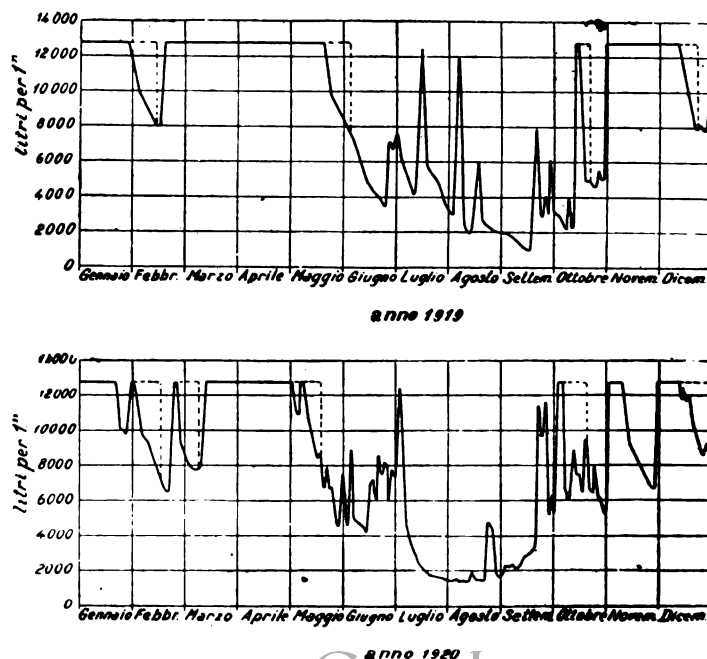


Fig. 5. — Diagrammi delle portate del fiume Serchio.

più a valle del punto dove fu costruita la centrale utilizzatrice dell'impianto di Galliciano.

La portata media disponibile della Turrîte è rilevante; inoltre la parte superiore del suo corso si prestava agevolmente per la costruzione di una diga di sbarramento e per la costituzione di un bacino di regolazione. Nacque così l'idea di utiliz-

soggetto a fortissime piene improvvise e a periodi di magre molto accentuate, permette tuttavia di derivare in modo continuo, per periodi di notevole durata, una portata di parecchi metri cubi al secondo con un massimo di 6 m³/s.

Le opere di presa e di derivazione sono proporzionate appunto per una portata massima di sei m³ al secondo. Al canale

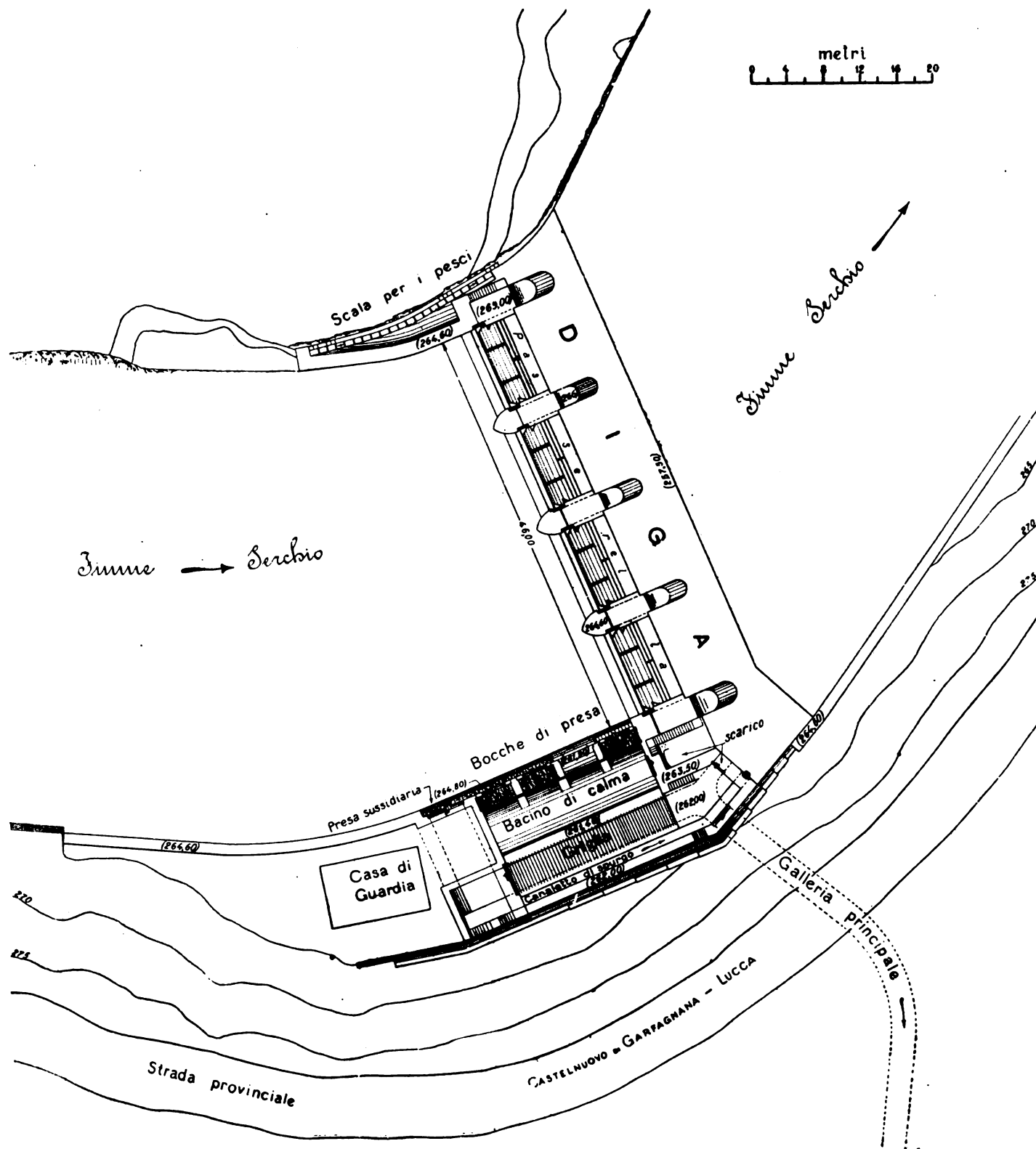


Fig. 6. — Planimetria dello sbarramento e delle opere di presa sul fiume Serchio.

zare nello stesso impianto di Galliciano anche le acque della Turrîte, raggiungendo il duplice scopo di aumentare la portata disponibile e quindi la potenza e di migliorarne ulteriormente il diagramma di produzione dell'energia, grazie al nuovo serbatoio di regolazione che veniva collegato all'impianto.

Si costruì quindi una diga ad arco sottile in un punto opportuno del corso superiore della Turrîte, ottenendo un serbatoio che può immagazzinare 1.000.000 di metri cubi d'acqua, e provvedendo a derivarne le acque nel bacino di carico della centrale di Galliciano (fig. 4).

Il regime idraulico della Turrîte, molto variabile perchè

di derivazione dal serbatoio della Turrîte sono anche allacciate alcune sorgenti naturali esistenti nei pressi immediati della diga e che assicurano un contributo continuo d'acqua di parecchie centinaia di litri al secondo.

La centrale di Galliciano, colle portate complessive della Turrîte e del Serchio, può così disporre di una portata massima di circa 18 metri cubi al secondo. Il regime medio della centrale può però ritenersi di 9 metri cubi, durante il periodo di acque abbondanti, mentre scende a circa metri cubi 3 durante la magra estiva.

Descrizione generale dell'impianto.

La presa sul fiume Serchio è stata costruita appena a valle dell'abitato di Castelnuovo di Garfagnana. Lo sbarramento è costituito da piloni in muratura, i quali delimitano delle luci regolabili mediante grandi paratoie cilindriche comandate da arganelli. In tal modo riesce agevole lo smaltimento delle fortissime piene alle quali il fiume è soggetto.

A monte della diga, in sponda destra del fiume, sono sistemate le opere di presa, con griglie e paratoie, le quali immettono in un canale, lungo 5400 metri, quasi interamente scavato in galleria. Il canale sbocca nel bacino di carico della centrale che ha la capacità di 3500 metri cubi.

sta tensione partono dal locale dei quadri, quattro linee di trasmissione.

Sbarramento sul fiume Serchio.

Lo sbarramento, come sopra si è detto, è del tipo mobile, a paratoie cilindriche (fig. 8, 9 e 10).

La lunghezza totale di esso è di 46 metri. Come risulta dalla planimetria di figura 6 vi sono quattro luci della larghezza di m 9 ciascuna, limitate da pilastri in muratura. Questi hanno il profilo di una diga a gravità del tipo triangolare; la loro altezza sul letto del fiume è di metri dieci. Lo spessore dei piloni in muratura è di m 3 circa; la loro dimensione lon-

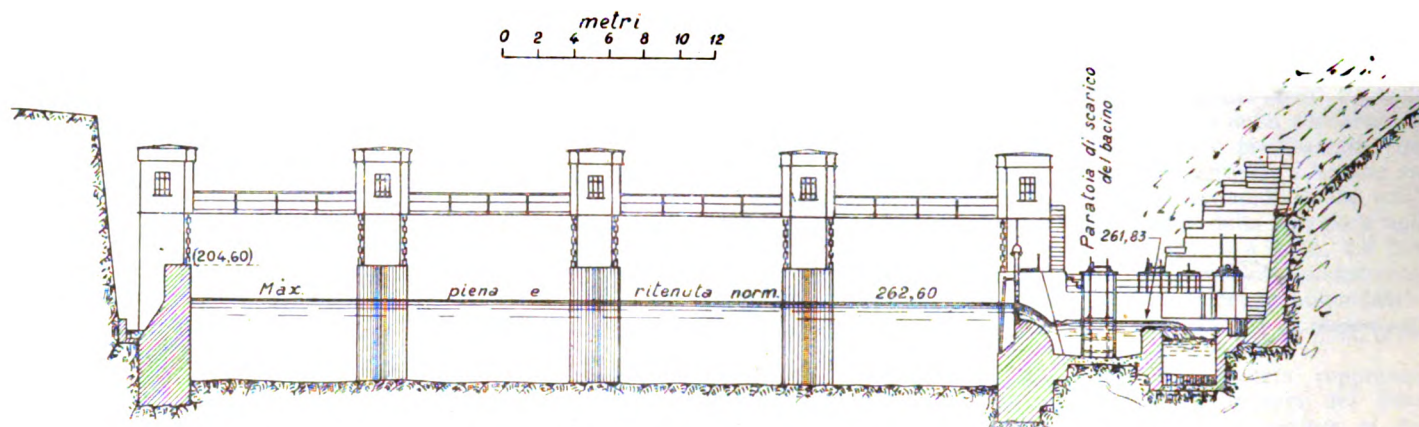


Fig. 7. — S'arramento sul fiume Serchio, visto da monte, e sezione trasversale delle opere di presa.

Il torrente Turrîte è stato sbarrato con una diga ad arco sottile, costruita in un punto dove il letto del torrente, profondamente incassato, presentava una forte strozzatura. La presa si effettua direttamente dal bacino di ritenuta, in galleria sca-

gitudinale arriva a m 12,60 alla base; il paramento a monte è verticale, mentre quello a valle è inclinato con scarpa di 1 a 3. Essi sono interamente rivestiti in pietra da taglio.

Il letto del fiume, nel tratto corrispondente alle bocche

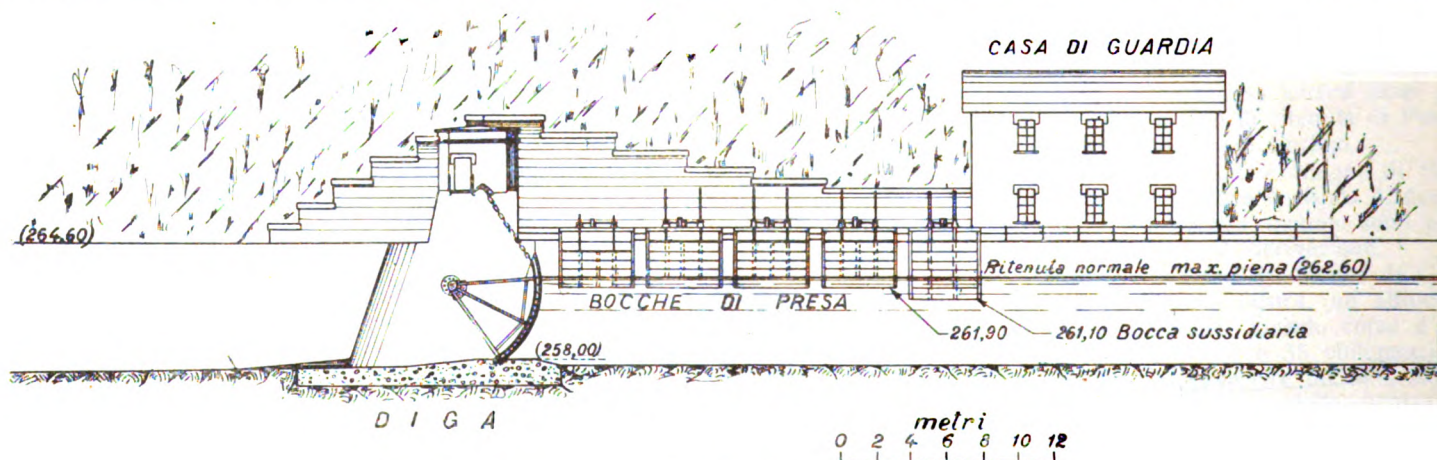


Fig. 8. — Sezione trasversale dello sbarramento del fiume Serchio.

vata in sponda destra. Dopo pochi metri la galleria sbocca all'aperto e in questo punto sono sistemate le opere di regolazione. Il canale di derivazione attraversa su un ponte canale il corso della Turrîte, la quale percorre subito dopo la diga una ansa molto pronunciata. Dopo l'attraversamento, il canale riceve le acque della vicina sorgente dei Gangheri, opportunamente captate e derivate. Il canale è lungo 4660 metri, e corre parte in galleria, parte a mezza costa ma interamente coperto. Esso immette nello stesso bacino di carico della centrale, nel quale sbocca anche il canale di derivazione dal Serchio.

Il bacino di carico è provveduto di 3 sifoni autolivellatori Gregotti. Da esso partono due tubazioni forzate di diametro molto diverso e di percorso un po' irregolare; la tubazione maggiore ha un diametro di m 2,50, mentre l'altra ha un diametro di m 1,70.

Il salto utilizzato è di 86 metri; la portata massima, come si è detto, è di 18 metri cubi al secondo.

La centrale, costruita in cemento armato, è composta di due edifici distinti, ma vicini, per la sala macchine e pel locale quadri. Essa contiene 4 gruppi generatori ad asse orizzontale per una potenza complessiva di 15.200 kW. L'energia, generata alla tensione di 5000 V, viene trasmessa mediante cavi, al locale dei trasformatori ed elevata a 30.000 V. A que-

libere fra i piloni in muratura, è sistemato con una suola in gettata di calcestruzzo, lunga m 15. Sul ciglio superiore della

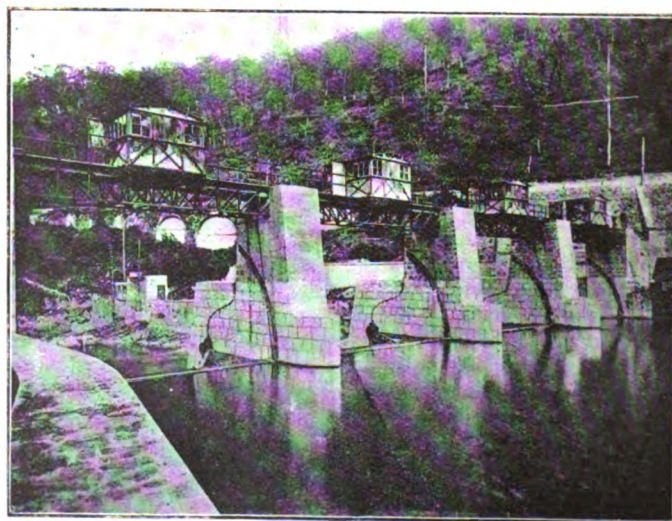


Fig. 9. — S'arramento sul fiume Serchio.

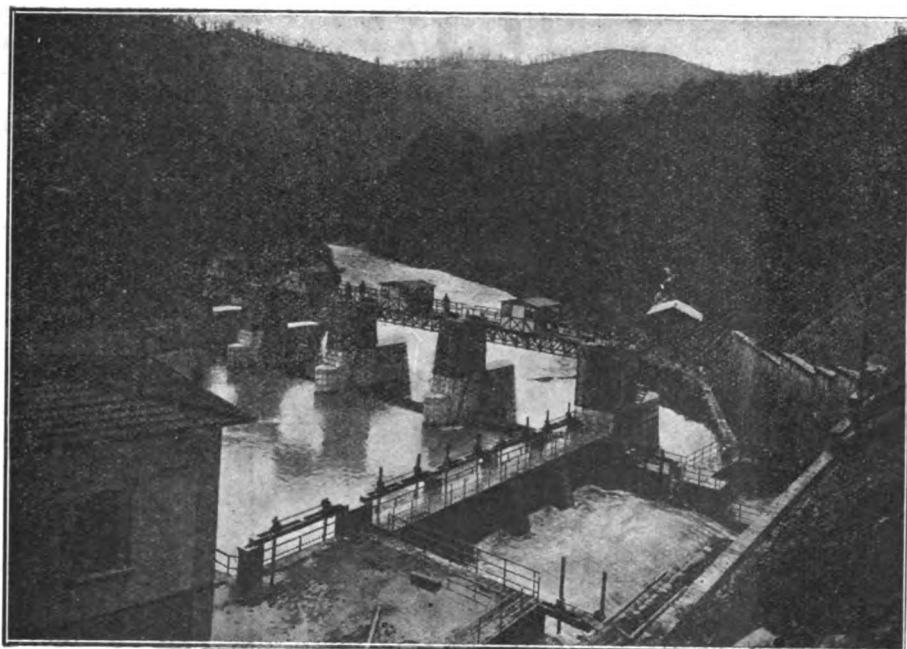


Fig. 10. — Opere di presa dal fiume Serchio.

suola, a quota 258 sul mare, è messo a posto un ferro profilato che costituisce l'appoggio del bordo inferiore della paratoia, quando questa è abbassata (fig. 8).

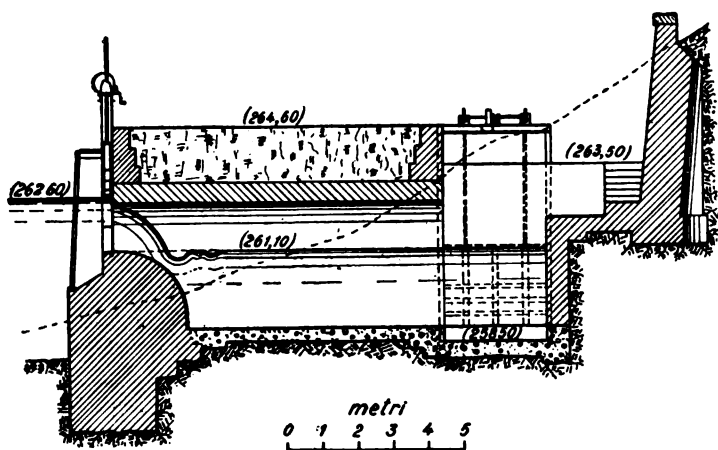


Fig. 11. — Sezione trasversale sulla bocca di presa ausiliaria.

Le paratoie, lunghe m. 9, cilindriche con raggio di sei metri, sono capaci di produrre una ritenuta massima di sei metri. Esse sono costruite in lamiera di ferro da sei millimetri, sostenuta da numerose travi metalliche longitudinali, a loro volta collegate e rinforzate da quattro travate composte, trasversali. I perni di acciaio ruotano entro boccole in bronzo contenute in casse a muro di ghisa, collocate entro i piloni in muratura. La tenuta dell'acqua è assicurata sul fondo mediante un cuscino di legno duro fissato alla paratoia e che va ad appostarsi contro il profilato in ferro installato sulla suola in cemento armato, come sopra si è detto. Sui fianchi la tenuta è assicurata mediante guarnizioni in cuoio fissate alla paratoia e che lavorano su guide in lamiera fissate ai piloni (fig. 8 e 9).

L'altezza massima di sollevamento delle paratoie cilindriche è di metri sei. La manovra completa può essere eseguita in dieci minuti primi mediante un motore elettrico da 4,5 kW a 250 V, 50 periodi. Ogni paratoia è provvista del proprio motore elettrico per la manovra, ma, mediante opportuno dispositivo meccanico, è possibile in caso di guasto a un motore, sollevare ogni paratoia con comando a mano.

I piloni in muratura, all'altezza di metri 6,60 sul letto del fiume, vale a dire al di sopra della quota di massima ritenuta, subiscono una forte risega, essendo la loro porzione superiore destinata soltanto a sopportare il peso della passerella di manovra sovrastante. Que-

sta corre per tutta la lunghezza dello sbarramento, superiormente ai piloni, alla quota 267,50 circa ed è sostenuta da due travi longitudinali a traliccio, fra pilone e pilone (fig. 7 e 10).

Sulla passerella, nel mezzo di ciascuna campata, sono situati i casotti in legno che contengono l'argano di manovra pel sollevamento della paratoia sottostante, ed il relativo motore.

L'ultimo pilone sulla sponda sinistra non è addossato al pendio collinoso ma leggermente discosto da esso. Resta così libero lo spazio per la sistemazione di una scala dei pesci la cui costruzione fu richiesta dalla locale Cattedra di Agricoltura (fig. 6).

A monte dello sbarramento, sia a destra che a sinistra del fiume, le sponde sono state sistemate, per un certo tratto, colla costruzione di opportuni muri di guardia.

Opere di presa dal fiume Serchio.

Sono sistemate in sponda destra e disposte perpendicolarmente allo sbarramento. Esse costituiscono per così dire l'ultimo tratto del muro di contenimento in sponda destra e vanno a finire a ridosso dell'ultimo pilone di destra dello sbarramento (fig. 6 e 10).

Vi sono quattro luci di presa di m. 4,30 contenute fra pilastri in muratura con profilo a gravità, alti m. 6,60 e dello spessore di un metro (fig. 8).

Il pelo d'acqua di ritenuta normale a monte dello sbarramento è a quota 262,60. Le bocche di presa hanno il ciglio a quota 261,70; la soglia è a profilo curvilineo per accompagnare la lama d'acqua. Davanti alle bocche di presa si trovano delle griglie verticali. Le bocche sono regolabili mediante paratoie piane verticali, di 4,30 metri di luce, manovrabili a mano. La manovra si effettua mediante appositi meccanismi a vite elicoidale installati su di una passerella che corre sopra alle bocche di presa. Ad essa si accede direttamente dal piazzale attiguo, verso monte, dove è costruita la casa del guardiano. Una scala mette in comunicazione la passerella delle opere presa con quella di manovra delle paratoie cilindriche dello sbarramento (fig. 12).

Le bocche di presa immettono l'acqua in un bacino di calma, lungo m. 18 e largo circa m. 6. Sulla parete a valle del bacino di calma, la quale viene a trovarsi allineata collo sbarramento principale, è sistemata una bocca che è destinata a funzionare come scarico dei detriti, ed è chiusa da una paratoia piana, manovrabile a mano. I depositi e le acque di scarico vengono direttamente restituite al Serchio, a valle della diga.

La parete maggiore del bacino di calma, opposta a quella dove si trovano le bocche di presa, è sistemata a sfioratore col ciglio a quota 261,40. L'acqua, tracimando da questo sfioratore passa dal bacino di calma alla vera camera di presa, il

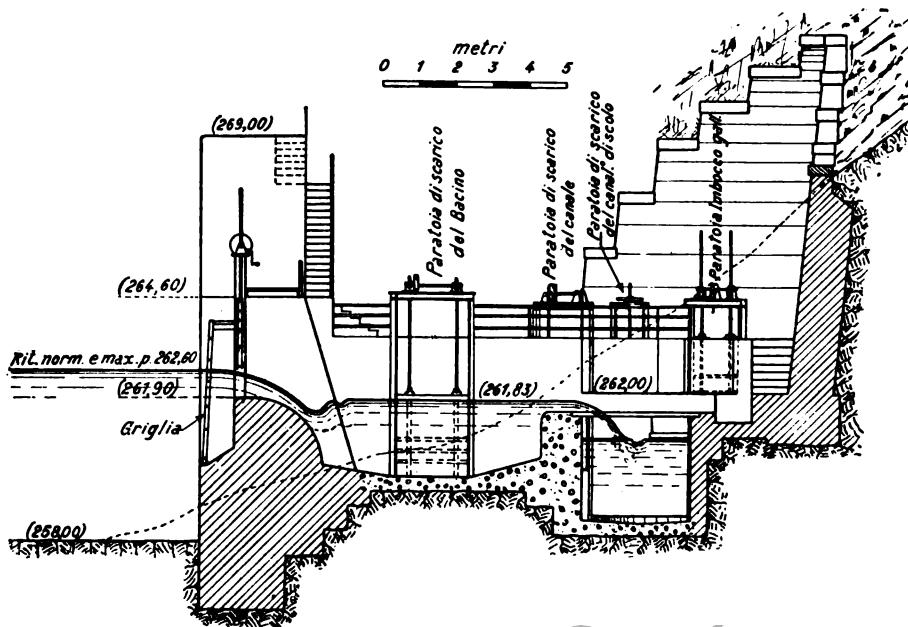


Fig. 12. — Sezione trasversale delle opere di presa.

cui accesso è però protetto superiormente da una griglia orizzontale (fig. 12).

La camera di presa è lunga quanto il bacino di calma ed è larga tre metri. Alla sua estremità verso valle essa comunica da una parte con una luce di scarico, munita di paratoia piana

Le opere di presa sono completate da una quinta bocca di presa sussidiaria. Essa è disposta in continuazione delle altre quattro, subito a monte di esse e si apre nel muro di contenimento del piazzale della casa del guardiano (fig. 6, 8 e 11).

La bocca sussidiaria ha il ciglio a quota 261,10, (alquanto

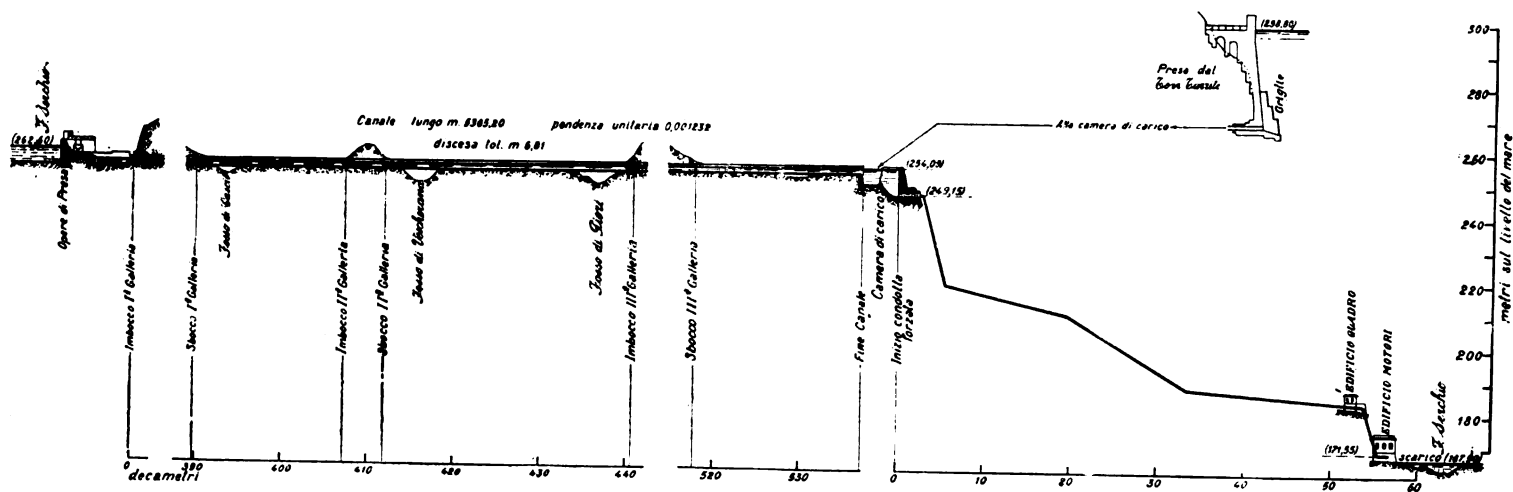


Fig. 13. — Profilo generale dell'impianto di Galliciano.

comandabile a mano, che permette di restituire al Serchio le acque passate nella camera di presa.

Pure all'estremità a valle della camera stessa, sul fianco destro di essa, è praticata la bocca di accesso al canale di de-

più basso quindi di quello delle bocche normali di presa) ed ha una larghezza di quattro metri. Essa è comandata da una paratoia piana, manovrabile a mano dal piazzale sovrastante; l'accesso è protetto da una griglia piana verticale.

La bocca di presa immette in un breve tronco di canale, lungo m 9,50, a sezione rettangolare di m 4 di larghezza per 2,27 m di altezza e superiormente coperto con volta in muratura. Il fondo di questo canale è a quota 258,90.

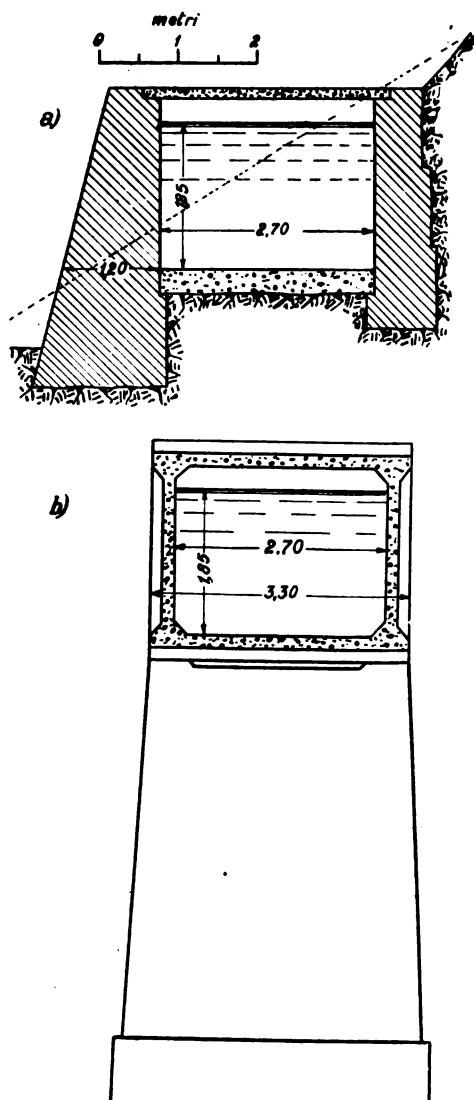


Fig. 14. — Sezioni normali del canale a mezzo costa (a) e in ponte-canale (b).

rivazione. Questa bocca è anch'essa comandata da una paratoia piana, con manovra a mano dall'alto.

Tanto il bacino di calma che la camera di presa sono completamente scoperti.

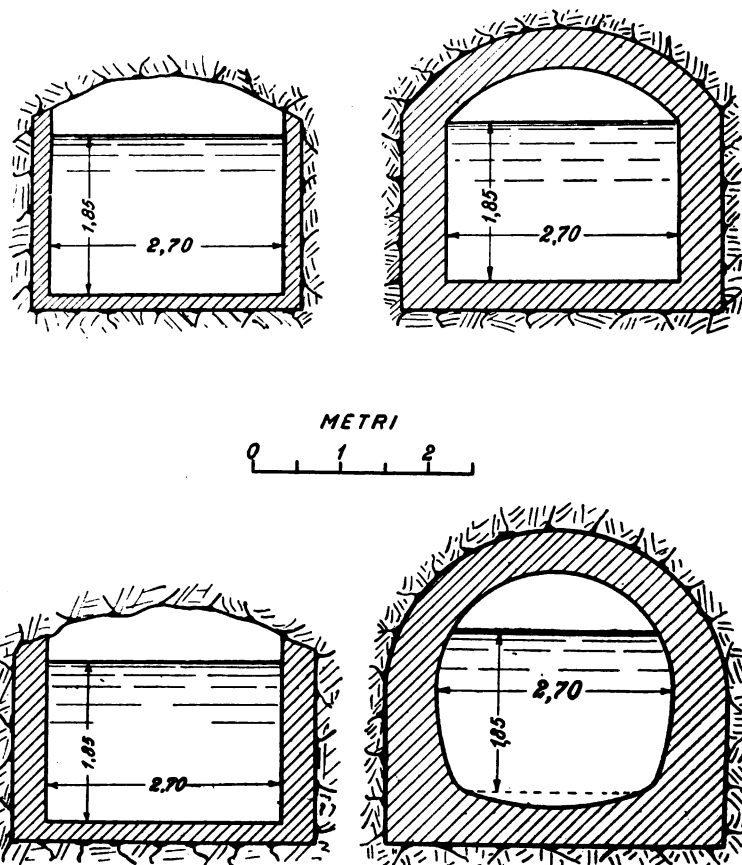


Fig. 15. — Sezioni normali del canale in galleria.

Il canale corre perpendicolarmente al bacino di calma, immediatamente a monte di esso dal quale è separato da una semplice parete in muratura. Esso mette capo ad una camera rettangolare, di metri tre di larghezza, che costituisce come il prolungamento della camera di presa sopradetta. Le due camere possono essere fatte comunicare mediante una bocca di m 3 per 1,80 aperta nel muro che le separa, e regolabile con paratoia a mano da comandarsi dal sovrastante piazzale (fig. 6 e 11).

Nel periodo di magra del fiume, quando le acque scen-

dono sotto il livello del ciglio delle bocche normali di presa, è in tal modo possibile alimentare ancora il canale di derivazione, attraverso la bocca ausiliaria di presa.

Contrariamente alle opere di presa normali, questo complesso di opere ausiliarie riesce interamente coperto, trovandosi sotto al piazzale della casa del guardiano. Una piccola scala rende però accessibile dal piazzale stesso, la camera terminale e il canale ausiliario.

Nei tratti in galleria il canale ha generalmente una sezione rettangolare di m 2,70 di larghezza per m 1,85 di altezza. Dove la roccia si presentava sufficientemente sana e resistente ci si è limitati a praticare un rivestimento in calcestruzzo sulle pareti laterali e sul fondo dello scavo, lasciando superiormente la roccia naturale, profilata grossolanamente a volta; in qualche tratto i fianchi sono stati invece rivestiti in muratura da 40 centimetri di spessore. Dove la roccia era

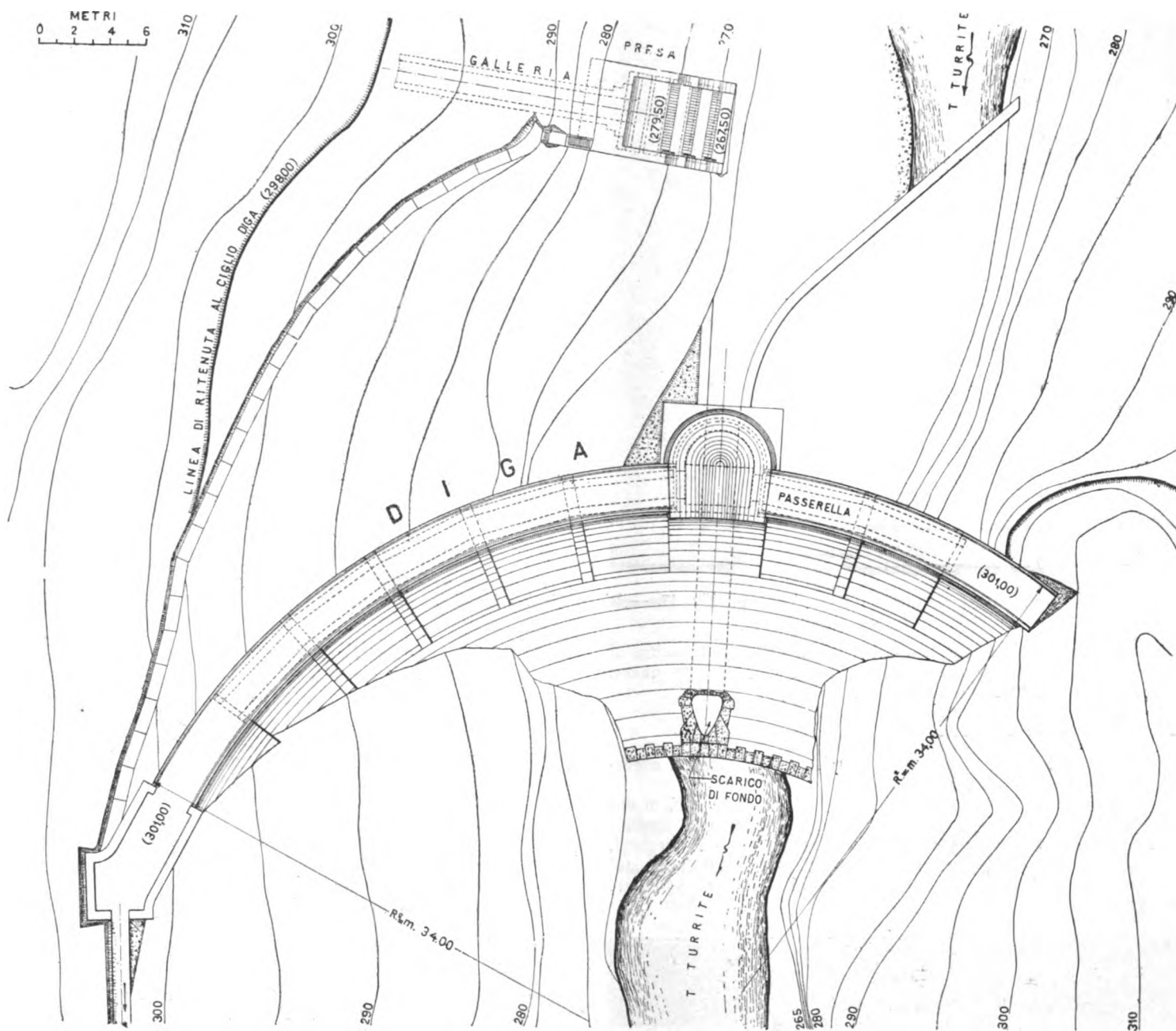


Fig. 16. — Planimetria dello sbarramento della Turrîte.

Canale di derivazione dal Serchio.

Esso si diparte dalla camera di presa con direzione normale a quella del fiume, e si addentra direttamente nella falda montuosa che costituisce il piano destro della vallata, entrando subito in galleria.

La lunghezza complessiva del canale è di m 5365 dalla camera di presa al bacino di carico della centrale. La pendenza è dell'1,23 per mille. La maggior parte di esso si svolge in galleria, la quale però funziona a pelo libero (fig. 13).

Dopo la camera di presa, il canale percorre un primo tratto lungo 3909 metri, interamente in galleria. L'ultima parte del percorso si svolge all'aperto colla interposizione di altre due gallerie di limitata lunghezza. Nei tratti all'aperto il canale è costruito a mezza costa; siccome però esso deve attraversare parecchi piccoli corsi d'acqua esistenti, è stato necessario ricorrere alla costruzione di cinque ponti canali in cemento armato, alcuni dei quali raggiungono la lunghezza di qualche centinaio di metri.

meno sana, sebbene non spingente, si è provveduto anche a costruire una vera e propria volta in muratura (fig. 15).

La natura delle rocce attraversate ha costretto, per certi tronchi di canale a ricorrere a costruzioni più robuste, di vero e proprio sostegno.

Come si vede in fig. 15 si è modificata la forma della sezione libera del canale, profilandola secondo una curva policentrica; le spalle e la volta del canale si costruirono in muratura con spessori anche rilevanti, mentre sul fondo si mantenne la gettata in calcestruzzo.

Nei tratti all'aperto, e a mezza costa il canale conserva invece la sezione rettangolare di m 2,70 x 1,85; superiormente esso è coperto, in tutta la sua lunghezza, con una soletta di cemento di 15 cm di spessore; le spalle sono in muratura, e il fondo in gettata di calcestruzzo (fig. 14a).

Si è già accennato come il canale debba attraversare durante il suo percorso, alcuni corsi d'acqua. Si è dovuto quindi costruire degli opportuni ponti-canali in cemento armato sostenuti da piloni in muratura, distanti fra loro 10 a 15 metri,

La fig. 14b dà una idea di queste opere d'arte. Il canale è costituito da una vera cassa di cemento armato a sezione rettangolare interna di m $2,70 \times 2,15$ (lama d'acqua di m 1,85) con pareti di 15 centimetri di spessore; agli spigoli la sezione di cemento si ingrossa costituendo quattro travi longitudinali che irrobustiscono la struttura. L'appoggio sui piloni in muratura avviene mediante una fascia di calcestruzzo di 50 centimetri di larghezza e 15 di spessore, che avvolge il canale in corrispondenza ai piloni stessi.

La diga è interamente costruita in muratura di calcestruzzo di cemento. Lo spessore massimo alla base è di m 16,50, mentre si riduce a m 2,75 in sommità (fig. 17).

Il torrente, che ha normalmente una portata modesta, va soggetto a piene improvvise di parecchie decine di metri cubi al secondo. Per provvedere allo smaltimento di tali piene, si è foggata la diga a tracimazione. Il paramento a monte è verticale, mentre quello a valle è opportunamente profilato presso il ciglio superiore e verso la sua estremità inferiore, in modo

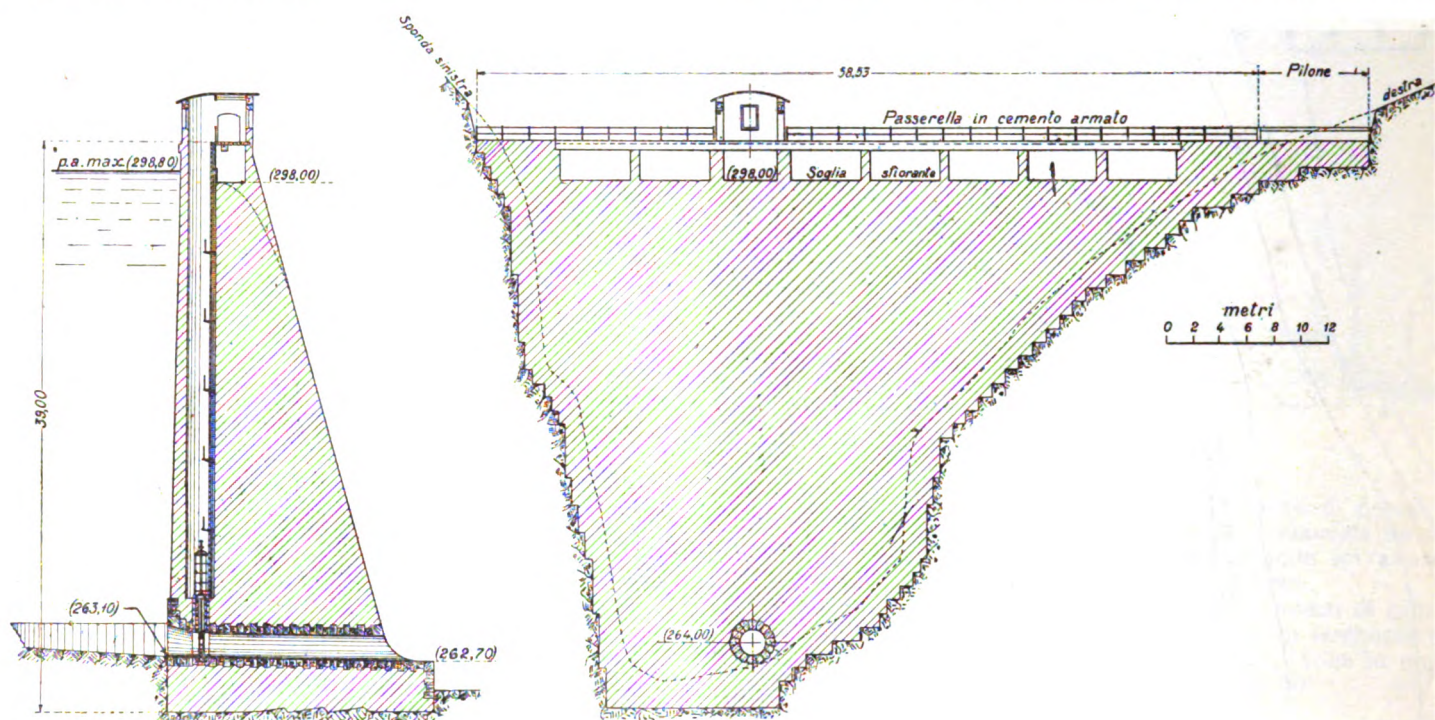


Fig. 17. — Diga della Turrice.

Il canale arriva, alla sua estremità a valle, nel bacino di carico della centrale, sboccando appunto da uno di questi tronchi costruiti in cemento armato.

Sbarramento della Turrice.

La diga di sbarramento della Turrice, costituisce un esempio notevole di diga ad arco sottile.

La località dello sbarramento fu scelta dove la gola in cui scorre il torrente, presentava uno strozzamento più sentito, tanto che il ciglio superiore della diga presenta uno sviluppo di soli m 58,50. Essa ha una altezza di 37 metri, dal fondo del torrente, ed è disposta secondo un arco di circolo di 34 metri di raggio (fig. 16).

da accompagnare la vena d'acqua stramazante (fig. 18). Il fondo del torrente, a valle della diga, è stato naturalmente sistemato in modo da prevenire il pericolo che l'acqua stramazando provochi il graduale scalzamento della diga.

Il corpo della diga si appoggia sul fondo, mediante riseghe di limitata profondità nella roccia in posto. I fianchi sono pure immersi nelle pareti rocciose della gola, nelle quali si incastano con molteplici riseghe (fig. 17).

La diga ha il ciglio sfiorante alla quota 298 sul mare.

Sopra il ciglio stesso, alla quota 301, corre una passerella in cemento armato, sostenuta da pilastri sporgenti dal corpo della diga e distanti fra loro cinque metri.

Nel corpo della diga è praticato uno scarico di fondo. Esso è costituito da un condotto circolare di m 1,80 di diametro il quale attraversa tutto lo spessore della diga, con l'asse a quota 263,92; si apre sul paramento a monte della diga con una bocca alquanto svasata. Tutto il canale circolare di scarico è rivestito in bolognini sagomati in pietra da taglio (fig. 17).

L'imbocco del canale di scarico è comandato da una paratoia piana a servomotore idraulico, sistemata in fondo ad un pozzo di manovra costruito a tergo del paramento a monte della diga. Il pozzo è accessibile dalla passerella di sommità della diga. La saracinesca può essere anche comandata a distanza da apposita camera di manovra costruita sulla passerella, in corrispondenza al pozzo.

Il bacino di ritenuta a monte della diga, ha un andamento alquanto sinuoso seguendo le anfrattuosità della valle, che in quel punto è assai ristretta. La capacità totale di immagazzinamento è, al massimo, di 1.000.000 di metri cubi circa.

Opere di presa dalla Turrice.

Sul fianco destro, la diga è impostata su un grosso sperone di roccia, dello spessore di circa 80 metri, intorno al quale il torrente percorre una



Fig. 18. — Diga della Turrice in periodo di acque tracimanti.

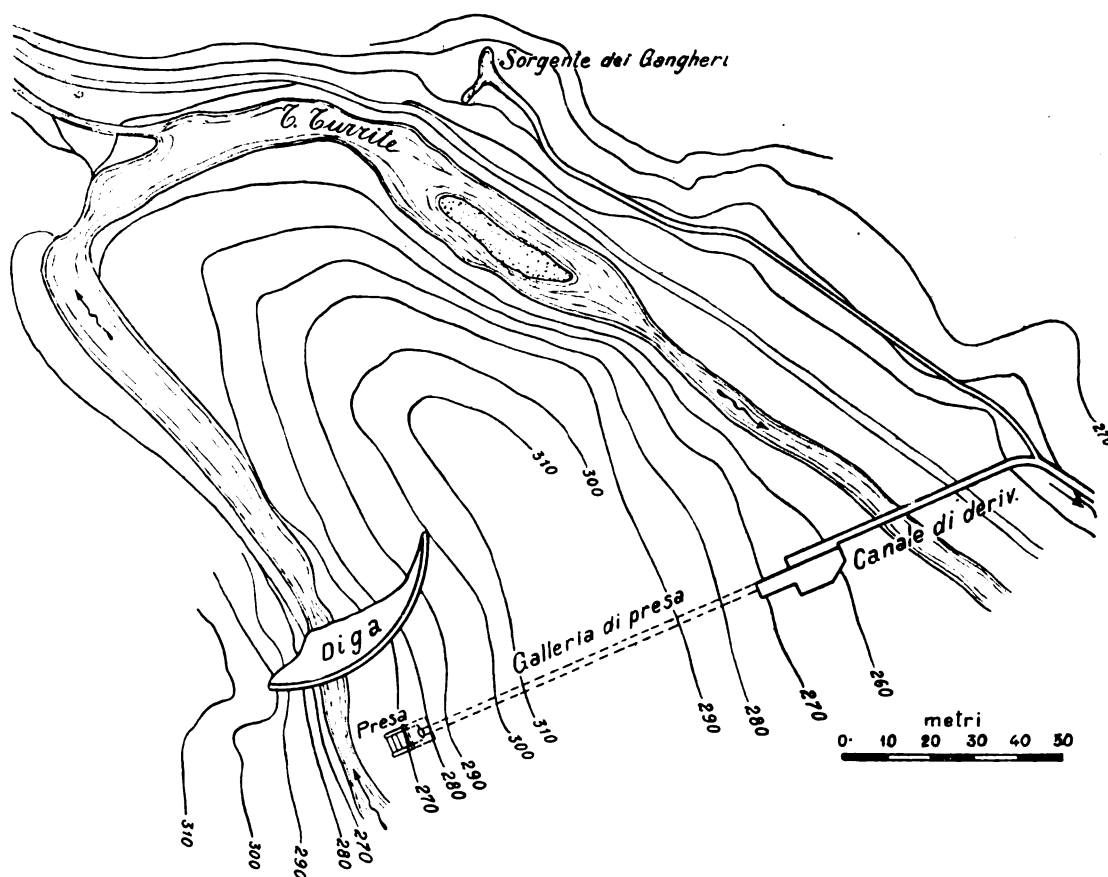


Fig. 19. — Planimetria dello sbarramento e delle opere di presa della Turrîte.

stretta ansa (fig. 19). L'esiguità dello spazio disponibile nel bacino di ritenuta non ha permesso di costruirvi le opere di presa e di regolazione propriamente dette. Si è perciò adottata la seguente soluzione (fig. 22).

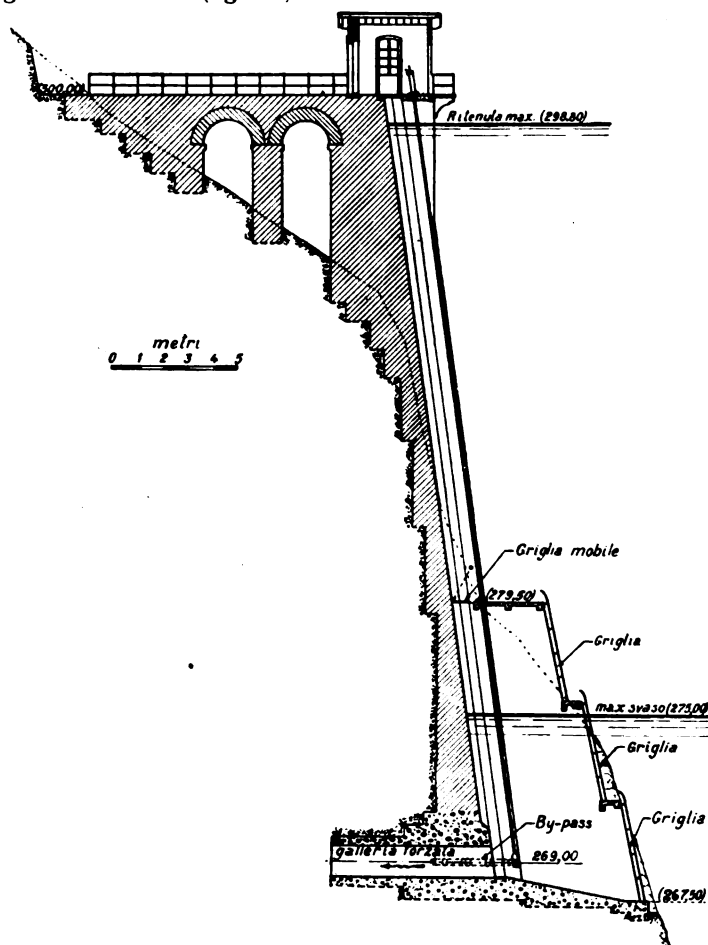


Fig. 20. — Sezione delle opere di presa dal serbatoio della Turrîte.

Attraverso lo sperone roccioso di cui si è fatto parola, è stata praticata una galleria di presa, mediante la quale l'acqua del serbatoio può essere fatta defluire all'aperto sull'opposto

versante dello sperone roccioso, dove si sono sistemate le opere di regolazione. La disposizione è chiaramente indicata nella fig. 19. L'imbocco della galleria di presa si apre nel bacino di ritenuta coll'asse alla quota 269 m sul mare.

L'imbocco è difeso da griglie piane, leggermente inclinate, le quali sono sorrette da apposite travate orizzontali in cemento armato. Le griglie sono divise orizzontalmente in tre zone, quasi tre gradinate, ciascuna delle quali è alta quattro metri. Il ciglio superiore della griglia più alta si trova a quota 289,50. Siccome, a massimo svasso il pelo d'acqua scende fino a quota 275, ne viene che tutta la griglia superiore e parte di quella mediana restano all'asciutto. Si approfitta di tale occasione per procedere alla pulitura delle griglie. A tale scopo, in corrispondenza all'appoggio superiore della griglia più alta è stata costruita una passerella di manovra, in cemento armato, larga m 2,80, accessibile in tempo di acque basse. Analoga passerella, molto più ristretta, è costruita in corrispondenza agli appoggi delle due griglie inferiori (fig. 20).

Le griglie sono situate entro una camera di invito, ricavata in iscavo nella roccia; la camera ha una larghezza di quattro metri, rivestita in muratura ed ha il fondo sistemato con una platea di calcestruzzo. Nel fondo della camera si apre la galleria di presa.

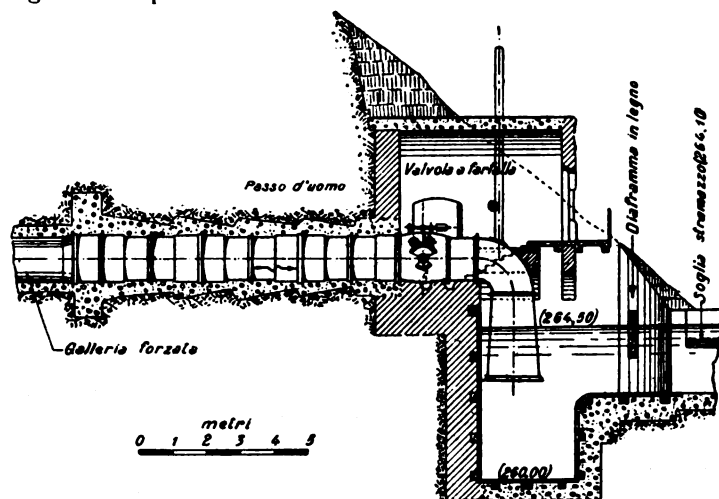


Fig. 21. — Sezione delle opere di presa allo sbocco della galleria.

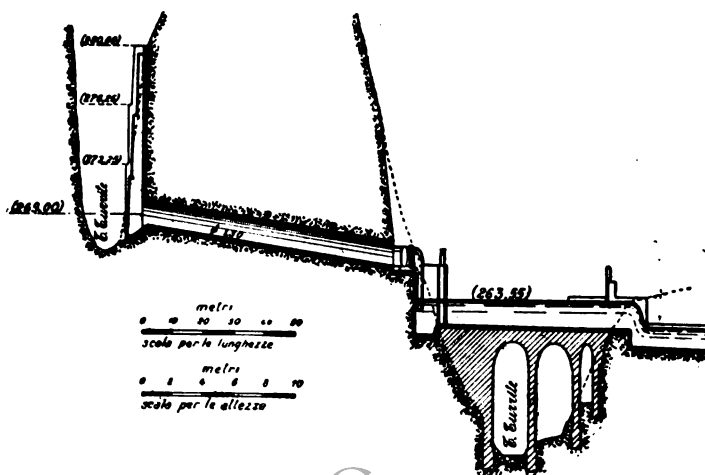


Fig. 22. — Profilo delle opere di presa e dell'inizio del canale

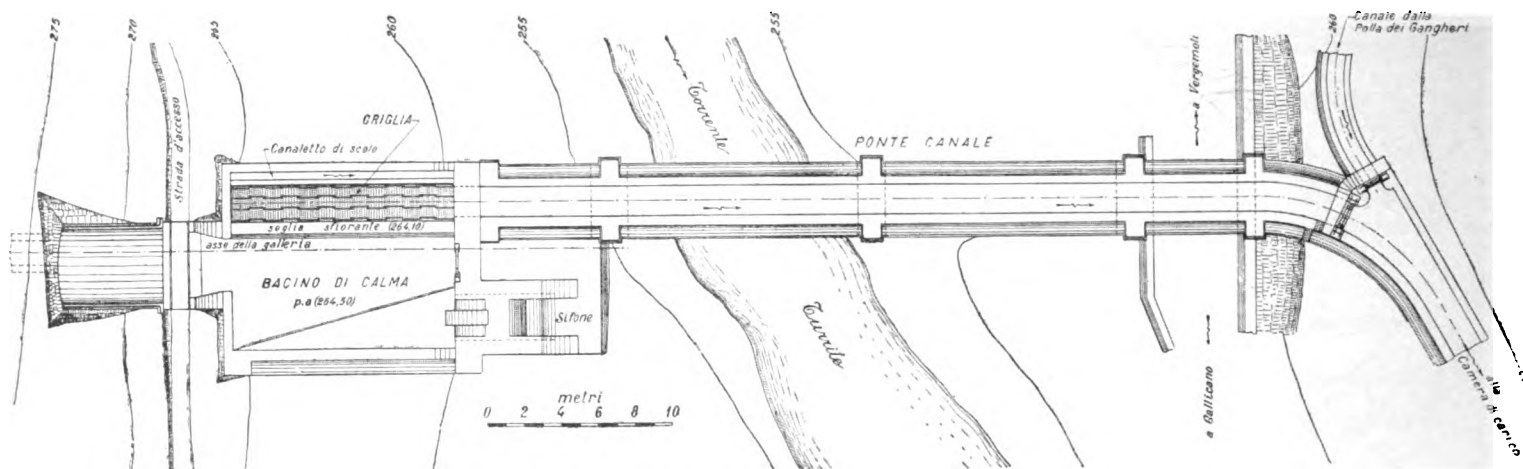


Fig. 23. — Planimetria delle opere di presa e dell'inizio del canale di derivazione dal serbatoio della Turrîte.

L'imbocco della galleria è circolare, di m 1,30 di diametro. Esso è comandato da una paratoia piana manovrabile dall'alto di un pozzo inclinato costruito a ridosso dello sperone roccioso. Alla bocca superiore del pozzo, a quota 300 metri s. m., è costruita una cameretta di manovra, accessibile dalla diga mediante apposito tronco di strada e passerella lunga dodici metri, sostenuta da arcate in muratura, come è indicato in fig. 20. La manovra della paratoia di presa è facilitata da apposito by-pass, esso pure manovrabile dall'alto del pozzo. Nell'interno del pozzo è praticata una scala per accedere alle passerelle delle griglie e da queste all'imbocco della galleria.

La galleria di presa si mantiene circolare, di sezione uniforme per tutta la sua lunghezza; l'asse della bocca di presa si trova a quota 269 sul mare. Essa sbocca all'aperto sull'altro versante, con l'asse alla quota 261,90. L'ultimo tratto di galleria è costituito da una tubazione in lamiera, dello stesso diametro di m 1,30 affogata in una gettata di calcestruzzo.

Allo sbocco della galleria sul versante montuoso è costruito un edificio per le opere di regolazione. L'uscita dell'acqua dalla galleria di presa è regolabile mediante una valvola a farfalla comandabile a mano; la valvola è installata in apposita camera, parzialmente ricavata in iscavo (fig. 21).

Dalla galleria l'acqua cade in un piccolo pozzo, col fondo a quota 260, dove è mantenuta una lama d'acqua di quattro metri che smorza l'impeto del getto fluente sotto una pressione rilevante.

Sottopassando un diaframma trasversale in legno, l'acqua passa dal pozzetto al contiguo bacino di calma. Questo è rettangolare, ed ha le dimensioni di m 12 di lunghezza, per m 6 di larghezza. Esso è sostenuto da arconi e pilastri in muratura, trovandosi proprio a sovrastare al corso della Turrîte che percorre, come si è detto, una stretta ansa, ben visibile in fig. 19.

Una delle pareti maggiori del bacino di calma, è sistemata a sfioratore, col ciglio a quota 264,10, per tutta la sua lunghezza. L'acqua, tracimando, attraversa una griglia orizzontale e ricade in una camera rettangolare, di due metri di larghezza, adiacente al bacino di calma e che costituisce l'inizio del canale di derivazione (fig. 23).

Sulla parete anteriore del bacino di calma è installato un sifone autolivellatore Gregotti che scarica l'eventuale eccesso d'acqua nel sottostante corso della Turrîte.

Sulla stessa parete anteriore del bacino di calma, accanto al sifone è sistemato uno scarico di fondo, comandabile mediante paratoia a manovra a mano.

Tanto il bacino di calma, come l'adiacente camera rettangolare sono interamente coperti con tetto in cemento.

(Continua).

LETTERE ALLA REDAZIONE

Ancora sugli accumulatori leggeri tipo Pouchain.

Riceviamo dal Prof. L. Lombardi la seguente lettera che pubblichiamo a chiusura della discussione.

Roma, 22 Novembre 1926.

Ill.mo Sig. Redattore Capo dell'Elettrotecnica - Milano.

Limite in poche parole la mia replica alle lettere pubblicate nel fascicolo 32 di questa Rivista, con cui gli Ingegneri Palestrino e Pouchain intesero confutare le mie osservazioni « Su gli accumulatori leggeri », pubblicate nel fascicolo 28.

E prima di tutto debbo ringraziare l'Ing. Palestrino dei chiarimenti che ha voluto aggiungere intorno « allo spirito, alla condotta ed allo scopo delle sue esperienze », che egli ritiene non aver io compreso, sebbene essi trasparissero ben chiari dalla sua esposizione, e da me fossero stati riassunti valendomi delle sue stesse espressioni. Io non condivido peraltro la sua opinione, che il numero delle scariche e la capacità di un elemento siano da considerare come elementi estranei ad una esauriente ricerca intorno al suo comportamento in regime di scarica prolungata; uno degli elementi a zinco, da lui sperimentato, ha per es., dimensioni così ridotte, da non potersi considerare come un campione di grande fabbricazione industriale, nè io vorrei escludere a priori che si trovino in commercio, fra molti accumulatori a piombo di buona e ottima qualità, anche taluni scadenti, i quali, dopo un certo numero di scariche a regime forzato, per cui non erano predisposti, possano subire deformazioni e fornire risultati mediocri.

Buoni accumulatori a piombo, i quali, scaricandosi ad un regime di 8 e 10 watt per chilogrammo di elemento completo, forniscano senza inconvenienti capacità unitarie di 25 e 30 wattore, non sono certamente difficili a ottenere, e già queste cifre, che i fabbricanti non considerano probabilmente come limiti, rappresentano di fronte a quelle ricordate dall'Ing. Palestrino un aumento di prestazione di 25 a 50 per cento. Gli elementi normali per trazione, da lui evocati, non vanno dunque annoverati fra quelli « a scarica rapida », cui la mia nota faceva allusione.

Circa la buona conservazione degli elettrodi negativi, dopo che l'Ing. Palestrino ne ha chiarita a suo modo la funzione, possono le sue dichiarazioni accettarsi veramente senza riserve. Egli interpreta di fatti l'operazione elettrolitica come nessuno, che io sappia, aveva fatto in precedenza. Si considerava in verità come canone fondamentale nella tecnica degli accumulatori, che le azioni e reazioni della corrente su la composizione del liquido e su la costituzione degli elettrodi dovessero essere perfettamente reversibili, e dal tempo di Planté si disputa dagli elettrotecnici e dagli elettrochimici come possa farsi partecipare alle trasformazioni la maggior quantità di sostanza, senza che risulti alterata dopo ogni ciclo di carica e scarica la compagine dell'elemento. Ora l'Ing. Palestrino ci insegna che nell'elemento Pouchain, descritto dal suo Autore col preciso nome di « accumulatore a piombo-zinco », l'elettrodo negativo deve considerarsi costituito essenzialmente dalla lamina di rame argentato, e le farfalle di zinco non rappresentano che un accessorio non sempre indispensabile, per cui la sparizione loro non ha alcuna importanza, non avendo esse alcuna funzione attiva, finchè il funzionamento si mantiene normale, e dovendo solo sciogliersi in caso di anormalità.

Se così fosse, a batteria caricata lo zinco, introdotto allo stato di solfato in soluzione, dovrebbe in massima trovarsi depositato su la lastra

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

negativa di rame, in uno strato per quanto possibile compatto e uniforme, di cui non era traccia però nei numerosi elementi aperti in mia presenza, laddove il deposito appariva disordinatamente conglomerato agli orli e su la parte residua delle farfalle preesistenti, con tendenza a formare ramificazioni protese verso l'elettrodo positivo, e fornire di corti circuiti; soggetto d'altronde, malgrado la presunta amalgamazione, alla corrosione da parte dell'acido, la quale ha per conseguenza la perdita di carica, e il rapido deperimento della capacità.

Io sono adunque lieto di avere, dopo non poche amarezze involontarie, procurato all'amico Palestrino una così grande soddisfazione mediante la mia constatazione, in cui nulla trovo a modificare, che la lastra di rame argentato, che io continuerò a considerare come il « supporto dell'elettrodo negativo », nell'elemento Pouchain è perfettamente indistruttibile, e potrei aggiungere pressochè indeformabile, per cui, apportandovi nuove lamine di zinco, le quali però pesano assai più di alcuni grammi, l'elettrodo stesso può essere perfettamente ripristinato. Se poi questo ricambio possa avvenire molto facilmente nelle batterie in funzione e senza spesa apprezzabile, lascio giudicare a coloro che hanno maggiore esperienza di esercizi industriali, e se la funzione del metallo, onde l'elemento piglia nome, sia veramente circoscritta nei limiti della nuova teoria, lascio ai miei colleghi, più competenti in elettrochimica, di decidere!

La constatazione, documentata nei protocolli delle esperienze da me ricordate, fu peraltro che gli elementi spogliati dello zinco delle farfalle, come quello di cui l'elettrodo negativo è riprodotto dalla fig. 3 (pag. 651, erroneamente riportata col n. 4), avevano praticamente capacità nulla, e disgraziatamente, nelle 26 batterie esaminate, il numero di essi era molto ragguardevole.

Dopo ciò, poche parole in risposta all'Ing. Pouchain.

Prendo atto della sua nuovissima dichiarazione, che il fenomeno della sovratensione nella carica non costituisca un difetto, ma debba ritenersi un pregio del suo tipo di accumulatore, in quanto rende possibile l'immediata constatazione del cattivo uso, e permette di ripararne le conseguenze. Poichè il fenomeno si manifesta in pratica molto sovente, ed ha sul comportamento delle batterie effetti disastrosi, resta solamente a chiarire come ad esso possa portarsi rimedio immediato in un grande esercizio, ove unicamente si dispone dei mezzi comuni di carica e di sorveglianza, atteso che nei gruppi in serie, i quali soli permettono la immissione di una corrente uniforme, l'inconveniente non può scoprirsi senza l'esame di ogni singolo elemento, e nei gruppi in parallelo la sopraelevazione del potenziale di uno o pochi elementi (si constatarono nel nostro caso tensioni unitarie sopraelevate fino a una ventina di volt) paralizza la carica di tutti gli altri associati.

A quelle cadute formidabili di tensione corrisponde d'altra parte uno sviluppo anormale di calore, che obbliga in breve tempo a mettere l'elemento fuori funzione, e siccome non è concepibile che sopra una piattaforma di carica si segua ognuno degli elementi, assoggettandolo ad un trattamento separato, risulta inevitabile l'abbandono della batteria elementare a cui esso appartiene.

E' avvenuto così, durante le esperienze eseguite due anni or sono sotto la mia direzione nell'Istituto Sperimentale delle Ferrovie, di cui l'Ing. Pouchain si ostina a criticare aspramente la condotta ed a contestare i risultati, che di 20 batterie prelevate il 3 di marzo dalla Stazione di Termini, in stato di carica, e depositate in locale chiuso dell'Istituto, otto giorni dopo 5 fossero trovate con elementi a zero e con tensioni inferiori a 1 volt, onde la Direzione ritenne opportuno sostituirle con altrettante prelevate dalla medesima stazione, mediante le quali fu reintegrato il gruppo di 20 da sottoporre alle prove.

Nella prima scarica preliminare con 10 ampere due elementi caddero subito a 0,1 volt ed uno a 0,40, e vennero sostituiti con altri delle batterie predette. Nella prima carica con 18 ampere 7 elementi dovettero escludersi per sopraelevazione del potenziale a 3 ed a 9 volt, e 5 per abbassamento a zero. Nella prima carica regolare dei 90 elementi Pouchain 17 presentarono sopraelevazioni di tensione fra 4 e 11 volt e pel forte riscaldamento, sebbene taluno di essi nel progresso della carica abbia ripreso la tensione normale, parecchi dovettero escludersi. Dopo la seconda carica 35 elementi avevano presentato quella anormale sopratensione, e 6 nuovi elementi si erano dovuti escludere per difetto di tensione; nella terza scarica decadde altri 28 elementi e rimasero integre quattro sole batterie, su le quali si reputò inutile la continuazione delle esperienze!

Ometto di riportare i valori medi delle capacità e dei rendimenti, di cui l'Ing. Pouchain venne a suo tempo informato, e disconobbe la attendibilità con lo specioso pretesto, ripetuto anche adesso, che le batterie, per il grave servizio prestato e il cattivo trattamento ricevuto, non fossero in grado di sopportare le prove cui vennero sottoposte. L'Ing. Pouchain espose in quell'epoca a S. E. il Ministro delle Comunicazioni le ragioni delle sue doglianze, e propose che nuove esperienze venissero eseguite sopra elementi modificati, che Egli si offriva di fornire; ma l'Amministrazione non credette di accedere al suo desiderio, nè a me spetta di indagarne le ragioni. Nei due colloqui e nel lungo carteggio tenuto con lui io mi sono peraltro sforzato di dimostrargli che le prove erano state condotte con la più scrupolosa oggettività,

e che anche le spiegazioni da lui offerte in un memoriale, a me tardivamente comunicato, non ne avrebbero modificato le conclusioni in modo sostanziale.

Uscendo ora, non so con quale opportunità, dal suo silenzio, l'Ing. Pouchain mi accusa di aver « travisato completamente le sue parole », attribuendogli un assurdo tecnico, del quale io non riconosco in verità la esistenza, poichè, sia che si voglia ammettere o respingere l'ipotesi di una esagerata solfatazione, che un suo autorevole collaboratore aveva affacciata, e che Egli non credette di avvalorare, la forte sopraelevazione di potenziale da lui stesso esplicitamente attribuita agli elettrodi positivi, non può fisicamente giustificarsi senza la presenza di una resistenza locale esagerata, non essendo ammissibile la formazione di una contro forza elettromotrice di quell'ordine di grandezza, la quale si manifesti quasi repentinamente, e in alcuni casi altrettanto repentinamente dilegui nel processo elettrolitico.

Si assicuri l'Ing. Pouchain che io ho portato nel libero esame di questa questione uno spirito ben più alto di quello che Egli mi attribuisce, non intendendo affatto demolire il lavoro di chicchessia, ma unicamente salvaguardare l'interesse legittimo della Amministrazione, e conferire serietà alle discussioni del nostro Giornale, cui è legato il prestigio della nostra Associazione.

Io gli sono pertanto grato della deferenza che mi attesta, ma non posso a meno di ripetergli il consiglio già dato, di abbandonare le molteplici insinuazioni, che egli ardi già formulare a suo tempo, senza documentarle in alcun modo, e che, gratuitamente rinnovate anche oggi, più che della altrui leggerezza o malevolenza, lasciano dubitare della serietà e fondatezza della sua rivendicazione. Quanti hanno conosciuto e apprezzato l'attività multiforme dell'Ing. Pouchain, plaudiranno con entusiasmo al suo successo, se questo si affermerà su basi ineccepibili; a maturarlo io non credo peraltro che giovino le sterili polemiche, nè mi sembra che, a dissipare le incertezze ancora esistenti intorno al valore industriale dei suoi accumulatori, bastino pochi gruppi sporadici e incompleti di esperienze.

Dopo ciò non ritengo necessario prolungare ulteriormente la discussione, rispondendo particolarmente alle domande dell'Ing. Ventrella; io non intesi in verità intavolare in questa sede una discussione generale intorno al comportamento degli accumulatori di diverso tipo, ma unicamente rispondere ad alcune osservazioni, mosse intorno ai risultati delle esperienze da me presiedute, e rettificare talune affermazioni, che da quei risultati mi parvero contraddette in modo ineccepibile.

L. LOMBARDI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Interruttore automatico per motori ad induzione. (Revue B. B. C., aprile 1926, Vol. XIII, N. 4, pag. 91).

Le valvole fusibili generalmente usate per la protezione dei motori di piccola e media potenza, ostacolano spesso la buona utilizzazione delle macchine elettriche. Infatti per la loro inerzia termica, necessariamente piccola, interrompono il circuito non appena la corrente raggiunge il valore per il quale sono tarate, indipendentemente dalla durata del sovraccarico. Questa durata ha invece grande importanza per le macchine, che possono sopportare forti sovraccarichi momentanei mentre vengono seriamente danneggiate da quelli continui. Ne viene di conseguenza che o si dimensionano le valvole per corrente maggiore della normale, e allora, non potendo in alcun modo limitare la durata dei sovraccarichi se non colla sorveglianza, si corre il rischio di deteriorare la macchina; oppure si dimensionano per la potenza normale del motore e allora questo, in regime medio, dovrà lavorare sotto al pieno carico: di qui la cattiva utilizzazione del macchinario con rendimenti e fattori di potenza bassi, pur non escludendo l'inconveniente d'inopportune interruzioni in seguito a forti sovraccarichi momentanei, d'altronde non pericolosi per le macchine.

Altri svantaggi delle valvole, come necessità di ricambio e interruzioni possibili su una sola fase, si possono eliminare impiegando relais elettromagnetici, ma anche questi hanno quasi le stesse caratteristiche delle valvole, per ciò che riguarda i sovraccarichi bruschi, cosicchè è necessario tararli per correnti da 1,4 a 2 volte quella normale se si vuole evitare frequenti interruzioni: per l'avviamento dei piccoli motori in corto circuito, si deve sempre ricorrere ad artifici che eliminino l'azione della bobina di scatto.

Si è cercato quindi di realizzare dei relais la cui azione dipenda non tanto dall'intensità del sovraccarico, quanto dalla temperatura del motore da proteggere. Ciò si può raggiungere con relais termici costruiti in modo che la temperatura dei loro organi attivi cresca proporzionalmente a quella delle macchine.

La fig. 1 rappresenta l'interruttore con relais di questo tipo costruito dalla Società Brown Boveri di Baden, e la fig. 2 mostra la di-

sposizione schematica degli organi principali. In esse è indicato con 1 il relais termico, che è costituito da un pacchetto di liste metalliche isolate e raggruppate o in serie o in parallelo a seconda della corrente. Essendo diverse coppie uguali fra loro e ciascuna formata da due metalli a coefficiente di dilatazione molto diverso, si capisce come al passaggio della corrente il pacchetto s'incurvi, e come lo sforzo che così si genera, cresca col numero delle coppie bimetalliche, si da rendere anche inutile qualsiasi intermediario elettromagnetico per il comando dello sgancio. Di tali relais ne sono montati due per ciascun interruttore sulle fasi esterne: eventualmente ne può essere messo un terzo sul neutro.

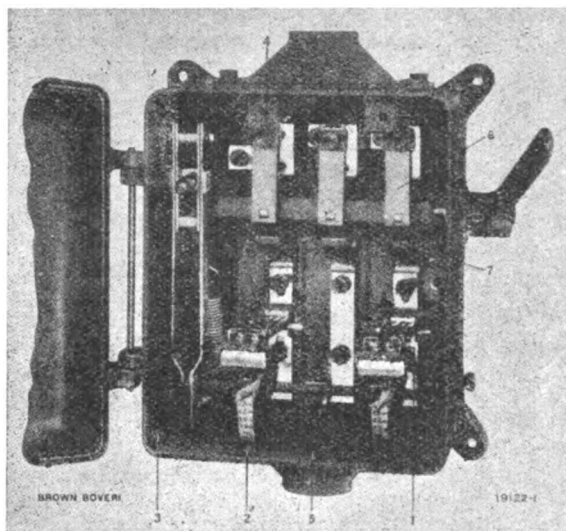


Fig. 1.

Incurvandosi, ciascuno di essi spinge verso il basso un nottolino indicato con 2, questo provoca lo sgancio in 3 e quindi (sotto l'azione di una forte molla) la rotazione dell'albero principale, di materiale isolante, che porta la maniglia di comando e i contatti mobili 7.

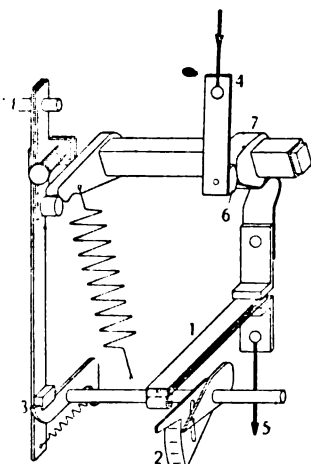


Fig. 2.

Questi si distaccano dai contatti fissi 6, e resta quindi interrotto il circuito fra i punti di entrata e di uscita 4 e 5. Questi organi sono fissati su una robusta tavoletta di terra cotta, e separati sul davanti dal metallo della scatola con un cartone isolante.

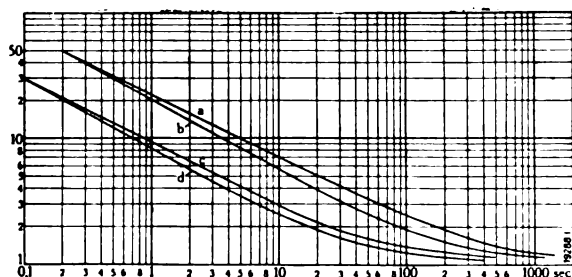


Fig. 3.

Il portello anteriore non si può aprire se l'interruttore non è aperto, rendendo così sicura qualunque operazione di revisione e ricambio. I relais termici, appena scattato l'interruttore riprendono la loro forma normale, cosicchè si può quasi subito riattaccare il motore. Detti re-

lais sono costruiti in dieci tipi, per correnti comprese fra 1 e 100 A e sono intercambiabili con grande facilità.

I motori che possono essere protetti con questi apparecchi sono al massimo da 30 kW per 380 V e da 18 kW per 220 V. La tensione massima prevista per l'interruttore è di 660 V.

L'apparecchio così costruito presenta un'inerzia termica confrontabile con quella dei motori: le strisce bimetalliche isolate fra loro si riscaldano reciprocamente presso a poco come avviene per i conduttori, e l'effetto della scatola metallica è paragonabile a quello della massa dei motori. Si capisce quindi come si venga automaticamente a tener conto anche della temperatura ambiente, e come pur regolando la corrente di scatto (ciò che è possibile alzando più o meno il pezzo 2) essa sia sempre legata alla durata del sovraccarico.

La fig. 3 mette in confronto la corrente di scatto del relais in funzione del sovraccarico (curva b) con la corrente massima ammissibile nel motore (curva a), partendo da freddo. In d e c sono riportati rispettivamente gli stessi valori, partendo da un servizio continuo a potenza nominale: (riscaldamento nel motore circa l'80 % del massimo ammissibile). Le prove sono state fatte ad una temperatura ambiente di 20°.

G. Pa.

ELETTROCHIMICA ED ELETTROMETALLURGIA.

P. ALEXANDER — **Saldatura ad arco in idrogeno ed altri gas.** (Gen. El. Rev., marzo 1926, pag. 169).

I due problemi, che interessa specialmente di risolvere nella saldatura ad arco, sono quelli di ottenere una elevata velocità di saldatura e una buona duttilità nel prodotto saldato. Il primo si può risolvere coll'aumentare la corrente, mentre il secondo è di più difficile soluzione, date le alte temperature che si devono raggiungere e il breve tempo in cui avviene il raffreddamento: sulla duttilità influisce la presenza di ossidi e di composti del ferro coll'azoto; perciò l'A. si è proposto di eliminare intorno alla zona di saldatura la presenza dell'ossigeno e dell'azoto per impedire la formazione di tali prodotti nocivi alla buona riuscita della saldatura stessa. Dopo vari tentativi è giunto ad usare a questo scopo idrogeno puro, coi migliori risultati. L'A. ha riscontrato essere necessario disporre di una maggiore tensione nell'arco: ma questo, a parità di corrente, importa un maggiore impiego di energia e perciò consente di raggiungere una temperatura più elevata. Inoltre la velocità di saldatura risulta maggiore che non nell'aria, anche perchè non occorre smussare i bordi delle superficie da saldare e la zona di saldatura risulta perciò più stretta. Così usando una corrente di 180 ampere a 60 volt, si poté saldare delle lamiere per caldaie dello spessore di 6 mm alla velocità di m 1,80 circa all'ora. Come si è detto con questo metodo l'arco è mantenuto all'interno di una corrente di idrogeno che brucia nella sua parte esterna a contatto coll'aria; ma poichè gli elettrodi sono interamente circondati dall'idrogeno, è eliminata la possibilità che il metallo da saldare venga in contatto dell'aria. Inoltre l'idrogeno agisce anche chimicamente, perchè una parte di esso è dissociato allo stato atomico e la sua grande affinità per l'ossigeno impedisce che coll'ossigeno si combini invece il metallo da saldare. Si giunge così nel ferro puro saldato con questo metodo ad un limite di elasticità di 29 kg per mm², mentre per il ferro saldato nell'aria tale limite è raggiunto a soli 20 kg per mm².

Furono fatte prove anche per sostituire all'idrogeno altri gas o miscele di gas contenenti idrogeno e capaci di cederlo durante l'operazione: tra queste fu provato il gas acqua, miscela in parti uguali di idrogeno e ossido di carbonio con risultati ancora migliori che per il solo idrogeno. Furono anche fatte prove per eseguire la saldatura in un'atmosfera di idrogeno e azoto con ottimo successo: le proporzioni della miscela dei due gas possono anche essere variate entro ampi limiti. Coll'uso di queste miscele si ha anche un mezzo più facile di immagazzinare il gas necessario alla saldatura.

C. G. E. (*)

(*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Co. Gen. di Elettricità.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

A. HOYT TAYLOR — **Osservazioni sulla propagazione delle onde corte.** (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. 13, N. 6, dicembre 1925, pag. 677).

Le osservazioni di numerosi sperimentatori circa il modo di comportarsi delle onde corte nei riguardi degli effetti a distanza, sono ormai numerose (*). In generale però, i diversi osservatori hanno limitato la loro indagine su onde la cui lunghezza variava in una gamma più o

(*) Si veda per esempio:

L'Elettrotecnica 1924, Vol. XI, pag. 907 e Boll. R. T., Vol. III, N. 29, pag. 135.

L'Elettrotecnica 1925, Vol. XII, pag. 226 e Boll. R. T., Vol. III, N. 30, pag. 182.

L'Elettrotecnica 1925, Vol. XII, pag. 348 e Boll. R. T., Vol. III, N. 31, pag. 218.

meno ristretta, e non sempre i risultati cui sono giunti, sono stati sottoposti a critica comparativa.

L'A. riassume per contro in un'unica sintesi, i risultati di osservazioni, eseguite in circostanze varie, riflettenti il comportamento di onde la cui lunghezza era compresa fra 3000 e 15 metri e nella supposizione che la potenza nell'aereo trasmittente sia di 5 kW. I risultati stessi sono riassunti nel grafico riprodotto in fig. 1, l'interpretazione del quale è illustrata dai seguenti esempi:

Mano a mano che la frequenza aumenta, le zone di incertezza diventano più estese e vengono aggravate da zone di « silenzio » o « scomparsa » dei segnali. Queste ultime si originano particolarmente durante le notti d'inverno, ma diminuendo la lunghezza d'onda si verificano anche durante le notti d'estate ed anche di giorno. Così a 10.000 kilocicli ($\lambda = 30$ m), di notte, sia d'inverno sia d'estate, e di giorno, si hanno zone di silenzio più o meno pronunciate.

Secondo l'A. quello che è stato notato nei dintorni di 15.000 kilo-

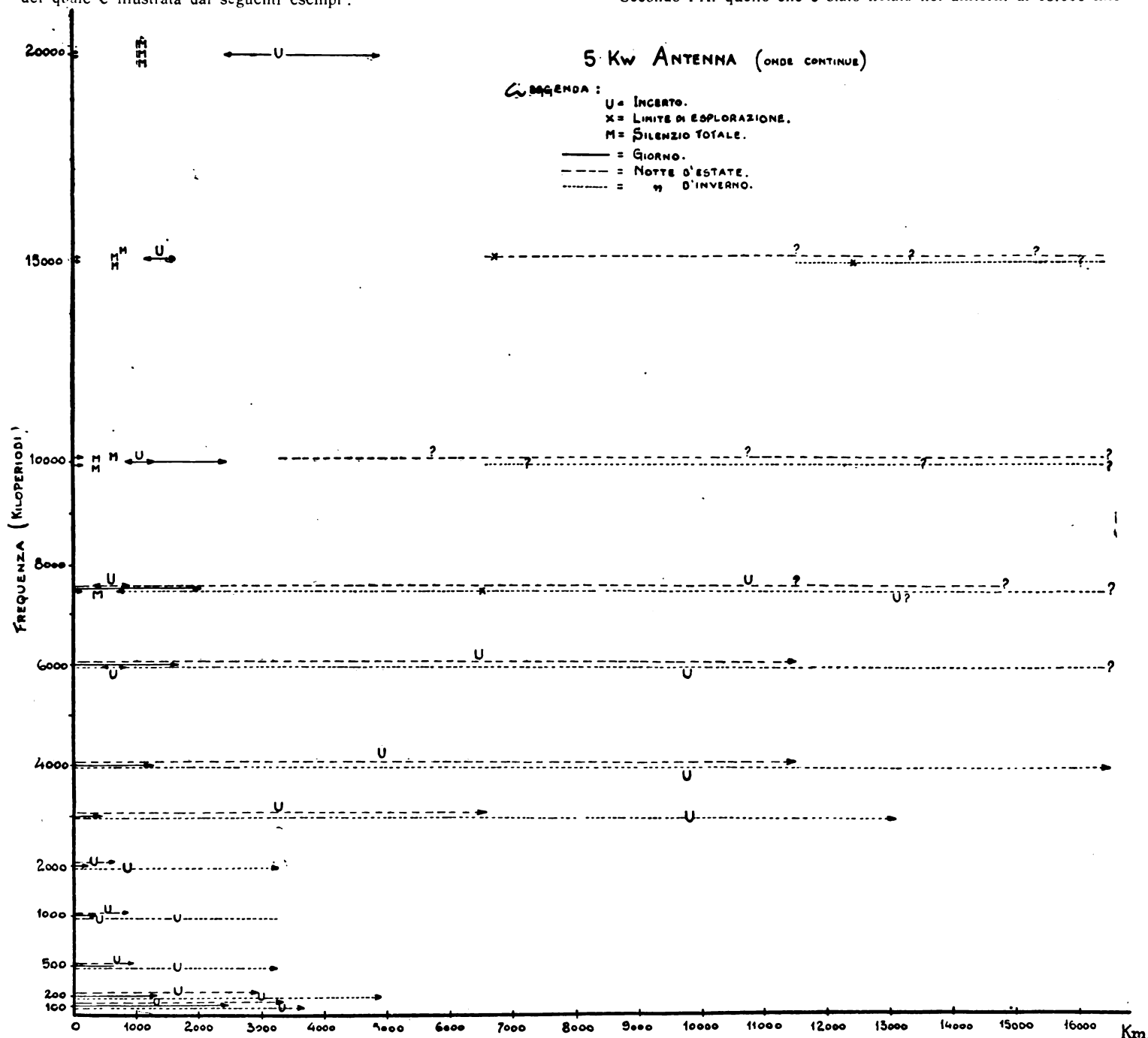


Fig. 1.

Riferiamoci alla lunghezza d'onda corrispondente alla frequenza di 4000 kilocicli per secondo ($\lambda = 75$ m). Con essa, il raggio di azione per comunicazioni di giorno non supera i 1200 km; per comunicazioni notturne estive si giunge a circa 11.200 km, ma esse divengono incerte (indicazione U del diagramma) dopo i 4800 km. Per comunicazioni notturne invernali si può bensì giungere fino a 16.000 km, ma dopo i 9600 km cominciano le incertezze.

Particolarmente interessanti sono alcuni fenomeni che si originano in certe regioni di frequenze. Così, a 3000 kilocicli per secondo ($\lambda = 100$ m), le comunicazioni di giorno hanno un raggio d'azione più grande di quello relativo a 2000 kilocicli; risultato che è l'opposto di quanto accade per frequenze inferiori a 2000 kilocicli. D'altra parte, sempre nella regione fra i 2000 e 3000 kilocicli, si nota che il raggio di azione per comunicazioni notturne aumenta sì con l'aumentare della frequenza, ma l'aumento stesso è senza confronto più grande di quello che l'esame del comportamento per frequenze più basse di 2000 ci autorizzerebbe a prevedere.

In corrispondenza di 6000 kilocicli si nota che per zone relativamente prossime al trasmettitore (da 240 a 640 km) la ricezione dei segnali diventa incerta durante le notti d'inverno, per tornare normale dopo tali distanze.

cicli ($\lambda = 20$), è degno di rilievo. Qui, la zona di silenzio durante il giorno si estende fino a circa 1120 km dal trasmettitore, ma al di là di questa, almeno fino ai limiti esplorati (6400 km), la ricezione dei segnali sarebbe ottima. Il raggio d'azione per trasmissioni notturne con lunghezze d'onda corrispondenti a 15.000 kilocicli, sembra possa estendersi con successo fino a 16.000 km.

E' da notare che il grafico della figura 1, riassumendo i risultati sperimentali, si riferisce a comunicazioni fra punti situati all'incirca sullo stesso meridiano. Ciò non pertanto, esso può essere utilmente applicato anche per comunicazioni fra punti fra cui esistano differenze nel tempo, sottintendendo che allora deve esservi una certa elasticità di interpretazione.

L'A. conclude che chi esamina la fig. 1 nel suo insieme, non può non convenire sugli enormi vantaggi offerti dalle onde corte nei riguardi dell'economia di potenza consumata.

V. Go.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benefici della Associazione.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

La Conferenza di Marconi all'Augusteo.

La stampa politica ha dato come si conveniva ampie notizie della Conferenza tenuta il 20 corrente all'Augusteo, in presenza dei Sovrani d'Italia, delle LL. EE. Belluzzo, Ciano, Fedele, Federzoni, Volpi, e di molte altre cospicue personalità, da Guglielmo Marconi, che, aderendo all'invito rivoltogli dalla Federazione nazionale dei Cavalieri del Lavoro, volle personalmente esporre la storia dei tentativi e delle esperienze che lo condussero al sistema di radiotrasmissioni, a fascio. Sul contenuto tecnico della conferenza contiamo di ritornare con maggior ampiezza. Qui, nell'associarci al plauso rivolto all'Illustre inventore, riportiamo intanto il telegramma indirizzatogli dal nostro Presidente Generale e quello di risposta del Sen. Marconi.

Senatore Marconi - Roma.

Nel giorno in cui dopo le prove ufficiali inglesi voi esponete all'Augusteo in presenza della Maestà del Re e del Duce del Fascismo redentore d'Italia i procedimenti mirabili con cui la Radio si avvanza nel campo industriale di economie impensate nonchè della tanto auspicata segretezza, procedimenti già lumeggiati nella vostra memoria conferenza di Bologna all'Archiginnasio, vi giunga il plauso altissimo della Associazione Elettrotecnica Italiana, tutta spiritualmente presente, che già nel 1903 vi proclamò in Campidoglio benefattore dell'Umanità.

SARTORI - Presidente.

Prof. Sartori - Presidente A. E. I.

Non so esprimerle profonda mia riconoscenza per suo telegramma tanto lusinghiero e tanto gentile che mi giunge doppiamente gradito perchè inviatomi da Lei ed a nome dell'Associazione Elettrotecnica Italiana della quale non dimenticherò mai accoglienza tanto affettuosa accordatami nella nostra cara Bologna.

Con cordialissimi saluti affettuosissimo

GUGLIELMO MARCONI.

L'A. E. I. era ufficialmente rappresentata nella solenne adunanza dal Vice Presidente Generale Ing. U. Del Buono.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

Sui disturbi atmosferici. — Le nostre cognizioni sulla natura dei disturbi atmosferici i quali, come è noto, ostacolano in misura più o meno ampia le comunicazioni radio, sono invero assai incerte. Le molte osservazioni che a tal proposito sono state fatte da numerosi sperimentatori, si riassumono in ciò che, in generale: a) l'entità dei disturbi aumenta con l'aumentare della lunghezza d'onda; b) la loro densità è più grande durante la stagione estiva che durante quella invernale, ecc. (1).

Ma i disturbi, hanno direzioni definite di provenienza? E sotto qual forma essi si manifestano: sotto forma oscillatoria o aperiodica? La loro presenza è in relazione, ed entro quali limiti, con l'esistenza di tempeste più o meno prossime ai centri di ricezione? Varie ipotesi sono state formulate per rispondere con sufficiente attendibilità a questi ed altri interrogativi che sorgono spontanei ai tecnici radiotelegrafisti e, di esse, L. W. Austin, nel n. 1 dei Proc. Inst. Radio Eng. (vol. 14, febbraio 1926, pag. 133) dà un breve riassunto critico.

Secondo l'A., e dipendentemente dalle osservazioni da lui eseguite, sembrerebbe che i disturbi atmosferici, almeno in certe regioni, avessero direzioni prevalentemente definite. Così, negli Stati Uniti di America, in vicinanza della costa Atlantica, essi proverrebbero dal S. W., mentre sulla costa della California proverrebbero dalle regioni montane circostanti alla stessa.

Circa poi la forma sotto cui gli atmosferici si manifesterebbero, l'A. è del parere che un notevole contributo all'argomento è stato apportato da W. Watt con i suoi ben noti (2) rilievi oscillografici di disturbi. Tali rilievi porterebbero a concludere che, in generale, la legge che governa il modo di variare della tensione indotta da un atmosferico è aperiodica; peraltro, chi esamini minutamente gli oscillogrammi in parola, non può non rimarcare come all'andamento generale aperiodico del disturbo, si sovrappongono oscillazioni ad alta frequenza. Orbene, secondo l'A., sono appunto tali oscillazioni che dovrebbero identificarsi con le reali cause dei lamentati atmosferici.

V. Go.

(1) U. SORDINA: *I moderni impianti di ricezione radiotelegrafica.* — *L'Elettrotecnica*, n. 27, vol. X, 1923 e Pubbl. n. 25 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

(2) loc. cit., nota (1).



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXXI RIUNIONE ANNUALE

BRESCIA - 1-7 Settembre 1926

Verbale della 1ª Seduta

1º settembre 1926 - ore 15.

Presidente: Apre la seduta ed invita il collega Barbagelata a voler richiamare i concetti esposti nella sua relazione: «Apparecchi e dispositivi contro le sovracorrenti» e nelle altre sue memorie presentate in argomento. (Vedere relazioni pubblicate nei n. 23-24, 27 e 28 de *L'Elettrotecnica*, vol. XII, 1925; e pag. 123-140 del IV volume Rendiconti - Riunione di Napoli, 1925; nonchè la memoria «Sulla protezione differenziale delle linee». *L'Elettrotecnica*, volume XIII, n. 23-24 del 15-25 agosto 1926, pag. 522).

Barbagelata: Data la brevità del tempo non mi è possibile riassumere completamente la relazione presentata a Napoli, e perciò richiamo l'attenzione dei Colleghi sulla relazione generale fatta l'anno scorso, accennando soltanto a quei punti che sono degni di discussione.

Un primo punto è quello dell'auto-protezione degli apparecchi di protezione. Questo argomento a Napoli è stato abbordato ma non discusso. Un secondo punto di grandissima importanza è quello della costruzione di interruttori. Tutti i sistemi di protezione sono basati sull'ipotesi che gli interruttori facciano il loro compito, quindi tutto il problema della costruzione degli interruttori potrebbe essere esaminato dai colleghi particolarmente competenti. Venendo particolarmente agli apparecchi di protezione vera e propria avevo indicato come degno di certa attenzione la classificazione di relais e dei segni grafici che li rappresentano. C'è in questo campo una notevole confusione fra le diverse Case ed i diversi paesi, ed è certo che prima o poi la Commissione Elettrotecnica Internazionale si occuperà della cosa.

Una questione che mi sembra degna di osservazione e di discussione è quello dei relais a caduta di tensione. I relais a caduta di tensione sono stati introdotti da alcuni anni nella tecnica in sostituzione degli antichi relais a tempo fisso o a tempo inverso, che non garantiscono assolutamente una protezione selettiva. I relais a caduta di tensione si basano sul fatto che la tensione si abbassa tanto più quanto più si è vicini al punto in cui si verifica il corto circuito. Questi relais, che sono già entrati largamente nell'uso, hanno forse avuto qualche applicazione anche in Italia, e sarebbe interessante conoscere anche il risultato dell'esperienza.

Altro punto da considerare è quello dei relais a squilibrio che rappresentano una novità di questi ultimi anni e da noi in Italia hanno avuto brillantissima realizzazione nel selettore dell'Ing. Modigliani. La questione però che ritengo di maggior importanza è quella che si può chiamare il punto debole della protezione differenziale. E' noto che tutti i sistemi hanno il grande inconveniente della intemperatività del funzionamento. Il relais dovrebbe funzionare quanto la corrente a monte cessa di essere eguale a quella a valle. In caso però di fortissima sovracorrente poi può darsi che per caratteristiche non identiche di riduttori o di relais abbia luogo un funzionamento intempestivo, ciò che ha nociuto al loro rapido sviluppo. L'ultimo punto che io avevo additato nella mia relazione dell'anno scorso all'attenzione dei miei colleghi era lo studio del regime perturbato che avviene su di una rete complessa al manifestarsi di un guasto su un punto di essa. Questo regime transitorio, può essere complicato dalla presenza nel sistema di centrali con sistemi diversi di regolazione automatica delle correnti, che hanno quindi inerzia diversa.

Questa era la sostanza della mia relazione. L'anno scorso a Napoli ho presentato anche altre due brevi memorie, una sulla protezione differenziale di linee, mostrando come con poche semplificazioni si potessero esprimere — con formule algebriche semplici — le caratteristiche di tutti i sistemi differenziali per linee che sono di solito usati.

La memoria che presento è la seconda parte dello stesso studio, in quanto contiene gli schemi pratici a cui si riferiscono le considerazioni della prima parte.

Presidente: Lei che ha studiato intimamente questi sistemi di protezione, ci potrebbe parlare di impianti dove questi schemi siano stati adottati.

Barbagelata: Confesso che questa mia conoscenza non è molto completa e dettagliata. L'apparecchio Modigliani è stato installato dall'Azienda Elettrica ed alla Edison a Milano, a Napoli sono montati dei trasformatori Ferranti. Il mio studio ha più un carattere teorico che di esperienza pratica.

Presidente: Allora rivolgo domanda ai colleghi presenti per sa-

pere chi ha degli impianti in cui siano applicati apparecchi a relais del tipo differenziale.

Selmo: A Napoli abbiamo applicato il tipo Ferranti sulla rete che collega la nuova centrale termica colla centrale termica della Bufola. Richiedono però questi relais una cura particolare per la loro installazione in quanto che bisogna che i manchons siano accuratamente isolati magneticamente perchè attraverso alle staffe di ferro che li portano pare che si formino delle correnti parassite le quali alterano l'andamento del flusso interno del manchon.

Presidente: Vorrebbe dirmi il collega Ing. Righi se le linee sotto il suo controllo o le linee della Società Adriatica hanno protezione differenziale?

Righi: No, nè sulla rete della Bolognese, nè, credo, su quelle dell'Adriatica se ne adoperano.

De Regibus: Le Ferrovie dello Stato hanno recentemente acquistato dei relais selettori da applicare su linee primarie e dei relais differenziali Ferranti per alternatori, ma non essendo ancora installati non ho notizie sul loro funzionamento.

Palestrino: Noi abbiamo degli apparecchi a protezione differenziale per difendere gli alternatori e i trasformatori dei guasti interni. Questi apparecchi funzionano molto bene, ma non abbiamo mai avuto occasione di vederli a funzionare perchè non abbiamo mai avuto guasti nelle macchine e nei trasformatori, mentre questi apparecchi sono fatti per proteggere le macchine. Essi sono inseriti attraverso trasformatori riduttori e le probabili differenze di caratteristiche provocano talvolta funzionamenti intempestivi.

Per questa ragione è avvenuto che durante un corto circuito fortissimo il sistema differenziale ha funzionato; però ha fatto benissimo il suo compito perchè ha difeso il trasformatore da un corto circuito di diverse migliaia di ampere, corto circuito che avrebbe certamente danneggiato il trasformatore. Il funzionamento intempestivo di questo apparecchio differenziale è stato utile e salutare mentre altri interruttori a relais di massima non hanno funzionato affatto. Le nostre linee protette con sistema differenziale non hanno precisamente il carattere del sistema selettivo, presentato dal Prof. Barbagelata: sono relais a ritorno di corrente, e cioè relais wattmetrici, inseriti sulle linee all'arrivo e quando un guasto avviene in una linea, questi relais dovrebbero funzionare per effetto del richiamo di potenza nel guasto, ma qualche volta non hanno funzionato, perchè l'intensità che va a terra per il guasto non è sufficiente a provocare il funzionamento.

Presidente: Domanda se ha potuto raccogliere delle informazioni da presentarci, sui provvedimenti presi dalla sua Società.

Palestrino: Domanderei di parlare domani perchè a questo proposito ho già preparato delle note.

Righi: Come protezione differenziale di macchine, posso riferire di un caso di mancato funzionamento, per cui il relais fu tolto di servizio.

Presidente: Si è capito il motivo del mancato funzionamento?

Righi: Il relais sembrava funzionasse, e in prove di laboratorio funzionava bene; ma fatto sta che in pratica non ha funzionato.

Presidente: Si capisce che questi relais devono trovarsi nel funzionamento industriale in condizioni molto diverse da quello in cui funzionano nelle prove di laboratorio.

Rebora: Volevo fare una considerazione di massima. Riconosco i meriti dei relais sia di tensione, sia di corrente per certi determinati scopi, specialmente per protezione e selezione di linee. Credo però esista un limite sull'applicabilità dei relais, e dico questo per sfatare un'opinione diffusa in molte persone anche tecniche, vale a dire che i relais servano a proteggere le macchine. Non sono di questo parere, e l'esperienza mi dà ragione. Il relais di tensione per quanto sia rapido, per quanto sia costruito bene, è sempre un apparecchio che funziona in causa del fenomeno perturbatore e trasmette poi il suo ordine ad un interruttore, o apparecchio analogo, il quale finalmente interviene e fa sentire la sua azione. Ora, dato il tempo necessario per far funzionare il relais e dato il tempo in cui si sviluppano i fenomeni transitori, vediamo che i due fenomeni avvengano l'uno dopo l'altro.

La sovratensione (perforazione di isolanti) agisce prima che il relais compia il suo ufficio.

Per il relais di corrente capita qualche cosa di analogo, sempre in funzione del tempo. Il corto circuito è pericoloso per gli effetti elettrodinamici, cioè urti e deformazioni di avvolgimenti che provocano spesso la distruzione della macchina. La corrente deve nascere per fare agire il relais, quando il relais funziona, i primi colpi, le martellate, più forti, sono già avvenute, i relais intervengono tardi, si può dire che essi impediscono solo il perdurare del corto circuito, il che può essere di qualche utilità. Non si può quindi fare grande assegnamento nei sui relais di tensione, nè su quelli di corrente agli effetti della reale protezione delle macchine, contro le sovratensioni e le sovracorrenti.

Barbagelata: Sono d'accordo col collega Rebora per quanto concerne l'insufficienza di tutte le protezioni nei riguardi delle sollecitazioni dinamiche di corto circuito, e non ho che a rileggere quanto ho detto nella premessa della mia relazione di Napoli. Io sono però un po' più ottimista per quanto riguarda la protezione del macchinario perchè talvolta senza i relais e gli altri dispositivi di protezione, si arriverebbe facilmente alla distruzione completa di quasi tutto l'avvolgimento. In relazione a quello che diceva il collega Palestrino, la protezione differenziale delle macchine in Italia ora è molto estesa, e potrei citare 7-8 esempi di centrali in cui gli alternatori sono pro-

tetti da relais differenziali. Certo, l'esperienza poco ci può insegnare perchè fortunatamente gli inconvenienti contro cui ci si protegge non capitano tutti i giorni.

Dato che ho la parola ritengo potranno interessare alcune notizie su quel sistema di *selezione preordinato* descritto nella memoria presentata a Napoli col collega Soldini. Il sistema è in funzione da alcuni mesi nella grande sottostazione di smistamento e trasformazione 65.000/13.000 V delle Acciaierie e Ferriere Lombarde, a Sesto presso Milano, e già in parecchi casi si è potuto constatare l'efficacia del dispositivo essendosi potuto mantenere il servizio dopo aver isolata la linea guasta, in condizioni in cui coi sistemi usuali si sarebbe avuto certamente una interruzione generale.

(Barbagelata, ricorda il concetto informatore del sistema e mostra lo schema della sottostazione della A. F. L.).

Selmo: E' sicuro che nel cavo che resta da solo inserito c'è energia sufficiente per tutti i cavi?

Barbagelata: Generalmente sì. Siccome è un semplice cavo di collegamento se la rete così collegata non ha energia sufficiente avrà a monte un interruttore suo proprio. Lo schema si può del resto attuare in modi diversi, ma sembra risolvere bene il problema di assicurare un servizio privilegiato.

Aggiungo che tutto il dispositivo è stato realizzato senza apparecchi nuovi, utilizzando gli ordinari relais che si trovano in commercio.

Presidente: Do la parola all'Ing. Bosone sulla protezione dei cavi in caso di corti circuiti.

L. BOSONE. — *La protezione dei cavi contro i corti circuiti ed i contatti a terra.* — Vedi *L'Elettrotecnica*, vol. XIII, n. 22 del 5 agosto 1926, pag. 505.

Bosone: La memoria che ho presentata per la discussione in questa sede è stata già pubblicata nel numero del 5 agosto de *L'Elettrotecnica*, e perciò mi limiterò ora a pochi cenni riassuntivi.

Il problema della protezione delle reti di distribuzione contro i corti circuiti ed i contatti a terra va acquistando sempre maggiore importanza in relazione al continuo estendersi delle reti nei grandi centri di consumo, e ciò in relazione al duplice fatto che, coll'aumentare dell'estensione di una rete, cresce proporzionalmente la probabilità dei guasti, e nello stesso tempo aumenta anche in proporzione l'entità del danno causato da una interruzione del servizio, perchè aumenta il numero degli utenti interessati.

Negli ultimi tempi si sono notevolmente perfezionati e diffusi i sistemi di protezione selettiva applicati alle diverse parti di un impianto (macchine, trasformatori, linee).

Ricordo che nel caso delle reti sotterranee il problema della protezione selettiva si può così definire:

« Isolare il più rapidamente possibile il tratto di cavo sul quale si è manifestato il guasto coll'apertura automatica di due interruttori di estremità, evitando interruzioni e perturbazioni nel resto dell'impianto ».

Il Prof. Barbagelata nella sua relazione presentata lo scorso anno al Congresso di Napoli, ha molto chiaramente esposto i principi fondamentali sui quali si basano i molteplici sistemi adottati o proposti per la protezione selettiva delle varie parti di un impianto, ed in una successiva nota ha trattato particolarmente della protezione delle linee e delle reti soffermandosi ad esaminare e discutere in modo speciale quei dispositivi in cui il funzionamento dei relais è basato sulla ripartizione della corrente di guasto fra diversi feeders funzionanti in parallelo in relazione alla posizione del guasto stesso.

Questi dispositivi hanno il notevole vantaggio economico di non richiedere cavi di costruzione speciale o cavi ausiliari con fili piloti e di essere quindi anche applicabili agli impianti esistenti, ma, per il principio stesso sul quale si basano, presentano l'inconveniente che la loro sensibilità dipende dalla posizione del guasto e dal numero dei feeders in servizio, e può diventare nulla od insufficiente in casi particolari.

Lo scopo della mia memoria è di illustrare alcuni dispositivi applicabili particolarmente alle reti in cavo, in quanto che richiedono l'impiego di cavi speciali o di speciali trasformatori di intensità applicabili soltanto alle condutture in cavo. Essi danno luogo ad un sensibile aumento nel costo di installazione della rete, ma offrono certamente, rispetto ai sistemi sopra accennati, il notevole vantaggio di una maggiore sicurezza di funzionamento in quanto che i relais di selezione sono azionati dalla sola corrente del feeder da proteggere e quindi la protezione di ciascun feeder avviene indipendentemente dalle condizioni degli altri.

Ho creduto interessante far conoscere con qualche dettaglio questi dispositivi che hanno già avuto all'estero diverse applicazioni, perchè nella nostra letteratura tecnica non si trovano che pochi cenni di essi.

Ho dapprima esaminato i dispositivi derivati dal più vecchio e ben noto sistema *Merz-Price con fili piloti*, illustrando alcune disposizioni ausiliarie che furono adottate per l'applicazione ai feeder di notevole lunghezza allo scopo di ridurre gli effetti perturbatori che nel funzionamento dei relais possono causare le correnti di capacità sia della linea che dei fili piloti.

Questi dispositivi possono effettivamente impiegarsi anche nel caso delle linee aeree, ma per i cavi essi riescono più economici perchè i fili piloti possono racchiudersi nel cavo stesso con un lieve aumento del suo costo.

Ho poi descritto una serie di dispositivi, specialmente usati in Inghilterra ed in America, che si basano sull'impiego di cavi di co-

struzione speciale, nei quali il conduttore di ogni fase viene suddiviso o sdoppiato in due conduttori, detti conduttori elementari, generalmente di eguale sezione, disposti in parallelo e fra loro separati da un debole spessore isolante.

In condizioni normali la corrente si ripartisce in parti eguali fra i due conduttori elementari, ma se un guasto determina una derivazione sopra uno di essi, l'equilibrio delle correnti è rotto, e lo squilibrio è utilizzato, mediante opportuni trasformatori di intensità ad azione differenziale, per fare agire i relais di selezione.

Sono particolarmente interessanti in questi sistemi alcune disposizioni ausiliarie studiate per assicurare una buona sensibilità di entrambi i relais di estremità per qualunque posizione del guasto lungo il feeder.

Notevole ed ingegnosa è pure una disposizione cosiddetta a quattro conduttori nella quale si realizza una notevole economia sdoppiando uno solo dei conduttori delle tre fasi, pur mantenendo il sistema sensibile ai guasti su tutte e tre le fasi col giuoco di adatti trasformatori ad azione differenziale.

Ho classificato in una terza categoria i sistemi fondati sull'impiego del trasformatore Ferranti il cui principio è pure noto. Si tratta di un trasformatore costituito da un semplice nucleo di ferro laminato che circonda il cavo e sul quale è disposto un solo avvolgimento (il secondario) che alimenta il relais. Il primario è formato dai conduttori stessi del cavo coi quali il nucleo magnetico è concatenato.

In condizioni normali non vi è flusso nel nucleo, perchè la somma delle correnti delle tre fasi è nulla. Ma se una derivazione a terra si stabilisce sopra uno dei conduttori del cavo questa condizione non è più soddisfatta, ed una corrente indotta nel secondario fa agire il relais.

Un tale sistema può essere usato senza fili piloti per la protezione di una rete di tipo radiale, oppure con fili piloti per la protezione selettiva di un complesso di feeder funzionanti in parallelo.

Infine ho considerato un'altra categoria di sistemi che richiedono l'impiego di cavi speciali nei quali sono disposti degli schermi metallici intorno a ciascun conduttore isolato od al complesso dei tre conduttori isolati nei sistemi trifasi.

L'arco stesso che in caso di guasto si forma fra il conduttore e lo schermo, chiude un circuito che comprende una batteria di accumulatori ed i relais i quali producono l'apertura degli interruttori di estremità.

Alcune considerazioni, colle quali ho chiuso la mia relazione, potrebbero servire di spunto ad una discussione sull'argomento.

L'appunto che generalmente si fa ai sistemi di protezione selettiva ed al quale ha già accennato il Prof. Barbagelata, è il pericolo di funzionamento intempestivo facilitato dalla grande sensibilità e prontezza di azione che devono avere i relais per assicurare la selettività e dalla delicatezza che si richiede nelle operazioni di montaggio e di regolazione.

Sono specialmente soggetti a questi inconvenienti tutti i sistemi ad azione differenziale nei quali lo stato di riposo dei relais dipende da determinate condizioni di equilibrio fra le correnti che difficilmente si possono mantenere nei limiti di esattezza richiesti in tutti quei casi per i quali il dispositivo dovrebbe restare insensibile. In particolar modo si possono avere funzionamenti intempestivi dei relais durante le manovre di attacco o distacco del carico, in caso di sovraccarichi momentanei o di corti circuiti prodottisi in un punto della rete a valle del feeder protetto.

Da questo punto di vista appaiono come particolarmente vantaggiosi, perchè esenti da questo difetto, i sistemi con cavi schermati, poichè in essi i relais sono direttamente azionati dalla corrente di guasto, ed il loro stato di riposo non dipende da speciali condizioni di equilibrio delle correnti.

Ma un altro criterio più generale deve tenersi presente nel problema della protezione delle reti e potrebbe formare oggetto di discussione.

Dal momento che i diversi sistemi automatici ai quali ho accennato comportano un sensibile aumento delle spese di impianto, viene naturale di domandarsi se e fino a qual punto non convenga piuttosto impiegare lo stesso capitale in quegli accorgimenti costruttivi e di installazione che valgano a diminuire la probabilità dei guasti.

Nel caso dei cavi tali accorgimenti sono:

Aumento dello spessore isolante per dare al sistema maggiore resistenza contro i guasti di origine interna.

Rafforzamento della protezione meccanica del cavo in posa contro i guasti di origine esterna.

Una serena discussione sulla convenienza di impiegare i sistemi automatici di protezione selettiva nelle reti di distribuzione dovrebbe essere anzitutto impostata sulla conoscenza di un certo numero di dati statistici sui risultati della pratica applicazione dei sistemi stessi, dati che finora non mi è stato possibile di rintracciare.

E' naturale quindi che allo stato attuale della questione, davanti ad una così grande varietà di sistemi proposti, il progettista resti imbarazzato e perplesso nella scelta, spesso anche per difficoltà inerenti a questioni di brevetti.

Ritengo ad ogni modo che sia da augurarsi che i sistemi di protezione selettiva, come già è stato fatto per l'applicazione alle macchine ed ai trasformatori, vengano pure sperimentati su più larga scala nei nostri maggiori impianti nella applicazione alle reti di distribuzione, e che i risultati di tali pratiche applicazioni vengano resi noti e discussi fra i tecnici competenti.

Soltanto in tal modo si potranno avere più sicuri elementi di scelta dei diversi sistemi e potrà risultare la convenienza tecnica ed economica della loro pratica applicazione.

Presidente: Ringrazio per l'interessante esposizione fatta e La prego di rimanere per sentire se qualcuno dei colleghi desidera avere delle spiegazioni.

Bosone: Non credo che in Italia siano stati applicati questi sistemi salvo un caso di una applicazione del sistema Ferranti nella rete di Napoli in cui si è usato un sistema combinato con relais vattmetrici allo scopo di eliminare i funzionamenti intempestivi.

Palestrino: Ho letto la relazione del collega Bosone e specialmente la parte così interessante per salvare i cavi dai guasti. E' un problema che ci ha interessato tutti quanti. Noi abbiamo oltre 100 km di cavi a 22.000 volt, ma devo dichiarare che tutti questi schemi nella pratica non sempre si possono adottare perchè in una rete già esistente, si trovano cavi che partono da una stazione e vanno a finire a varie stazioni trasformatrici. Nel caso nostro poi questi cavi possono essere allacciati da varie parti. Non ho trovato il modo di risolvere praticamente questo problema perchè oltre a tutto occorrerebbe una quantità di cavi piloti, ciò che complicherrebbe molto il sistema. Non voglio con questo svalutare menomamente lo studio dell'Ing. Bosone. Anzi sono sempre a contatto con lui per lo studio delle nostre reti di cavi e per cercare di eliminare gli inconvenienti di esercizio, ma è una questione difficile trovare soluzioni perchè i sistemi di protezione esposti vanno bene dove dei cavi paralleli partono ed arrivano alle stesse sbarre, non nei casi reti esistenti e create con altri criteri.

Vorrei che lo studio si orientasse su qualche cosa che selezionasse il cavo col concetto che il Prof. Barbagelata aveva accennato, che è cioè quello di interrompere i cavi selezionandoli secondo la loro importanza. Noi facciamo qualche cosa di simile, ma regolando semplicemente i tempi degli automatici di scatto, sistema che non ha assolutamente l'importanza e la precisione voluta. Ritengo che l'Ing. Bosone, che ha fatto degli studi accurati sui vari sistemi, dovrebbe trovare qualche cosa che all'atto pratico, possa togliere dal servizio i cavi che hanno qualche inconveniente senza disturbare gli altri. Vi è ancora un'importante osservazione da fare, ed è quella del neutro a terra di questi cavi. Tutti i sistemi selettivi che si basano sopra questa condizione comportano delle difficoltà serissime. La rete di Biella, per esempio, ha sperimentato questi sistemi. Una volta messo il centro stella a terra il servizio telefonico non funzionava più.

Questo del neutro a terra è un giustissimo sistema di protezione degli impianti ma sappiamo tutti quanti che ciò allo stato attuale delle disposizioni governative non è possibile. Ho voluto solamente accennare a questi concetti perchè effettivamente la questione della selezione dei guasti la credo una questione che meriti essere studiata seriamente, e l'importante riassunto dell'Ing. Bosone ci pone sulla buona strada, e nello studio delle nuove reti certamente si dovrà tenerne conto.

Bosone: Alcuni sistemi ai quali ho accennato hanno appunto questo vantaggio particolare, che possono effettuare la selezione di un feeder indipendentemente dalle condizioni degli altri, mentre tutti gli altri sistemi che si basano sulla diversa ripartizione della corrente tra conduttori di una stessa fase in feeders diversi sono soggetti agli inconvenienti accennati dall'Ing. Palestrino e non sempre possono funzionare in buone condizioni.

Barbagelata: Nel caso di una rete complessa come quella da cui accenna l'Ing. Palestrino, parrebbe che la soluzione dovesse cercarsi più con i sistemi a caduta di tensione che non con i differenziali.

Buffa: Dal momento che si è parlato degli apparecchi Ferranti, vorrei fare una piccola rivendicazione personale, ricordando che nel 1911 essendo stato bandito un concorso per un apparecchio di protezione il quale dovesse funzionare in caso di guasti sia di cavi che di linee aeree, non solo brevettai un sistema simile al Ferranti, ma questo apparecchio ottenne il premio del Ministero. Ricorderò che il circuito da proteggere era concatenato con un circuito magnetico, così da dare normalmente un campo magnetico zero. Solo in caso di guasti si aveva sul circuito magnetico un flusso che (mediante apposito circuito elettrico ad esso concatenato) produceva l'azione di un interruttore.

Presidente: Mi compiacio intendere dal collega Buffa della priorità italiana e non mi meraviglio affatto che egli non abbia voluto profittare della sua idea geniale. Vorrei fare ora all'Ing. Palestrino una domanda. Lei ha accennato che nella rete di cavi di Torino lunga 100 km a 22.000 V l'applicazione di questi sistemi di protezione si presenta talmente difficile da rendersi assolutamente inattuabile. La domanda è la seguente: L'applicazione di questi sistemi di protezione a impianti nuovi troverebbe le stesse difficoltà? Questo è un punto da mettere chiaramente in evidenza.

Palestrino: Chiarisco bene il concetto. Come sa l'Ing. Bosone che collabora con me nello studio della rete di Torino ho cercato di mettere in pratica lo studio dell'Ing. Bosone, ma non ho trovato nella nostra rete punti che si presentassero adatti per questi sistemi. Devo però aggiungere che nei nuovi ampliamenti della rete cerchiamo di addensare ad aggiunte di cavi che terminino il sistema di feeders in parallelo, per i quali si può senz'altro applicare i sistemi visti e presentati dall'Ing. Bosone, certo rimangono e rimarranno come punti deboli e non selezionabili i punti di derivazione dei cavi.

Presidente: Volevo sapere se era mai stata fatta qualche applicazione del brevetto Buffa presso qualche Società.

Buffa: Questa applicazione è stata fatta in una piccola Società, l'Apuana.

Presidente: Le sarei grato se oltre a quello che potrà essere raccolto dal resoconto stenografico, vorrà presentare una noticina per mettere in evidenza questa idea da lei già studiata sin dal 1911. Dobbiamo ora occuparci della memoria che si ricollega ai dispositivi, contro le sovracorrenti, cioè di quella dell'Ing. Scolari: « Interruttori a richiusura automatica per alimentatori a corrente alternata ».

T. SCOLARI. — *Alcune note sugli interruttori a richiusura automatica per alimentatori a corrente alternata.* — Vedi *L'Elettrotecnica*, vol. XIII, n. 23-24 del 15-25 agosto 1926, pag. 541.

Falchetto: In assenza dell'Ing. Scolari riassumerò io la sua memoria. Quando un interruttore automatico scatta provvede da sé a richiamare l'attenzione del personale di servizio mediante un segnale luminoso od un campanello d'allarme. Allora il manovratore accorre, tenta di richiudere l'interruttore una o più volte (secondo le istruzioni) e se lo scatto si ripete ancora, passa ad ispezionare la linea per appurare dove il guasto si è verificato. Volendo dunque ottenere la continuità del servizio è necessario che in ogni sottostazione ci sia un personale apposito di vigilanza, che resta per la maggior parte del tempo inutilizzato.

Data la attuale tendenza di avere impianti totalmente automatici era ovvio che si tentasse anche di rendere automatica l'operazione di richiusura dell'interruttore, ed infatti la cosa venne già realizzata dalle grandi Case costruttrici ed applicata con buon esito specialmente in America.

Non mi consta che apparecchi automatici di richiusura di interruttori ad olio siano ancora stati applicati in Italia; e poichè questo argomento si riconnette con lo scopo generale del Congresso di assicurare la continuità del funzionamento degli impianti elettrici, così non mi è sembrato fuori luogo segnalare le possibilità ed i vantaggi di questo genere di applicazioni automatiche.

Dalle statistiche americane stabilite in seguito ai risultati di parecchi anni di esercizio, si riscontrò che l'80 per cento degli scatti degli interruttori automatici sugli alimentatori è dovuto a cause temporanee ed accidentali i cui effetti svaniscono da sé, senza bisogno di ispezionare la linea ed apportare alcun rimedio per eliminarli; di guisa che nell'80 per cento dei casi l'interruttore alla prima richiusura tiene, ed il servizio resta ripristinato senz'altro.

Del rimanente 20 per cento di cause perturbatrici una metà cioè il 10 per cento si elimina da sé dopo la seconda richiusura e l'altro 10 per cento è prodotto da cause persistenti che richiedono una ispezione.

Oltre alla economia di personale, che risulta da quanto si è detto, ed alla maggior prontezza e sicurezza di servizio si possono realizzare economie nella spesa delle condutture, potendo installare gli interruttori stessi in piccole sottostazioni o cabine prossime ai centri di utilizzazione ed evitare così la partenza di un numero troppo forte di alimentatori di grande lunghezza, da una sottostazione unica, la quale non può in generale essere posta in località centrale rispetto alla zona da servire. Inoltre è spesso possibile l'allargamento di questa zona senza essere costretti ad aumentare la sottostazione stessa, pure tenendo accentrati i comandi.

Così le Società esercenti possono migliorare il servizio verso gli utenti, con minore personale e contare per di più sopra una maggiore durata del materiale impiegato, data l'impossibilità di false manovre dovute ad imperizia o disattenzione, e possono estenderlo anche in località remote che per se stesse non rappresenterebbero utenze ricche e tali da giustificare una sottostazione con servizio manuale.

Quest'ultimo elemento non dovrebbe riuscire trascurabile, nelle campagne, e specialmente nelle regioni meridionali e nelle isole.

Gli interruttori a chiusura automatica possono essere applicati ad alimentatori a bassa ed alta tensione e perciò il loro campo di applicazioni non ha limiti.

Per installazioni in locali chiusi tutti gli apparecchi (compreso l'interruttore) che costituiscono l'equipaggiamento trovano posto su di una unica incastellatura, alta circa due metri, mentre gli organi che servono al comando volontario possono essere installati a distanza.

Per installazioni all'aperto fino a 15.000 V l'incastellatura è sostituita da una cabina in lamiera che resta chiusa ermeticamente durante l'esercizio. Sopra i 15.000 V è anche possibile adottare interruttori del tipo per installazione all'aperto ed allora gli apparecchi ed i relais dell'equipaggiamento vengono montati e racchiusi in una piccola custodia.

La richiusura avviene normalmente per tre volte consecutive a distanze di tempo successivamente ritardate allo scopo di non cimentare soverchiamente l'interruttore con scatti ripetuti sotto forti intensità di corrente e dar tempo ai gas formati ad ogni scatto, di evacuare e di riavere l'interruttore in buone condizioni per quanto riguarda la sua capacità di rottura; tuttavia è necessario scegliere un interruttore del 40 per cento più capace, quando si accetti il ciclo che ora esporrò, che è quello più in uso in America.

Gli intervalli di tempo sarebbero dunque i seguenti:

15 secondi	tra il primo	scatto e la prima	richiusura;
30 " "	" "	" "	" "
75 " "	" "	" "	" "

Dopo la terza richiusura, se l'interruttore scatta di nuovo denotando una perturbazione di carattere permanente, il dispositivo di

richiusura rimane bloccato e l'interruttore non può più venire richiuso se non a mano (o su! posto o a distanza) dal personale di servizio.

Per il comando degli apparecchi costituenti il complesso automatico può essere adoperata tanto corrente continua che alternata. La prima, fornita da batterie di accumulatori mantenuti in istato di ricarica continua da un gruppetto di conversione, ha costituita la prima fonte di energia ausiliaria per il funzionamento dei dispositivi automatici ed è ancora preferita negli impianti; ma una delle ragioni del grande sviluppo raggiunto in America dalle installazioni automatiche è appunto l'indipendenza dalle costose batterie di accumulatori. Una delle parti più ingegnose del complesso automatico sta appunto nel comando di chiusura dell'interruttore ottenuto sfruttando opportunamente la forza centrifuga generata da un motore a corrente alternata.

Potrà riuscire certamente interessante conoscere una delle soluzioni adottate da una importante Casa americana per realizzare il programma spiegato prima. Intanto comincerò ad elencare gli apparecchi necessari che sono i seguenti:

Un comando a pulsanti speciale per far funzionare l'interruttore a distanza;

Un interruttore principale, di capacità appropriata, munito di solenoide per lo scatto automatico e di un comando a motore per la chiusura (alimentato attraverso ad un relais ausiliario) e di piccoli interruttori ausiliari trascinati dal suo movimento, che servono a segnalare le manovre avvenute e ad inserire e disinserire il circuito ausiliario di comando dell'organo caratteristico di richiusura.

Una serie di relais scelti secondo il bisogno con propri riduttori di corrente e di tensione per provocare lo scatto automatico.

L'apparecchio di richiusura propriamente detto che chiameremo per brevità **richiuditore** studiato appositamente per lo scopo di sostituire il personale di servizio nei tentativi di ripristinare la chiusura dell'interruttore in olio.

E' da notare che tutti gli organi di questo complesso, eccettuato il richiuditore ed un particolare dei pulsanti, sono costituiti da elementi normali utilizzabili per qualunque altro scopo e sarebbero tutti necessari anche se non fosse richiesta la richiusura automatica.

I pulsanti consistono in due bottoni collegati sulla medesima piastra. Il primo provoca la chiusura diretta dell'interruttore inserendo, attraverso un relais ausiliario, il motore e stabilisce anche l'attacco ma non il funzionamento del richiuditore. Quando la lampada segnale si accende, l'operatore lascia andare il bottone, e con ciò il relais ausiliario e quindi il motore restano disinseriti, ma il contatto relativo al richiuditore permane.

Quando si vuole aprire si tira il secondo bottone e con ciò viene energizzato il solenoide d'apertura e distaccato permanentemente il richiuditore.

Quest'ultimo è composto di vari organi combinati assieme. Il principale di essi è un disco mosso, attraverso riduzioni, da uno speciale motorino sempre inserito. Il disco però è agganciato da una leva nella sua posizione iniziale e non può girare; ma quando l'interruttore scatta, producendo la chiusura di uno dei suoi piccoli interruttori ausiliari, viene completato il circuito di una bobina che svincola la leva di appoggio ed il disco comincia a girare. Ora questo disco è provvisto di varie braccia snodate, disposte lungo la periferia; la distanza angolare di esse corrisponde ai tempi che devono intercedere fra ogni richiusura, il loro numero al numero di richiusure che si vogliono ottenere. Lo scopo di queste braccia è intuitivo; esse arrivano ad un dato momento a premere su dei contatti fissi del richiuditore e questi completano il circuito del relais ausiliario del motore e provocano quindi la chiusura dell'interruttore in olio. La chiusura di quest'ultimo determina a sua volta l'apertura del piccolo interruttorino già nominato e quindi tutti gli organi che hanno concorso alla chiusura vengono disenergizzati. Però il disco continua a girare lo stesso (perchè il suo motorino è indipendente e la leva non morde) e gira finchè ritorna alla sua posizione iniziale dove si ferma per intervento tempestivo della leva d'aggancio pronta ad entrare nell'apposito intaglio. Le braccia del disco pur agendo meccanicamente non producono naturalmente alcun risultato elettrico.

Se invece subito dopo avvenuta la prima richiusura si produce un nuovo scatto, sempre per merito del famoso interruttorino, (che risulterebbe di nuovo chiuso) non appena il secondo braccio del disco viene a passare sotto ai contatti fissi, questi lanciano un'altra volta corrente nel relais ausiliario e quindi nel motore e l'interruttore torna a richiudersi e si ripete il ciclo. Però se alla terza richiusura seguisse un altro scatto (segnale di guasto permanente) il richiuditore si blocca da sé mediante la medesima bobina di svincolo e non funziona più finchè non si esegue volontariamente mediante i pulsanti una manovra di apertura e poi di chiusura.

Effettivamente il richiuditore è un po' più complesso di quanto risulta dalla descrizione sommaria che ho fatto, perchè ho tralasciato per il momento di descrivere la struttura ed il modo di agire dei contatti fissi del richiuditore. Essi sono veramente due in serie ed agiscono successivamente attraverso una bobina che chiamerò di transito e ciò per evitare che l'interruttore entri in pulsazione, cioè continui ad aprirsi e chiudersi successivamente nel tempo che un braccio resta in posizione favorevole per agire sui contatti stessi, cioè si verifichi quello che gli americani chiamano « pumping ».

Il primo contatto eccita la bobina di transito e questa provvede ad alimentarsi direttamente da sé, anche dopo che il primo contatto viene riaperto, il che segue immediatamente. Essa però ha dato la strada

alla corrente verso il secondo contatto ed è quest'ultimo che provoca la chiusura inserendo il relais ausiliario. Se lo scatto seguisse immediatamente alla richiusura, troverebbe la bobina di transito già disenergizzata e la richiusura non potrebbe più avvenire che quando il braccio successivamente sopraggiungesse per compiere le operazioni dianzi descritte.

Ritengo meriti ancora una menzione speciale il comando di chiusura a motore dell'interruttore principale perchè è col suo mezzo che si è potuto adottare la sola corrente alternata per far funzionare il complesso dianzi descritto.

Questo comando è del tipo verticale a forza centrifuga ed è azionato da un motorino ad asse verticale, ma montato in modo che sia libero di oscillare intorno ad un asse perpendicolare a quello di rotazione per poter adattarsi ai cambiamenti di posizione della leva di comando dell'interruttore. Il motore, girando, fa allontanare dall'asse due piccoli pesi riuniti con braccia snodate a due collari, uno solidale coll'asse e uno libero di scorrere lungo l'asse di rotazione ripetendo la nota disposizione dei regolatori centrifughi.

Il movimento verso il basso del collare mobile determina direttamente la chiusura dell'interruttore.

E' da rimarcare che in questo sistema restano aboliti ganci, nottolini, innesti, molle e qualunque altra complicazione necessaria negli ordinari sistemi di chiusura a mezzo motore. L'azione è positiva e pronta, il motorino si avvia a vuoto ed il suo carico cresce uniformemente fino alla fine.

Questo sistema di comando è stato applicato correntemente non solo a tutti i tipi di interruttori per medie tensioni che sono in generale quelli usati nelle sottostazioni di richiusura automatica, ma anche per grossi interruttori all'aperto fino a 135.000 volt.

Da quanto ho detto finora spero sia entrata la convinzione nei miei illustri ascoltatori che l'applicazione degli interruttori a richiusura automatica sia ormai una cosa pratica e sicura, vantaggiosa per le riduzioni di spese di personale e di condutture, per maggiore elasticità di installazione, per aumento di introiti in seguito alla diminuita durata delle interruzioni; in modo che il maggiore prezzo di fronte ai soliti interruttori è largamente compensato in un breve periodo di esercizio; senza dimenticare che mercè questi equipaggiamenti si giunge ad assicurare il miglior servizio per gli utenti, che è senza dubbio il fine a cui tendono o dovrebbero tendere tutte le aziende esercitanti funzioni di pubblica utilità.

Presidente: Ringrazio dell'interessante comunicazione, e dò la parola al collega Rebora.

Rebora: Una sola spiegazione. Dove l'interruttore di richiusura prende l'energia?

Falchetto: La può prendere dalla stessa corrente che arriva. Però in quasi tutte le città esistono anche delle altre reti che si possono utilizzare a questo fine. D'altra parte mi permetto osservare che spesso i trasformatori di tensione sono inseriti prima dell'interruttore e che la loro protezione è affidata alle sole valvole.

Presidente: Le stazioni automatiche tendono a diffondersi sempre più; in America ed in Inghilterra ne abbiamo già a centinaia. Tutte le manovre di avviamento dei convertitori sono affidati a congegni automatici. Il sistema non presenta inconvenienti degni di particolare rilievo.

Ferrara: Questi sistemi automatici sono utilissimi specialmente in campagna. Varie però sono le cause che possono causare gli scatti degli interruttori. Il rilanciare la tensione sulle linee può essere causa di infortuni. Ad esempio un contadino aveva alzato un palo di un pagliaio sotto la linea e questo si incendiò facendo scattare l'automatismo, ma non essendo stata rilanciata la tensione si evitò l'infortunio alle persone. Non vorrei che un apparecchio di questo genere desse noie legali ai dirigenti.

Falchetto: In molte centrali ho letto delle istruzioni di servizio nelle quali è detto che si deve ridare la tensione dopo un determinato periodo di tempo dallo scatto.

Anche nelle cabine delle FF. SS. in caso di scatto di un interruttore il manovratore deve richiudere immediatamente sopra il corto circuito.

Un socio fa notare che norme di questo genere vengono date in tutte le cabine e che infortuni da esse derivati se ne sono verificati diverse volte senza che nessun giudice abbia emesso sentenza di condanna per nessuno.

Presidente: E' una questione che esula dalle cose tecniche accennare alle responsabilità giuridiche in cui possono incorrere le Società.

Credo che colla propaganda che si va facendo oramai fin dalle scuole elementari sui pericoli dei conduttori dell'energia elettrica si porterà la coltura ad un punto tale che questi inconvenienti diventeranno sempre più rari.

Selmo: Posso dire che la Società Napoletana nel 1914 ha fatto un impianto con una cabina presso Agnano in località lontana da Napoli, installando un interruttore che in caso di scatto si richiudeva automaticamente una volta. Il concetto non è quindi nuovo, ma già applicato da lungo tempo. Questi apparecchi sono adatti specialmente per dove non vi è permanentemente personale: nelle grosse centrali essi non sono necessari, essendovi sempre presenti degli operai.

Falchetto: Ci sono anche delle applicazioni nelle FF. SS. che press'a poco funzionano in questo modo. Automaticamente chiudono un interruttore e lo riaprono dopo passato il treno (cabine tampone).

Barbagelata: Una volta un capo cabina è stato ucciso per una

manovra di questo genere, avendo toccato prima un filo che lo aveva tramortito ed essendo stata ridata la tensione dopo il tempo regolamentare. Fu appunto la seconda scarica quella che lo uccise. Non credo che per questo il direttore di esercizio abbia avuto noie.

Presidente: Dò la parola all'Ing. Laccetti.

L. LACCETTI. — *Le caratteristiche ed i vantaggi della protezione ultrarapida su tutte le reti a corrente continua, con speciale considerazione delle linee di trazione ad alta tensione.* — Vedi *L'Elettrotecnica*, vol. XIII, n. 23-24 del 15-25 agosto 1926, pag. 527.

Laccetti: Nel presentare questa memoria sul problema della protezione ultrarapida delle reti a corrente continua e specialmente delle linee di trazione ad alta tensione, ho creduto semplicemente di dare un rapido cenno delle questioni più importanti che ad esso si connettono, appoggiando il mio breve ragionamento sulla descrizione di uno dei principali tipi d'interruttori ultrarapidi.

Per comodità di esposizione la memoria può considerarsi suddivisa in una premessa e in due parti; nella premessa ho cercato di esporre in brevissimo riassunto il fenomeno della fiammata o flash che in determinate circostanze si verifica nelle macchine a corrente continua; nella prima parte ho rappresentata la necessità di ricorrere alla protezione ultrarapida quando si abbiano linee ad alta tensione, oppure sottoposte a regimi di sovraccarichi particolarmente gravosi, come si verifica, ad esempio, negli impianti di trazione.

Nella seconda parte ho dato un cenno descrittivo di un tipo di interruttore rispondente appunto a tali requisiti e precisamente all'interruttore tipo I. R. della General Electric Co.

Sia la premessa che le due parti, nelle quali per facilità di esposizione ho creduto di suddividere il riassunto della mia memoria, coinvolgono questioni molto complesse e che richiederebbero una lunga trattazione. Ma io mi limiterò semplicemente ad accennarle, sia per brevità, sia perchè per trattarle a fondo occorrerebbero grande competenza e lunga esperienza.

Sul fenomeno della fiammata o flash, che si verifica talvolta sulle macchine a corrente continua, molto è stato scritto e si scrive da autori competentissimi; la bibliografia su questo argomento è così ricca e complessa che rende veramente difficoltoso il ridurre in breve tracciato l'argomento.

Volendo semplificare la questione riducendola ad alcuni dei fattori fondamentale, si può stabilire che il verificarsi della fiammata al commutatore di una macchina a corrente continua dipende dai seguenti elementi sostanziali:

— *tensione elevata fra lamelle del collettore;*

— *forti sovraccarichi* il cui valore più pericoloso si verifica evidentemente nel corto circuito;

— *tempo o meglio rapidità* colla quale avvengono brusche variazioni di una delle due suddette variabili, *tensione e corrente* determinanti il regime della macchina.

Il verificarsi singolarmente o peggio ancora contemporaneamente di tali condizioni porta al flash con le conseguenze dannosissime a tutti note. Relativamente a tale fenomeno entrano in campo altri elementi, che, ripeto, per semplicità di esposizione possiamo trascurare.

Ciò premesso è noto che, per difendersi da tale pericolo che sovrasta sempre su questi tipi di macchine, vengono adottati dispositivi i quali possono suddividersi in:

1) *Dispositivi* che fanno parte della macchina stessa; come speciali porta-spazzole, paraflamme fra linee di spazzole consecutive, barriere a protezione dell'avvolgimento indotto oppure interposte fra raggere portaspaazzole e supporti;

2) *Dispositivi di protezione indipendenti dalla macchina.*

I primi non entrano nel campo di questa esposizione e perciò non mi fermo a considerarli.

Anche dei secondi devo limitarmi all'interruttore, ed anzi a una categoria speciale d'interruttori noti col nome di ultrarapidi.

Quali sono stati i motivi per i quali si è rivelata la necessità di passare dall'interruttore ordinario la cui apertura si effettua in tempi dell'ordine di decimi di secondo a quello ultrarapido nel quale i tempi di apertura si riducono a millesimi di secondo?

Anzitutto bisogna tenere presente un dato di fatto che costituisce il punto di partenza del nostro breve ragionamento e cioè la tendenza ad aumentare sempre più le tensioni di esercizio delle linee per trazione a corrente continua, la potenza delle unità, la loro velocità.

Macchine che si adattano a questo nuovo stato di cose vengono a porsi automaticamente nelle condizioni più acconce per il verificarsi del malanno di cui stiamo occupandoci. Difatti per costruire macchine simili bisogna inesorabilmente peggiorare i valori degli elementi fondamentali che determinano il funzionamento di una macchina a corrente continua, perchè essi sono collegati tra di loro con relazioni fisse, stabili, matematiche: tensione per lamella, velocità periferica del collettore, ampere conduttori per cm. di periferia dell'indotto, spessore della lamella del commutatore, e così v'a, sono dai costruttori di macchine spinte al limite, purchè, s'intende, macchine e l'intero impianto siano convenientemente protetti.

Questo è un dato di fatto dal quale non si può prescindere per procedere nel nostro ragionamento.

Bisogna poi tener conto di alcune leggi di carattere generale che ci spianeranno maggiormente il cammino.

Esse si possono così riassumere:

1) *E' più difficile evitare lo scintillio con carichi varianti rapidamente che con carichi varianti gradualmente.*

2) Però se il carico improvviso ha una durata brevissima lo scintillio, pure iniziandosi, può non avere quell'insistenza e quel volume necessari, perchè esso si trasformi in fiammata.

3) Il valore del carico che produce la fiammata, quando applicato improvvisamente è funzione del tempo necessario per portarlo via. E cioè quando più presto il circuito viene aperto, tanto più alto potrà essere il valore del carico che non causerà la fiammata.

Se ad esempio, con un interruttore ordinario che cominci ad aprirsi in 0,15 secondi vi è un certo carico massimo che non può essere ecceduto senza che si formi la fiammata, con un interruttore ultrarapido che operi in 0,005 di secondo si può fare il corto circuito netto senza che si produca il flash.

Ho riportato, nella memoria, altre proprietà e leggi che esse pure hanno la loro importanza. Da queste ultime e specialmente da quelle che io ho sopra enunciate, emerge l'importanza del fattore tempo nel funzionamento dell'interruttore per la protezione efficace dei suddetti tipi di macchine che operano nelle condizioni delicate, cui ho fatto cenno prima.

Ossia, in conclusione, bisogna raccorciare di molto i tempi di funzionamento dell'interruttore; passare, come indicavo in principio, ad esempio dal decimo di secondo al millesimo di secondo.

Naturalmente per realizzare tale caratteristica di funzionamento bisogna abbandonare i concetti secondo i quali vengono costruiti gli interruttori ordinari sostituendoli con altri più appropriati che possono così riassumersi:

1) Occorre che la corrente principale provochi direttamente, ossia senza l'azione intermediaria di relais, o altri dispositivi consimili, l'apertura dei contatti ove avviene la rottura del circuito.

2) Ridurre al minimo il numero dei pezzi in movimento e il momento di inerzia dell'equipaggio mobile, stabilendo una breve corsa di apertura e usando molle di aperture potenti.

3) Usare un dispositivo per la soffiatura dell'arco, potente, in modo da estenderlo ed esaurirlo rapidamente.

4) Usare, nei vari circuiti magnetici che sono in gioco, materiale laminato per ovviare all'azione ritardatrice delle correnti parassite.

I concetti da me esposti sono stati applicati e realizzati nel tipo dell'interruttore ultrarapido della General Electric Co. di cui ho riprodotto, nella memoria, una fotografia e che ivi ho brevemente descritto.

Senza entrare nei dettagli costruttivi che difficilmente potrebbero essere seguiti senza avere presente l'apparecchio, mi limiterò ad accennare le caratteristiche principali.

L'apertura dei contatti ove avviene la rottura del circuito, operata direttamente dalla corrente principale si ottiene per mezzo di uno spostamento di flusso provocato da uno speciale *bucking bar*, o tripping coil (bobina di scatto), percorsa essa pure dalla corrente principale e che si trova fra la parte fissa e quella mobile del circuito di apertura. Liberata quest'ultima dall'azione attrattiva che la teneva attaccata alla parte fissa, per mezzo di molle potenti lo scatto dell'interruttore è rapidissimo.

E' stata ridotta al minimo la corsa d'apertura, come pure molto ridotta è la superficie fra i due contatti che devono separarsi. Ma per fare ciò bisognava disporre di un potente soffiamento elettromagnetico, ottenuto da una bobina percorsa essa pure dalla corrente principale, la quale bobina di soffiamento riceve, per tensioni molto elevate, l'aiuto di una bobina di soffiamento ausiliaria. Questa dissolve maggiormente l'arco, che si esaurisce fra le varie camere parallele, fatte di materiale refrattario, che compongono il *caminetto* dell'interruttore.

L'interruttore, così sommariamente descritto, risponde a tutte le condizioni per un funzionamento ultrarapido ed infatti praticamente ha dato e dà risultati veramente ottimi. Nella memoria ho riportato alcuni oscillogrammi che confermano appunto quanto io ho asserito.

Ma non va dimenticata una caratteristica importantissima di questo tipo d'interruttore: la proprietà selettiva che ad esso si può conferire mediante l'aggiunta di uno speciale *shunt induttivo* aggiunto alla *bucking bar*.

A seconda della diversa legge con la quale la variazione di carico avviene, varierà l'intensità della corrente che percorre questo *shunt* e quindi la *bucking bar* e perciò l'apertura dell'interruttore avverrà più o meno rapidamente.

Questa caratteristica risponde fedelmente alle condizioni stabilite da una delle leggi da me enunciate e cioè: quanto più alto è il valore del carico o quanto più rapidamente avviene la sua variazione, tanto più presto il circuito deve aprirsi.

Questa condizione viene realizzata — nel tipo d'interruttore descritto — dal dispositivo che ho accennato, il quale risponde effettivamente a tali condizioni di funzionamento richieste. Ho accennato nella memoria al caso di un circuito protetto da due interruttori ultrarapidi aggiustati per la stessa regolazione statica (aumento lento e graduale del carico) ma muniti l'uno di *shunt* molto induttivo, l'altro di *shunt* poco induttivo. Se il carico si stabilisce lentamente i due interruttori si apriranno insieme; se invece l'intensità aumenta rapidamente, l'interruttore munito di *shunt* molto induttivo essendo più sensibile dell'altro, si aprirà per il primo.

Si comprendono facilmente i grandi vantaggi che si possono ricavare da questa preziosissima qualità dell'interruttore da me descritto; specialmente in una rete di trazione. Operando sui suoi elementi fondamentali (*bucking bar*, *shunt* induttivo, tensione di eccitazione della bobina di tenuta) si possono ottenere tutti i risultati de-

siderati per una efficace e logica protezione delle reti e delle macchine.

Sono stati eseguiti esperimenti con questo tipo d'interruttore nell'impianto della Bribano-Agordo con risultati soddisfacentissimi. Esso è in uso nell'impianto dell'Intra-Premeno e verrà installato anche nell'impianto della Benevento-Foggia.

Come ho detto in principio, l'argomento, importante e complesso, avrebbe richiesto una trattazione più ampia di quella che io abbia potuto e saputo fare qui. Ma ho creduto sufficiente di mettere soltanto in luce i principii base che valgono anche per chi non è specialista in materia e conoscendo i quali è sempre possibile — per chi lo voglia o lo debba — approfondire la questione.

Presidente: La questione trattata acquista continuamente maggiore importanza per il diffondersi delle alte tensioni continue. Prego i colleghi di voler chiedere qualche spiegazione all'Ing. Laccetti.

Laccetti: Faremo delle prove esaurienti quando sarà ultimato il macchinario attualmente in costruzione.

De Regibus: Vorrei dare una piccola delucidazione sugli apparecchi ai quali il relatore ha accennato essere in uso presso le FF. SS. L'Ing. Righi quando era ancora da noi aveva studiato tipi di relais basati su concetti simili, ma essi ora non sono più in uso per necessità di semplificare gli impianti. Lo scopo di detti relais era alquanto differente da quello supposto dal relatore; essi dovevano dare tensione ad un breve tratto di linea, detto tratto neutro o tampone interposto tra due lunghi tratti di linea di contatto. Gli apparecchi in questione erano automatici tali che facevano chiudere l'interruttore che dava tensione al tampone solo quando era in tensione tanto la linea di contatto situata da una parte del tampone quanto la linea di contatto situata dall'altra parte del tampone stesso.

Presidente: Prego l'Ing. Rebora di riassumere la sua memoria.

G. REBORA. — Nuove osservazioni sui fenomeni che minacciano gli impianti elettrici. — Vedi *L'Elettrotecnica*, vol. XIII, n. 29 del 15 ottobre 1926, pag. 661.

Rebora: Riassumo le idee esposte a Napoli circa la protezione che noi attualmente usiamo e circa i fenomeni nei nostri impianti elettrici. Si può dire che quasi tutti i dispositivi usati sino ad oggi per proteggerci dagli effetti delle sovratensioni erano basati su concetti semplicistici non rispondenti al vero nella maggior parte dei casi. Gli inventori di apparecchi di protezione (chiamati scaricafulmini) si erano basati su principii astratti e non sui fenomeni reali. La prova evidente è questa: tutti gli apparecchi senza eccezione, danno più noie che vantaggi. In un primo tempo poi gli inconvenienti si attribuivano di solito ai fulmini, questo serviva piuttosto per scaricare... la coscienza, per giustificare l'interruzione avvenuta ed era una ragione abbastanza plausibile da dare agli Utenti i quali davanti ai fulmini non discutevano, e anche al Costruttore la spiegazione riusciva gradita. Mano a mano si sono approfonditi i problemi e si sono studiate le vere cause di questi inconvenienti, si è visto che il fulmine c'entrava una volta su cento ed anche meno. Gli effetti diretti del fulmine sono in realtà assai rari: una prova è questa: linee telefoniche e telegrafiche, di segnalazione, dove non giocano forti potenze pur essendo soggette agli effetti atmosferici danno per contro inconvenienti minimi ed in pratica limitatissimi, vale a dire che le sovratensioni generate dai fenomeni esterni corrispondono per sé stesse a potenze limitate. Le scariche atmosferiche, di potenza limitata in genere possono essere dannose per noi perchè provocano danni gravissimi per ragioni indirette: la sovratensione mette a terra la linea, provoca corti circuiti tra le sbarre, ecc.

La causa fondamentale del danno non è la modestissima scintilla iniziale, ma è la centrale stessa. Gli inconvenienti infatti sono aumentati e continuano a crescere in funzione della potenza dell'impianto. Nella memoria riassunta a Napoli ho fatto una specie di statistica degli inconvenienti che realmente accadono. Ho raccolto osservazioni sparse in un lungo periodo di anni perchè questi fenomeni capitano a distanza di tempo, in punti degli impianti che sfuggono alla nostra osservazione e ricerca. Se questi fenomeni si potessero riprodurre nei laboratori si sarebbe percorso a quest'ora molto cammino sulla via del progresso. I diversi fenomeni considerati a sé e che si presentano in modo sistematico negli impianti si sono potuti raggruppare in categorie caratteristiche.

La perseveranza e la buona volontà, nel notare tutti questi fenomeni a distanza di anni in impianti di natura diversa ha permesso di disporre di un certo materiale non privo di valore. Dal materiale grezzo ho potuto ricavare fatti aventi una fisionomia ben definita, individuando fenomeni che si ripetono in tutti gli impianti.

Quasi tutti gli apparecchi di protezione consistono essenzialmente in spinterometri tra linea e terra. La messa in opera di questi apparecchi ha dato luogo in origine ad inconvenienti gravissimi perchè il sistema si trovava in corto circuito diretto attraverso la terra in occasione d'ogni minima sovratensione.

Per difendersi contro questo pericolo i Tecnici hanno disposto resistenze in serie a questi spinterometri e si è dovuto constatare che più forti erano le resistenze meglio andava il servizio. Il funzionamento degli scarica fulmini con forti resistenze ha dato buoni risultati, ma queste resistenze si sono comportate bene soltanto se largamente proporzionate.

In queste condizioni erano quasi tutti gli impianti sino a poco tempo fa e molti ancora oggi si trovano a questo punto.

L'osservazione fondamentale sulla quale insisto è la seguente:

I fenomeni di sovratensione che si manifestano negli impianti, direttamente od indirettamente provocati da fenomeni esterni si localizzano in certi punti dell'impianto. Si pensava da principio allo « sfioratore » che avrebbe dovuto servire per la eliminazione di quelle cariche anormali che si accumulavano nel sistema. Non è così assolutamente. Questi fenomeni di sovratensione elevatissima si manifestano invece in punti determinati dell'impianto: ad un estremo delle sbarre, in corrispondenza di morsetti di interruttore davanti al relais, davanti al trasformatore di tensione, ecc. Tutti questi punti singolari si rivelano nettamente in pratica.

Qualcuno potrebbe logicamente pensare che queste scariche debbano avvenire nei punti più deboli, per es., dove le sbarre sono più vicine. Ebbene, no l'esperienza dimostra il contrario. Così ad esempio: In un impianto di 70 mila volt si sono avute sovratensioni fortissime tali da provocare archi della lunghezza di m 1,25 tra il filo e la muratura.

Nel medesimo impianto gli isolatori portanti normali sono alti cinquanta centimetri.

Ebbene in nessun punto delle sbarre a 50 cm. dal muro è scoccata una scintilla, ma essa si è manifestata a m 1,25.

In un altro impianto si hanno avuto archi alla distanza di un metro e di un metro e venti, mentre i conduttori si avvicinano presso un riduttore di tensione a solo quaranta centimetri, non hanno mai dato luogo a scariche.

Ultimamente ho esaminato tre trasformatori di tensione di fabbricanti diversi, tipo per 70 mila volt. Essi avevano rispettivamente le seguenti distanze tra i morsetti: 40 centimetri, 75 centimetri e metri 1,25. E si noti erano tutti apparecchi costruiti e proposti per il medesimo scopo.

Ci si può domandare: quali sono questi punti particolarmente indicati come sede di scariche eccezionali?

Questi punti si possono classificare in date categorie. Sono i morsetti di entrata nei trasformatori, specialmente se hanno delle prese sussidiarie per variazioni di rapporto. Questo è un punto pericolosissimo.

I morsetti all'ingresso delle macchine specialmente se costituiti da un passante fissato con viti su manicotto di porcellana. Bastano in questi casi fasciature o manicotti di bakelite per scongiurare il pericolo. E' utile ricordare che si tratta sempre di transitori che si sviluppano in tempi brevissimi.

La perforazione degli isolanti è funzione anche del tempo; altrimenti pochi impianti resisterebbero anche alle ordinarie sovratensioni. Tutti gli angoli nelle condutture sono punti caratteristici. Pericolosissimo a tutte le tensioni è il conduttore messo di punta contro una parete.

Gli estremi liberi delle sbarre sono pure pericolosi. Per avere una scarica di 100 mila volt tra due aghi occorre una distanza di circa 25 centimetri.

Se prendiamo però quali elettrodi due sfere questa distanza si riduce di molto.

Aggiungo ancora qualche altra considerazione sugli isolatori ed altri materiali da quadro. Ammesso questo prodursi di scariche in punti determinati del sistema si capisce come sono inutili gli scaricafulmini che sono causa di inconvenienti gravissimi quando si innescano per ragioni esterne od interne per piccole scintille. Cito ancora a complemento questo fatto: gli scarica fulmini con le loro terre sono causa di un numero enorme di infortuni. Si può dire che la maggior parte degli infortuni capitano per ciò. Ho provato a fare delle esperienze in altro senso a titolo di conferma convinto da un complesso di elementi che lo scaricatore era perfettamente inefficace ed anzi in molti casi dannoso ed ho cominciato in molte cabine a levare la protezione.

Mi è capitato di visitare una cabina di 25 mila volt in cui tutti i vasi delle resistenze a liquido mancavano di acqua. Gli scarica fulmini erano per ciò fuori servizio senza che nessuno se ne fosse mai accorto. In molti impianti si è provato a levare addirittura gli scaricafulmini e si è constatato che il servizio andava meglio. Ultimamente ho praticato questo sistema di esclusione ad un certo numero di impianti con ottimo esito. Ebbi occasione poi di visitare impianti elettrici in Svezia ed in Norvegia. Anche là ho trovato qualcosa di simile. La eliminazione degli scaricatori era in atto colla apertura di tutti i relativi coltelli separatori.

Questo procedimento è stato in realtà ora seguito da molti ma non tutti lo dichiarano per la tema di incontrare responsabilità in occasione specialmente di infortuni. Io credo però sia venuto il momento di affrontare il problema ed avere il coraggio di staccare gli scaricafulmini. Posso dire che ci sono ora molte reti di vaste proporzioni tutte sprovviste di scaricafulmini. Gli impianti dell'Alto Adige a 10.000 V ne sono sprovvisti completamente.

I risultati obbiettivi che si vanno raccogliendo sono sempre positivi. Ultimamente ho raccolto nuovi fatti che confermano completamente le mie conclusioni.

Riguardano ai fenomeni atmosferici che provocano l'innescio di scintille e quindi di archi posso citare questo esempio caratteristico.

Una linea lunga 52 km ed a 40 mila volt, isolata e senza altre linee vicine è stata staccata dalla centrale e messa a terra con dei robusti e grossi coltelli. Questa linea dà scariche e non si può toc-

care. Da questo fatto si vede quanto possa valere uno scaricatore di tensione elettrostatica posto in centrale. Ritengo perciò che installare degli scaricatori dei tipi attualmente in commercio agli affetti delle scariche atmosferiche sia cosa del tutto inutile. Riguardo alla mancata azione degli scaricafulmini ho decine di esempi. Recentemente in una rete di cavi si è formato un violento corto circuito. Al quadro nessun danno. Solamente ad un estremo sono scoccati degli archi a trenta centimetri di distanza tra sbarra e sbarra. Lo scaricafulmini esistente non è entrato nemmeno in funzione. Finisco con l'accennare ancora ad una categoria di esperienze destinate a dare una idea del valore delle sovratensioni. Premetto che io ho dedotto la lunghezza delle scintille dalle tracce lasciate sui telai, i muri, ecc.

Nei casi ben constatati e sicuri ho istituito un rapporto tra la tensione di linea e la tensione necessaria a provocare la scintilla causata dal transitorio. Già sin dal 1913 avevo studiato il fenomeno al medesimo scopo, determinando le distanze esplosive relative non a spinterometri ben definiti, ma ad elettrodi vari, come pareti di cemento, telai di quadri, conduttori diversi. Il risultato è stata una curva (tensione-distanze) più basse del 20 per cento circa di quella relativa alle punte d'ago.

Credo che ogni scarica che avviene tra conduttori, pareti, ecc., possa riferirsi alla mia curva.

Ho studiato parecchi casi di scariche verificate in impianti a 70, 40, 10, 8, 5, kV ricavando il valore efficace della probabile tensione presente nel transitorio in base alle distanze constatate tra i diversi elettrodi.

Naturalmente tale procedimento suppone che il fenomeno perturbatore sia assimilabile alle tensioni industriali. Si giunge con questa ipotesi a sovratensioni dell'ordine di $6 \div 12$ volte la tensione di linea. Non bisogna confondere le scintille con gli archi, questi ultimi possono di gran lunga maggiori. Non è raro il caso, specie in grandissimi impianti a 70 mila volt di archi della lunghezza di un paio di metri.

Presidente: Ringrazio il collega Ing. Reborà per la sua comunicazione. Le opinioni da lui espresse troveranno della opposizione tra molti dei colleghi e la discussione, non dubito, si farà vivace e serrata. Siccome oggi non ci resta tempo sufficiente, rimetto a domattina la continuazione della discussione e prego i colleghi di volere essere presenti alle ore nove.

== PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ==

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA.

Vol. I (ediz. 1923): Dati elettrotecnici sulle distribuzioni di energia elettrica nei Comuni del Regno d'Italia comprese le terre redente L. 20,—
più per postali » 2,—

Vol. II: Elenco delle Centrali di produzione d'energia elettrica coi dati tecnici quantitativi sulla generazione, trasformazione, distribuzione dell'energia elettrica in Italia. » 20,—
più per postali » 2,50

DESCRIZIONE IMPIANTI. - Fascicoli pubblicati:

1° *Impianto di Crego della Soc. Imprese Elettriche Conti.*

2° *Impianti del Tanagro e Aventino della Soc. Meridionale di Elettricità.*

3° *Impianti idroelettrici Piave Santa Croce del gruppo della Società Adriatica di Elettricità.*

4° *Impianti della S. I. P. Breda in Valle Lys.*

5° *Impianto del Temù in Valle Camonica.*

6° *Impianto di Iselle della Società Dinamo.*

7° *Impianto di Valdo della Società Imprese Elettriche Conti.*

8° *Impianti idroelettrici Val Cenischia della Società Forze Idrauliche del Moncenisio.*

9° *Impianto del Matese della Soc. Meridionale di Elettricità*

Prezzo per ogni fascicolo L. 6,—
più per postali » 1,—

MONOGRAFIE DELL'A. E. I.

1. UGO BORDONI: I fenomeni elettrici dell'atmosfera e la protezione degli edifici dalle scariche temporalesche L. 8,—
più per postali » 1,50

2. E. BOTTANI: La moderna matematica dei circuiti trifasi. » 10,—
più per postali » 1,50

3. UGO BORDONI: La fotometria moderna: i suoi problemi e le sue tendenze » 8,—
più per postali » 1,50

4. R. SAN NICOLÒ: Le tendenze moderne nella tecnica degli impianti a vapore » 8,—
più per postali » 1,50

5. G. VALLAURI: Convertitori statici di corrente elettrica: Raddrizzatori - Generatori di oscillazioni - Moltiplicatori di frequenza » 8,—
più per postali » 1,50

6. A. BARBAGELATA: La protezione contro le sovracorrenti. » 8,—
più per postali » 1,50

7. C. RIMINI: Fondamenti di geometria applicata alle correnti alternative » 12,—
più per postali » 1,50

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I. MILANO (103) - Via S. Paolo, 10.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI

GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Le elezioni per la nuova Presidenza.

Il giorno 15 corrente, presso tutte le Sezioni dell'A.E.I., si chiuderanno le votazioni per la nomina della nuova Presidenza generale. Rivolgiamo un nuovo, caloroso invito a tutti i Consoci perchè si ricordino che l'esercizio del voto è non solo un diritto, ma anche un dovere. Il nuovo triennio presidenziale si inizierà con una annata particolarmente gravosa per tutte le manifestazioni internazionali che si svolgeranno nel nostro Paese in occasione del Centenario Voltiano, ed è desiderabile che i nuovi eletti si sentano confortati nel loro lavoro, da una votazione plebiscitaria. Confidiamo pertanto che la percentuale dei votanti abbia a superare quest'anno i valori raggiunti nelle precedenti votazioni.

L'Esposizione di Basilea e il concorso italiano.

Abbiamo dato notizia, a suo tempo, dell'esposizione internazionale del carbon bianco e della navigazione interna, svoltasi negli scorsi mesi estivi a Basilea. Come già lo scorso anno a Grenoble, il concorso degli espositori italiani, nella Sezione idroelettrica, fu cospicuo ed assai ammirato, e ne va riconosciuta buona parte del merito all'Ing. Alessandro Taccani, che ebbe dal Governo l'incarico di organizzarlo. Perchè della riuscita mostra rimanga adeguato ricordo, ne diamo oggi una descrizione, retrospettiva, ma sempre interessante, e cogliamo l'occasione per ricordare che l'anno venturo altra analoga esposizione si dovrà organizzare a Como per il centenario Voltiano. Potrà taluno ritenere eccessivo questo frequente ripetersi di iniziative del genere le quali obbligano gli industriali ad un notevole dispendio di energie; ma si può essere certi fin d'ora che, date le particolari circostanze della prossima mostra, tutti faranno volenterosamente il loro dovere per la migliore affermazione dell'industria nazionale.

La teoria dei quanta.

A qualche lettore potrà parere non giustificata la frequenza con cui in questi ultimi tempi, l'*Elettrotecnica* si è occupata della teoria dei « quanta ». Agli articoli già pubblicati si aggiunge oggi, infatti, quello pregevolissimo del Prof. PONTREMOLI. In realtà si deve riconoscere che la teoria del Planck, sorta con carattere quasi esclusivamente teorico e speculativo, ha in poco tempo mostrato di aderire alla realtà e, vorremmo dire, alla pratica, assai più di quanto forse non pensasse in origine il suo stesso fondatore. Lo scritto del Prof. Pontremoli, che tratta delle origini sperimentali della teoria e si occupa particolarmente dei fenomeni di emissione, riuscirà perciò assai gradito a tutti quei tecnici che sentono spesso il desiderio ed il bisogno di riavvicinarsi alla scienza per non perdere il contatto coi continui, meravigliosi progressi che la fisica va compiendo.

L'impianto di Gallicano.

Completiamo in questo numero la descrizione dell'impianto di Gallicano, che dobbiamo alla cortesia dei dirigenti della Società Ligure Toscana. La descrizione verrà pubblicata quanto prima in fascicolo separato e costituirà il n. 10 della serie delle nostre Descrizioni di Impianti.

LA REDAZIONE

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. - - - -

IMPIANTO IDROELETTRICO DI GALLICANO DELLA SOCIETÀ LIGURE TOSCANA DI ELETTRICITÀ

(Continuazione e fine, v. N. 33, pag. 760).

Canale di derivazione dalla Turrite.

Il primo tronco di esso, che segue immediatamente alle opere di regolazione e di presa ora descritte, è, come queste, costruito in ponte-canale sul vallone della Turrite.

Il ponte è costituito da quattro campate su arconi e pilastri in muratura.

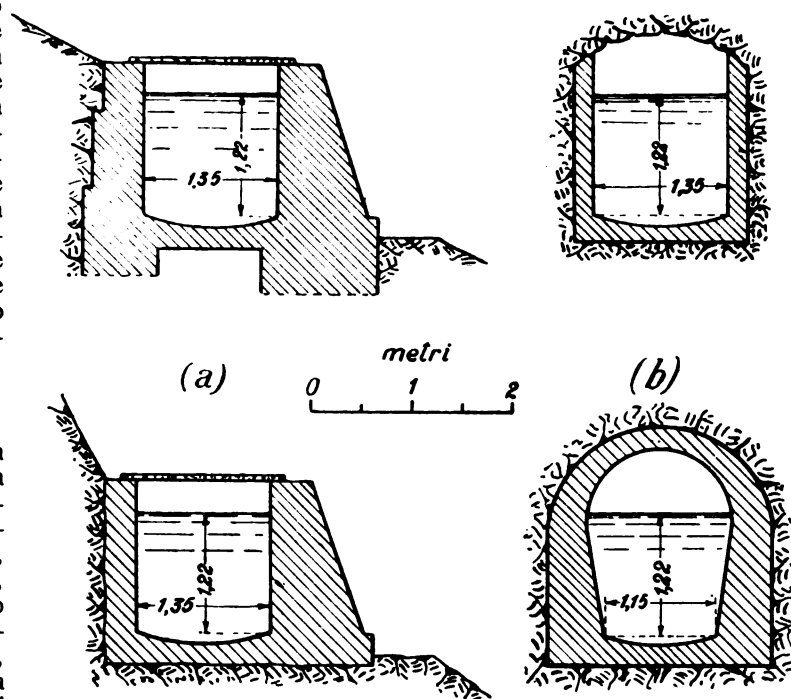


Fig. 24. — Sezioni normali del canale di derivazione dalla Turrite.
(a) a mezza costa; (b) in galleria.

La prima campata è metri 7; ad essa seguono due campate di m 14,25 di luce ciascuna, mentre l'ultima è di metri 6. Questa quarta campata serve a sovrappassare la strada da Gallicano a Vergemoli. Abbandonando il ponte, il canale descrive una curva accentuata disponendosi a mezza costa sul versante della montagna. All'inizio della curva, è installata sul canale una paratoia piana, manovrabile a mano.

Proprio nella curva, avviene l'immissione, nel canale di derivazione, di un tronco di canale minore il quale serve a convogliare le acque derivate dalla sorgente dei Gangheri. Si tratta di una sorgente di qualche importanza, che sgorga dal suolo in una anfrattuosità della costa montana, nei pressi del gomito dell'ansa descritta dalla Turrite, in sponda sinistra di essa. La sorgente, che può dare una portata di circa 500 litri

al secondo, è stata captata e le sue acque immesse in un canale, lungo circa 200 metri, che sbocca, come si è detto nel canale principale. Lo sbocco del canale minore è comandato da una paratoia piana manovrabile a mano.

calcestruzzo. Qua e là, si sono predisposte delle bocche di accesso per l'ispezione interna del canale. Nei tratti in galleria, la sezione del canale mantiene la stessa forma e le stesse dimensioni. In generale, la natura dei terreni attraversati of-

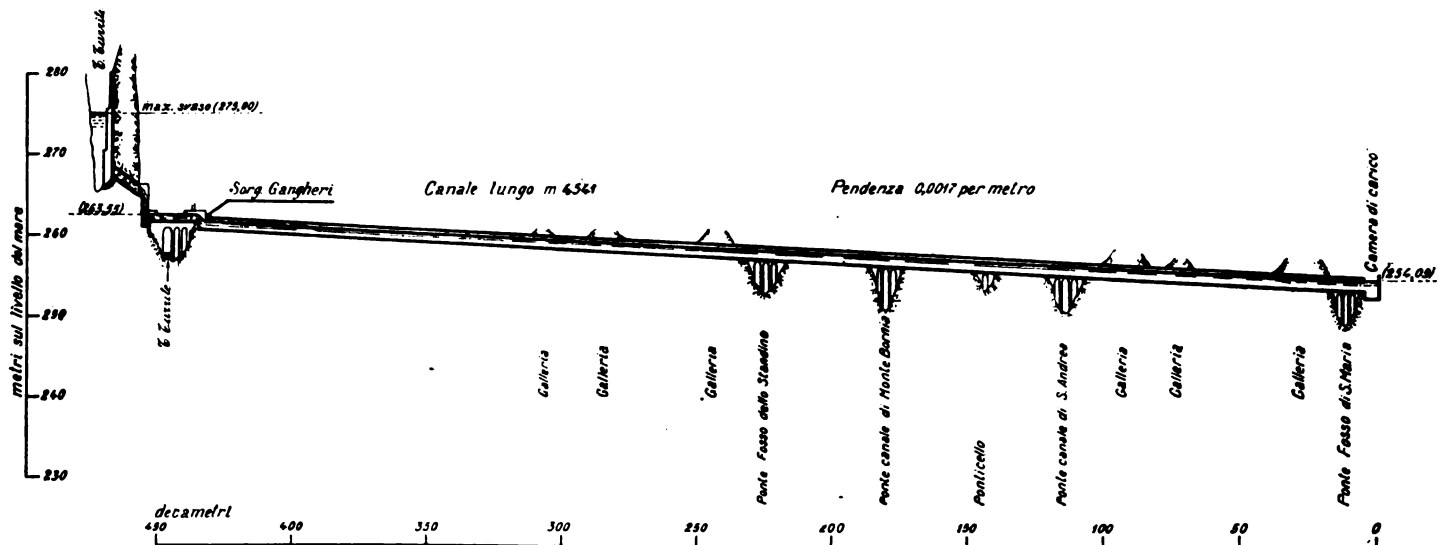


Fig. 25. — Profilo generale della derivazione dalla Turrite.

Complessivamente il canale di derivazione è lungo 4560 metri, dal bacino di calma alla vasca di carico della centrale. La pendenza è di 1,7 per mille. Il percorso si svolge prevalentemente all'aperto; si notano però otto tronchi costruiti in gal-

liva sufficienti garanzie di sicurezza per permettere di limitare i lavori ad un rivestimento, in muratura o in calcestruzzo, delle pareti e del fondo, lasciando la roccia in vista sulla volta dello scavo. In qualche tronco si dovette ricorrere ad una ar-

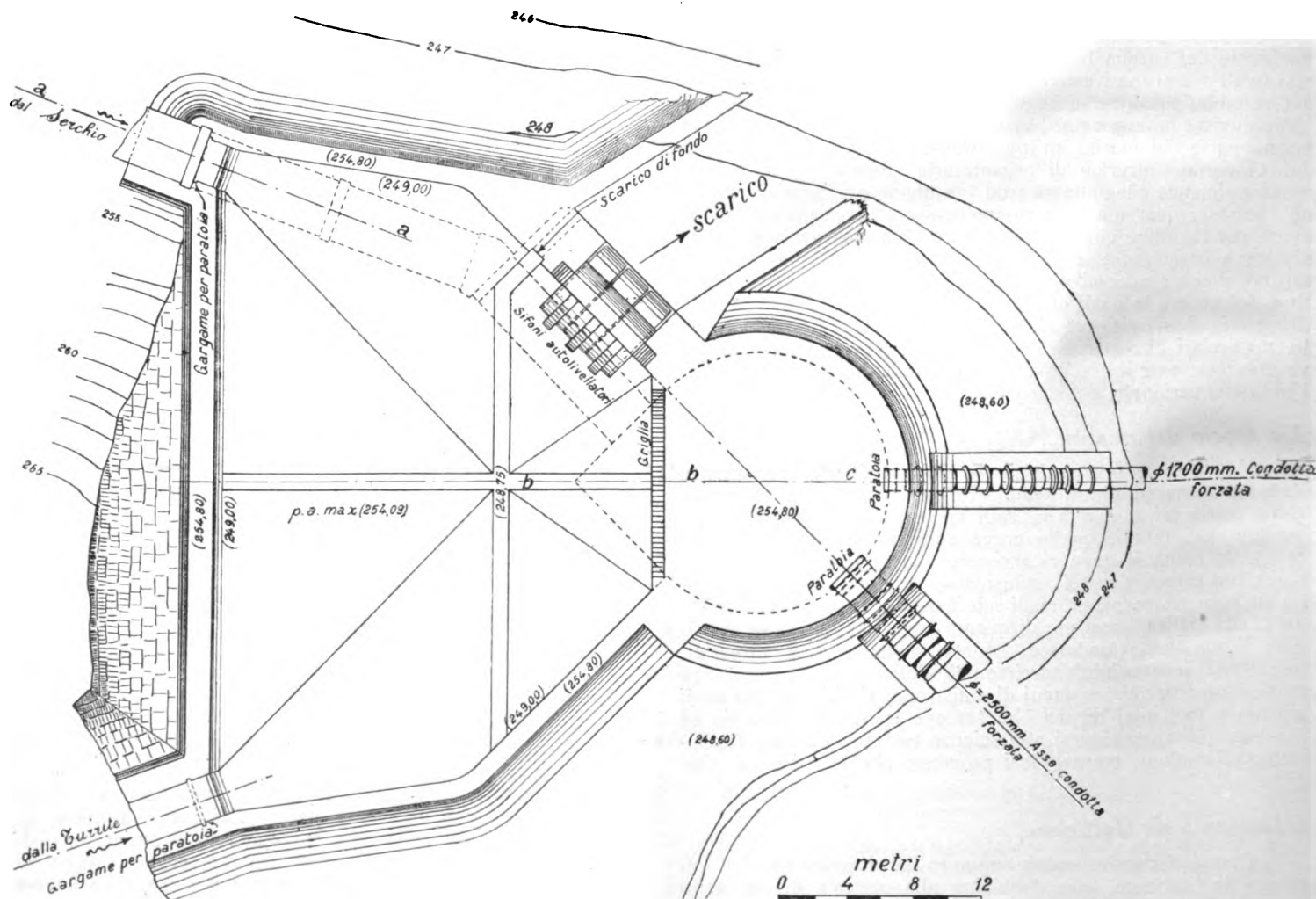


Fig. 26. — Planimetria del bacino di carico.

leria, alcuni dei quali superano i 100 metri ed anche i 200 metri di lunghezza (fig. 25).

Nei tratti non in galleria il canale è sempre coperto con una soletta di cemento di 6 centimetri di spessore. La sezione è rettangolare di m 1,35 di larghezza e m 1,62 di altezza, con spalle in muratura e fondo, leggermente concavo, in gettata di

matura più robusta con grosse spalle in muratura sostenenti una volta pure in muratura; in questi tronchi la sezione del canale è stata di poco alterata assumendo una sezione trapezia (fig. 24).

Lungo il suo percorso, il canale attraversa alcuni piccoli corsi d'acqua, che hanno dato luogo alla costruzione di opere d'arte di qualche importanza.

A progressiva 230 circa (dal bacino di carico) si incontra il Fosso dello Stendino che viene attraversato su un ponte-canale in muratura costituito da tre arcate di m 10,50 di luce, su

Il canale è proporzionato per una portata massima di sei metri cubi per secondo; in tali condizioni, la lama d'acqua raggiunge una altezza di m 1,22.

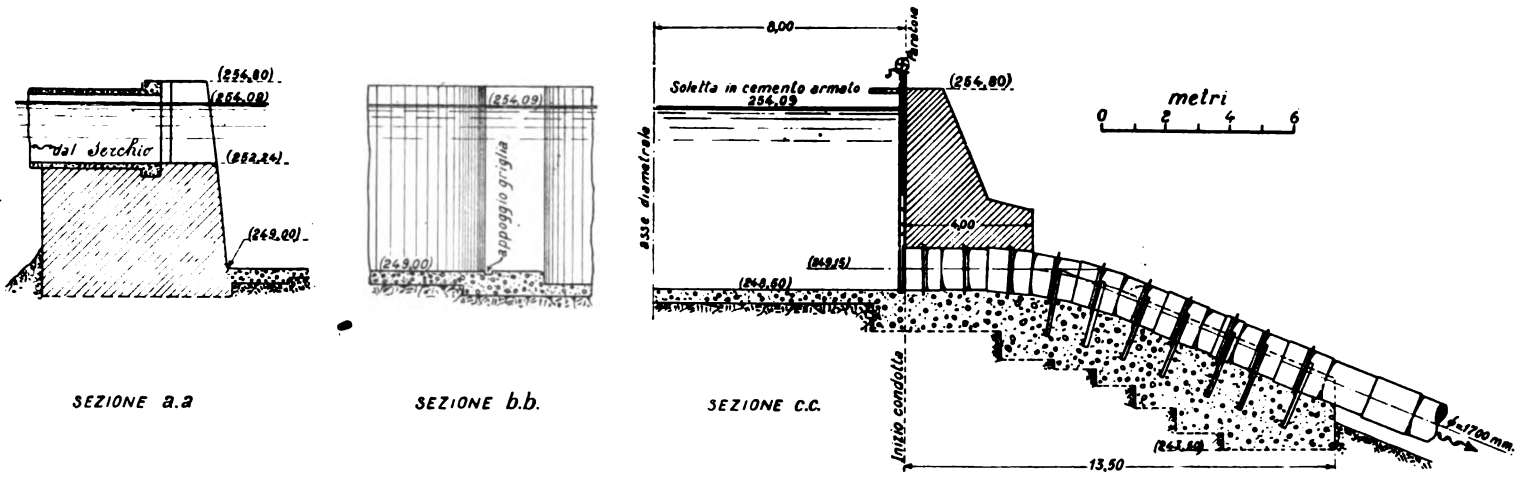


Fig. 27. — Sezioni del bacino di carico.

pilastrini pure in muratura. Le acque del Fosso dello Stendino, deviate un poco più a monte, vengono anch'esse immesse nel canale di derivazione.

Poco dissimile è il manufatto per l'attraversamento del canale di Monte Bornia, dove pure si verifica l'immissione di

Bacino di carico della centrale.

Il bacino di carico della centrale, che raccoglie i contributi idraulici derivati dal Serchio e dalla Turrite, ha una forma irregolare, grossolanamente trapezia. La sua capacità è di circa

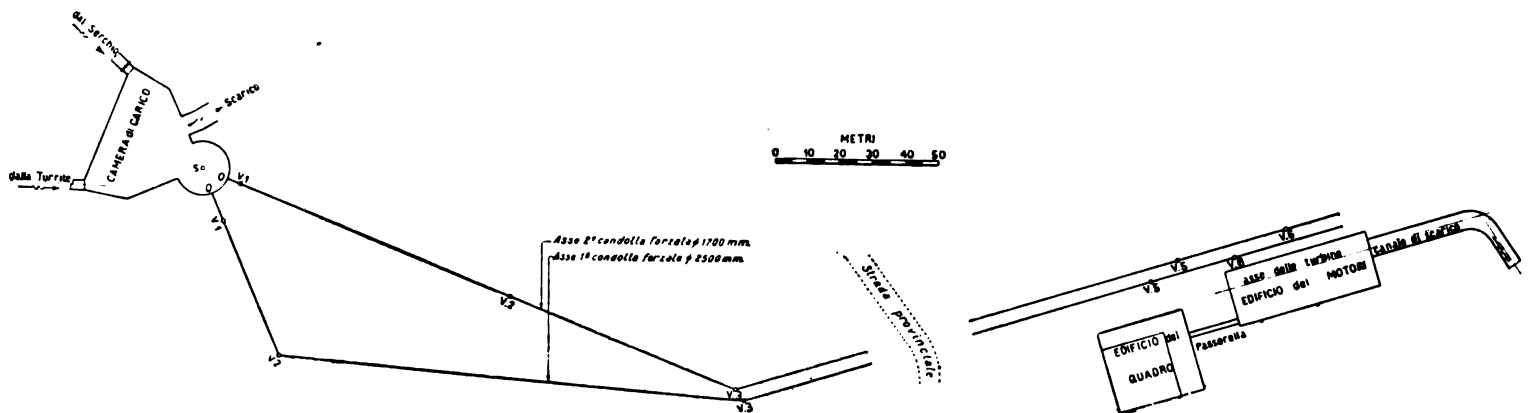


Fig. 28. — Planimetria del bacino di carico e delle condotte forzate.

un altro contributo supplementare di acque nel canale di derivazione.

Pure su tre arcate in muratura, di metri 12,50 di luce, è attraversato il canale di S. Andrea; parte delle acque di esso sono derivate nel canale della Turrite.

3500 metri cubi. Il fondo di esso è a quota 249 sul mare; il pelo massimo dell'acqua arriva a quota 254,09 (fig. 26 e 27).

Una delle pareti del bacino si addossa alla falda della collina ed è ricavata in iscavo, mentre quelle laterali sono formate da muraglioni a parete interna verticale e a parete ester-

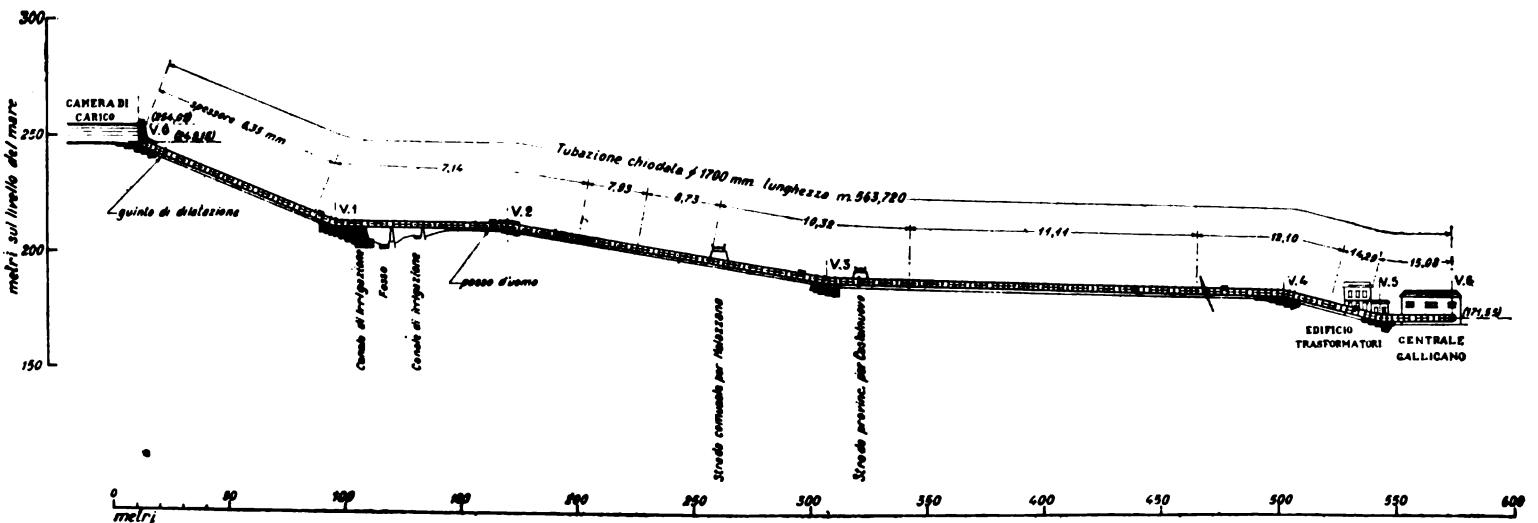


Fig. 29. — Profilo della tubazione forata da 1700 mm.

A poco più di 100 metri dal bacino di carico della centrale, il canale attraversa il Fosso S. Maria, su un manufatto che non differisce dai precedenti.

na a scarpa di 1 su 2,5. Il fondo è costituito da una gettata di calcestruzzo.

I due canali, del Serchio e della Turrite, sboccano nel

bacino ai due spigoli di esso adiacenti al lato addossato alla falda del terreno. Il loro sbocco non è comandato da paratoie; si sono però predisposti dei gargami per la chiusura eventuale mediante panconcelli di legno.

Anteriormente al bacino, verso valle, è costruita una sorta di pozzo circolare in muratura, del raggio di otto metri, che costituisce la vera camera di carico delle tubazioni forzate. Essa comunica col bacino, attraverso un'ampia apertura di 13 metri di lunghezza, protetta da una griglia piana. Il suo fondo è allo stesso livello di quello del bacino.

camera di carico divergendo sotto un angolo di circa 45° e si mantengono lontane l'una dall'altra per tutta la parte superiore del loro percorso. Giungendo al piano, in vicinanza della centrale, le due tubazioni si riavvicinano, sottopassano insieme la strada provinciale, e si mantengono poi parallele per l'ultimo tronco del loro percorso (fig. 28).

Questa disposizione è giustificata dal fatto sopra accennato che la nuova tubazione forzata è stata collocata sulla sede stessa della preesistente tubazione di scarico. Ora, mentre questa correva al fiume per la via più breve, con un percorso quasi

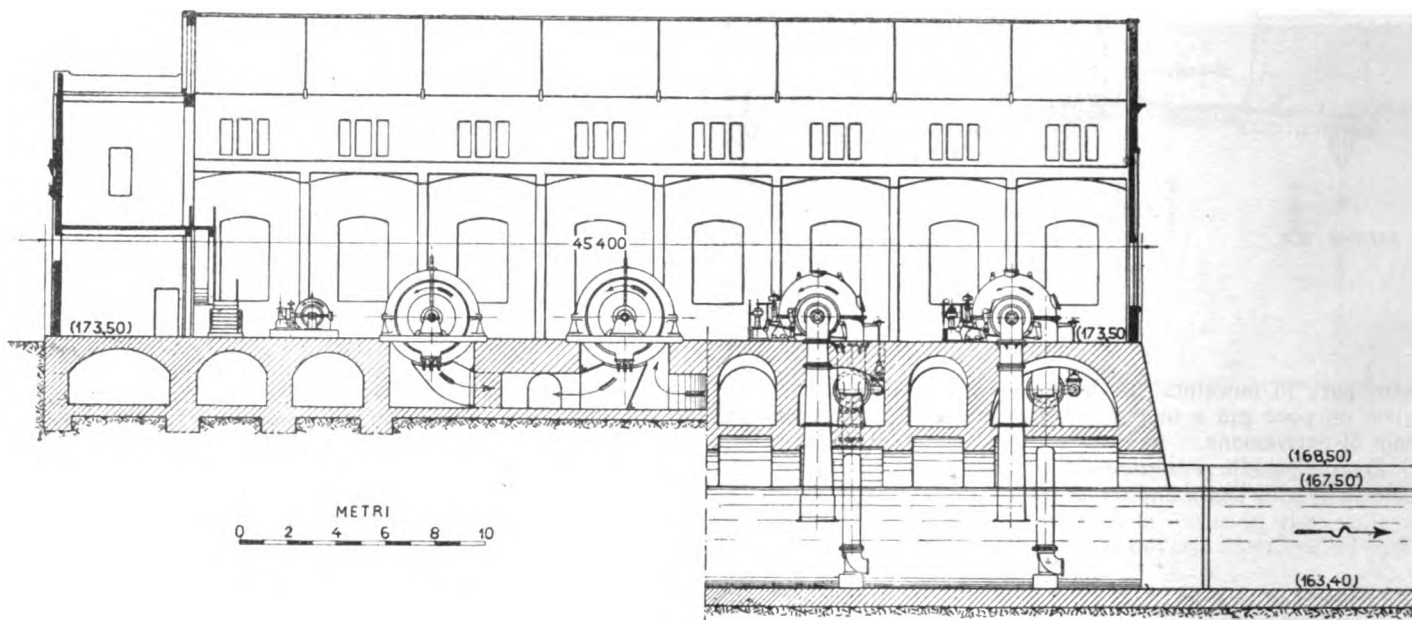


Fig. 30. — Sezione dell'edificio macchine.

Sia il bacino che la camera di carico sono interamente scoperti.

Il bacino è provvisto di una batteria di tre sifoni autolivel-latori Gregotti, installati in vicinanza alla vasca di carico.

L'acqua stramazzante dai sifoni, viene restituita al fiume Serchio, che scorre poco a valle, mediante un canale a gradoni che passa vicino al sottostante edificio della centrale.

rettilineo, la vecchia tubazione forzata si dirigeva ad un val-loncello laterale esistente presso il bacino di carico e che si era pensato di utilizzare come serbatoio ausiliario costruendovi un piccolo sbarramento. Abbandonata in seguito questa idea, la tubazione fu posata nella sede così predisposta la quale pertanto compie in pianta un grande angolo che non sarebbe altrimenti giustificato in modo alcuno.

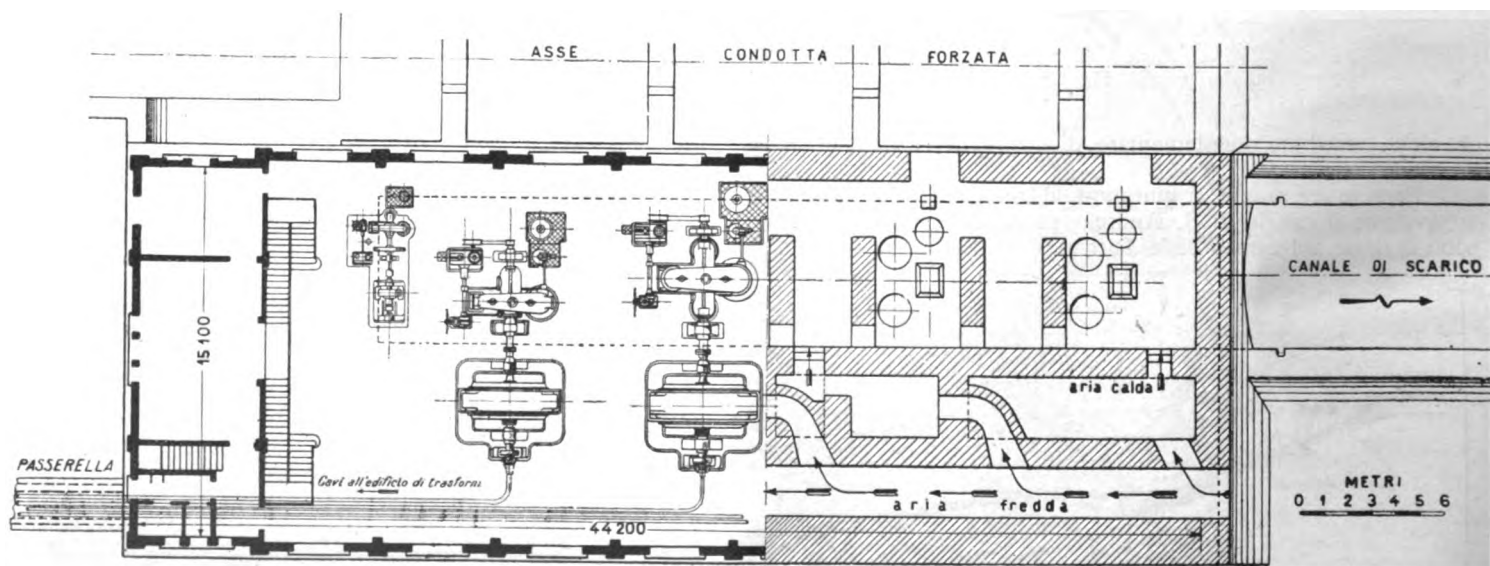


Fig. 31. — Pianta dell'edificio macchine.

Il bacino di carico è anche provvisto di scarico di fondo con paratoia piana comandabile a mano; esso immette nello stesso canale a gradoni di cui sopra.

Tubazioni forzate.

Originariamente, dalla camera di carico partivano una condotta forzata ed una condotta di scarico in lamiera. Attualmente la condotta di scarico è stata sostituita da una seconda tubazione, mentre allo scarico si è provveduto coi dispositivi sopra indicati.

Le due tubazioni non corrono parallele. Esse partono dalla

L'imbocco delle tubazioni forzate si apre direttamente nel muro frontale della camera di carico (fig. 27). L'asse della tubazione vecchia è situato a quota 249,05, mentre quello dell'altra è a quota 249,15. L'accesso è comandato da paratoie piane a comando diretto, a mano. Le condotte sono anche provviste di tubo di rientrata d'aria.

La vecchia tubazione ha, in tutta la sua lunghezza un diametro costante di m 2,50. E' posata interamente all'aperto, e lungo il percorso non si notano speciali opere d'arte, se si eccettua il sottopassaggio della strada provinciale. La tubazione è naturalmente provveduta di giunti di dilatazione e di passi d'uomo.

La tubazione postata in un secondo tempo, ha pure un diametro costante su tutta la sua lunghezza; ma notevolmente minore dell'altra essendo di mm 1700. Anch'essa è costituita da lamiera chiodata, con spessore variabile da 6 a 15 millimetri, ed è provvista di giunti di dilatazione e di passi d'uomo (fig. 29).

La tubazione minore è posata interamente allo scoperto, ed ha un percorso planimetrico abbastanza regolare, con un solo grande gomito. Per sovrappassare un fosso ed un canale di irrigazione, la tubazione è disposta alquanto sollevata dal suolo, sostenuta su pilastri in muratura alti cinque o sei metri e distanti fra loro da sei ad otto metri. La tubazione inoltre sottopassa una strada comunale e la strada provinciale.

Come si è detto, dall'attraversamento della provinciale in poi, le due tubazioni corrono affiancate. Esse nell'ultimo tratto si dispongono lungo un lato dell'edificio della centrale e sono collegate fra loro, da un raccordo semicircolare.

Centrale di Gallicano.

La centrale è composta di due edifici completamente distinti fra loro, e collegati da una passerella coperta. Un edificio contiene la sala macchine, e l'altro i trasformatori e le apparecchiature elettriche. I due edifici sono situati sulla sponda del fiume Serchio, in vicinanza della strada provinciale, non lontano dall'abitato di Gallicano.

L'edificio della sala macchine è più avanzato verso il fiume che fronteggia con uno dei suoi lati minori. E' costruito in cemento armato architettonicamente assai semplice, con copertura a capriate in ferro. L'edificio dei trasformatori è alquanto arretrato; è spostato lateralmente rispetto all'edificio delle macchine; è anch'esso costruito in cemento armato ma con tetto piano (fig. 32).

La sala macchine è di forma rettangolare lunga 39 metri e larga 15, col lato maggiore disposto parallelamente alle tubazioni forzate e perpendicolarmente al corso del fiume. Essa contiene quattro gruppi generatori ad asse orizzontale con turbine Francis delle Costruzioni Meccaniche Riva, direttamente accoppiate agli alternatori (fig. 30 e 31).

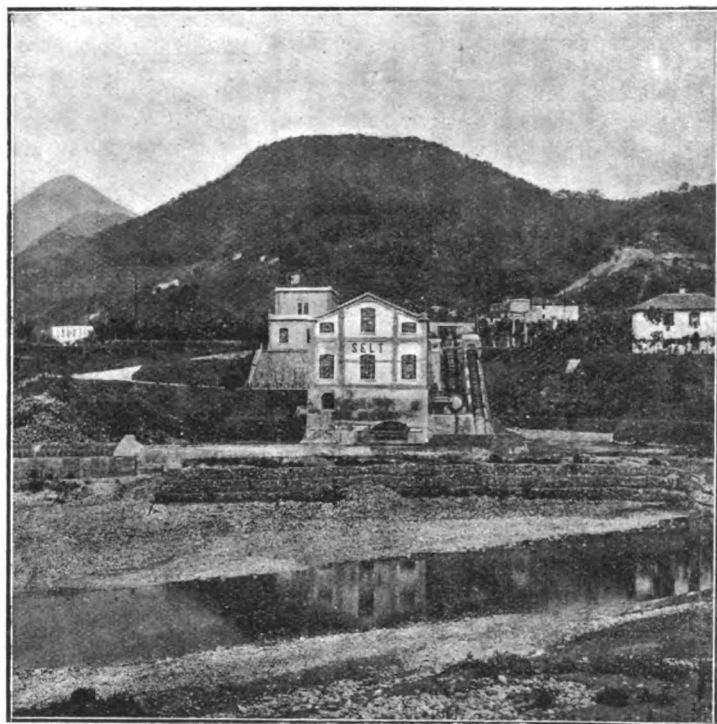


Fig. 32. — Centrale Gallicano - Edificio macchine e edificio trasformatori.

I gruppi generatori non sono eguali fra loro. Vi sono infatti installati, due alternatori Westinghouse da 6000 kVA, un alternatore del Tecnomasio da 6000 kVA, e un altro alternatore del Tecnomasio, da 3150 kVA. Tutti i gruppi funzionano a 50 periodi, 5000/5500 V, giri.

Nella stessa sala macchine si trova anche un piccolo gruppo indipendente per l'eccitazione di riserva, costituito da una turbinetta tipo Francis delle Costruzioni Meccaniche Riva, accoppiata ad una dinamo del Tecnomasio da 110 kW, a 110

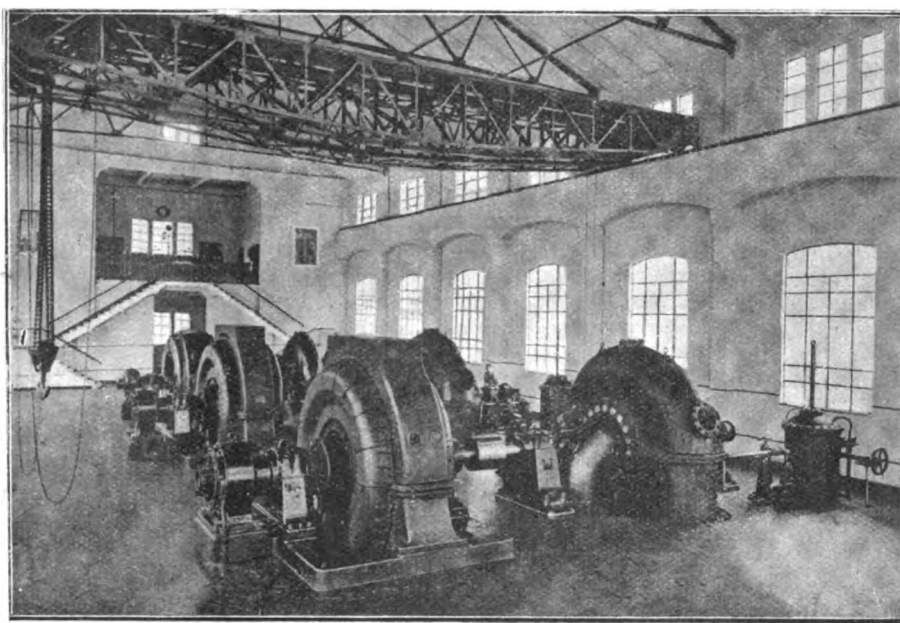


Fig. 33. — Sala macchine.

volt. Il gruppo è installato in un angolo della sala, disposto col suo asse parallelo a quello dei gruppi maggiori (fig. 31).

La sala macchine è servita da una gru a ponte da 30 tonnellate. Sul lato minore della sala macchine, opposto a quello che fronteggia il fiume, è praticato nella parete di fondo un grande vano che immette nel locale destinato al quadro di ma-

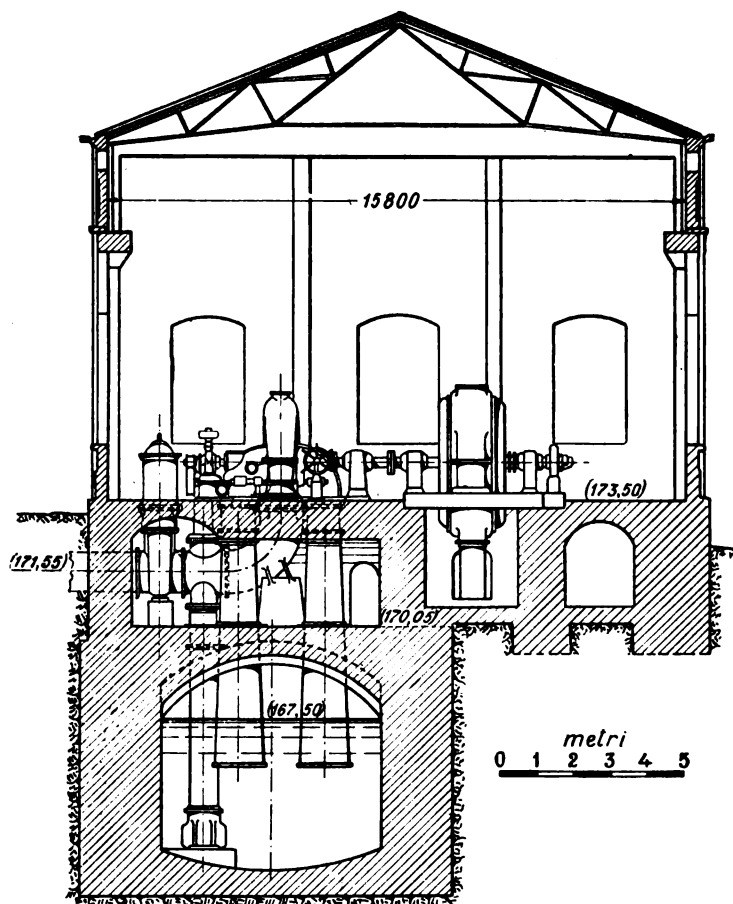


Fig. 34. — Sezione trasversale dell'edificio macchine.

novra. Il piano di questo è alquanto sopraelevato su quello della sala macchine, e ad esso si accede mediante due scale. L'operatore che sta al quadro ha così la completa visibilità della sala macchine (fig. 33).

Sotto il locale di manovra si trovano altri locali destinati ai servizi; ad essi pure si può accedere direttamente dalla sala.

Nei sotterranei della sala macchine si trova anzitutto il canale di scarico delle turbine. Esso corre lungo un lato maggiore del fabbricato e sbocca all'aperto da un'apertura praticata sul muro frontale di sostegno della centrale. E' costruito in muratura colle parti laterali verticali, e coperto a volta. Fra la copertura del canale di scarico e il pavimento della centrale è ricavato un altro locale, accessibile dalla sala macchine, nel quale si trovano gli arrivi delle tubazioni forzate cogli accessori relativi (fig. 31 e 34).

verso l'esterno sono ricavate le quattro celle dei trasformatori, mentre sul lato a ridosso dell'edificio sono installati gli interruttori di macchina, le sbarre a 5000 V e annessi apparecchi.

Il corpo centrale a due piani contiene invece i circuiti ad alta tensione e superiormente la partenza delle linee, come sarà specificatamente detto più avanti.

Il collegamento fra la sala macchine e l'edificio trasformatori si effettua mediante cavi trifasi che partono dagli alternatori e correndo sotto il pavimento della sala macchine e sotto quello della passerella, mettono capo alle celle degli interruttori di macchina (fig. 36).

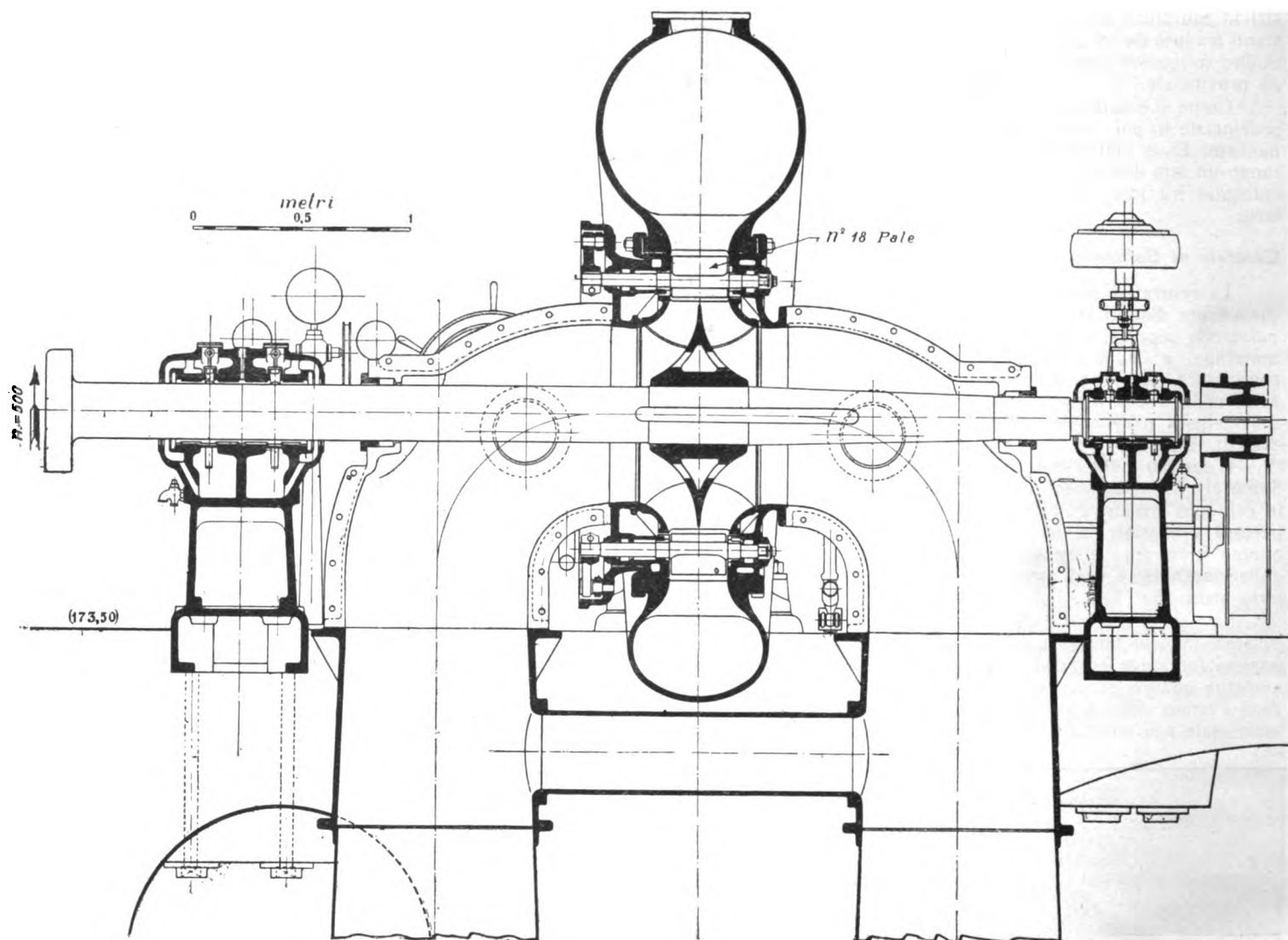


Fig. 35. — Sezione di una turbina idraulica da 4500 kW — $Q = 6 \text{ m}^3/\text{s}$; $H = 81/87 \text{ m.}$; 4500/4800 kW; $N = 500$.

All'uscita dall'edificio il canale di scarico anzichè immettere direttamente nel fiume, devia per un piccolo tratto per dar modo di sistemare su di esso uno stramazzo Bazin per le misure di portata. Il livello dell'acqua nel canale di scarico è mantenuto a quota 167,50.

Nel sotterraneo della sala macchine si trovano anche il canale di chiamata dell'aria fredda per la ventilazione degli alternatori, e i canali di scarico dell'aria calda proveniente dagli stessi. I reostati delle macchine sono collocati nel canale di presa dell'aria fredda, e comandati a distanza dal banco di manovra.

L'edificio dei trasformatori è costituito da un corpo centrale a due piani al quale si appoggiano un avancorpo ed una ala laterale a solo piano terreno (fig. 36 e 37).

Nell'avancorpo, rivolto verso l'edificio delle macchine, è ricavato un ampio locale ad uso officina di riparazione e un magazzino. Il pavimento di questo locale, dato il pendio della sponda del fiume sulla quale gli edifici sono costruiti, viene a trovarsi di circa m 2,50 più alto del pavimento del locale di manovra nell'edificio delle macchine. La passerella di collegamento fra le due costruzioni, mette capo per mezzo di una scaletta al piano terreno dell'edificio dei trasformatori in corrispondenza ad un corridoio che fiancheggia una parete minore del locale officina e mette capo nell'ala a piano terreno. In essa, sul lato

Le celle dei trasformatori, comunicano, verso l'esterno, con una tettoia coperta che corre lungo tutto l'edificio; i trasformatori possono essere estratti dalle loro celle e fatti correre, su appositi carrelli fino all'estremità della tettoia, dove possono essere smontati e, a mezzo di una gru a ponte da 20 tonnellate, trasportati nel locale della officina.

MACCHINARIO

Turbine idrauliche.

Sono installate quattro turbine idrauliche, tutte delle Costruzioni Meccaniche Riva; tre di esse connesse agli alternatori di maggiore potenza, sono ad unica girante con doppio scarico, mentre la turbina minore è a scarico semplice.

Le turbine maggiori hanno le seguenti caratteristiche: Salto variabile fra $H=81 \text{ m}$ e $H=87$; portata $Q=6 \text{ m}^3/\text{s}$; giri 500 al minuto; potenza media 4500 kW, massima 4800 kW.

La camera spirale delle turbine è in ghisa; l'albero è in acciaio fucinato; i supporti sono del tipo ad anelli a lubrificazione automatica. Il distributore ha le palette in acciaio fuso, mentre la girante è in bronzo.

Le turbine sono provviste di regolatore automatico autonomo a servomotore ad olio, del tipo ben noto delle Costru-

zioni Riva. E' anche installato il dispositivo di scarico sincrono.

La turbina del gruppo minore non differisce sostanzialmente dalle altre se non per le dimensioni più ridotte e per avere un unico scarico.

I rendimenti delle turbine, nelle condizioni di salto di 84 metri, risultano dalla seguente tabella:

	Apertura 4/4	3/4	1/2
Turbina da 4500 kW . . $\eta =$	0,84	0,85	0,79
Turbina da 2400 kW . . $\eta =$	0,83	0,84	0,78

Lo scarto di velocità passando gradualmente dal funzionamento a pieno carico, a quello a vuoto, non arriva all'1%. Per distacco repentino del carico, si verificano i seguenti scarti di velocità:

	Stacco del pieno carico	1/2 del carico	1/4 del carico
Turbina da 4500 kW . .	12 %	5 %	3 %
Turbina da 2400 kW . .	13 %	6 %	3 %

Per distacco repentino del pieno carico, l'aumento di pressione che si verifica nelle tubazioni forzate non supera il 15 %.

La velocità di fuga delle turbine è di 900 giri.

Le turbine maggiori sono provviste di saracinesche da 1100 millimetri di diametro; la turbina minore ha una saracinesca da 850 mm. Le saracinesche sono munite di by pass, ma possono essere fatte funzionare mediante apposito comando idraulico, anche in caso di mancato funzionamento del by pass.

La turbina del gruppo di eccitazione di riserva, pure del tipo Francis ad asse orizzontale, ha le seguenti caratteristiche: Salto variabile fra 81 e 87 metri; portata $Q = 290$ litri per secondo; potenza media 185 kW; giri 800 al minuto.

Essa è munita di un volante in acciaio con un $G D^2$ di 800 kg/m². La velocità di fuga della turbina è di 1440 giri.

I rendimenti sono del 77 % a pieno carico e del 75 % a mezzo carico. Le variazioni di velocità per distacco improvviso dell'intero carico, o di mezzo carico o di un quarto del carico, sono rispettivamente del 13 %, del 6 % e del 3 %.

Alternatori.

Gli alternatori Westinghouse da 6000 kVA, sono i primi in ordine cronologico che vennero installati nella centrale. Essi rispondono alle seguenti caratteristiche: Potenza 6000 kVA, tensione 5500 V col 5 % in più o in meno a pieno carico, $\cos \varphi = 0,7$, frequenza 50, giri 500.

Sono del tipo semichiuso; l'aria di ventilazione viene aspirata dalla stessa sala macchine, l'aria calda è invece scaricata in appositi canali che immettono nel canale di scarico delle turbine.

Le macchine hanno due supporti a lubrificazione automatica e raffreddamento a circolazione d'acqua. Il $G D^2$ è di 45.600 kg/m². Il peso dell'alternatore completo, senza l'eccitatrice accoppiata, è di 57.000 chilogrammi; l'albero col rotor montato, pesa 25.000 kg.

Gli alternatori sono muniti di regolatore automatico della tensione. Le variazioni della tensione, passando dal funzionamento a pieno carico a quello a vuoto o viceversa, mantenendo costante il numero dei giri, sono le seguenti:

per $\cos \varphi$	= 1	0,8	0,75
variazione di tensione	= 11 %	25 %	27 %

I rendimenti degli alternatori nel funzionamento a velocità normale e nelle condizioni di $\cos \varphi = 0,7$, sono i seguenti:

	sovraccarico 15 %	4/4	3/4	2/4
carico				
rendimento	95,5 %	95 %	93,4 %	91 %

Le macchine possono sopportare senza inconvenienti un sovraccarico costante del 15%; per tre ore possono sopportare un sovraccarico del 20%; e per mezz'ora un sovraccarico del 30%.

Le sopraelevazioni di temperatura non superano i 40° su quella dell'ambiente, anche dopo dieci ore di funzionamento a pieno carico con $\cos \varphi = 0,7$; se si verifica, successivamente a tale periodo di funzionamento, un sovraccarico del 15 %, la temperatura non sale oltre i 50° sopra quella dell'ambiente.

Il rotore è calcolato per resistere alla velocità di fuga del gruppo, che è di 900 giri.

Per le verifiche di isolamento, i circuiti furono provati per tre minuti primi a 12.000 V verso il ferro; per la verifica dell'isolamento fra le spire si fece funzionare l'alternatore per due

minuti primi ad una tensione superiore del 30 % a quella normale.

L'eccitatrice è direttamente accoppiata sullo stesso asse dell'alternatore. Essa funziona a 110 V ed ha un rendimento dell'88,5% a pieno carico, e dell'84,5% a mezzo carico. L'energia richiesta per l'eccitazione di un alternatore in funzionamento normale a pieno carico è di 45 kW.

Alternatore del Tecnomasio da 6000 kVA. E' il gruppo installato per ultimo in centrale. Corrisponde alle seguenti caratteristiche: potenza 6000 kVA; tensione variabile fra 5500 volt e 5750 V; $\cos \varphi = 0,7$; giri 500, frequenza 50 periodi.

E' del tipo interamente chiuso, a circolazione d'aria. L'aria fredda è aspirata dall'esterno della centrale attraverso appositi canali sistemati nel sotterraneo della sala macchine; l'aria calda può essere resuita alla sala macchine attraverso apposite aperture regolabili, oppure può essere direttamente scaricata nel canale di scarico delle turbine.

I supporti sono a lubrificazione automatica, con raffreddamento a circolazione d'acqua. Il peso totale della macchina è di 66.000 chilogrammi; il rotor pesa 21.500 kg. Il $G D^2$ è di 60.000 kg/m². La macchina è calcolata in modo da sopportare la velocità di fuga di 900 giri.

I rendimenti dell'alternatore, a velocità normale, risultano del seguente prospetto:

	carico 4/4	3/4	2/4
per $\cos \varphi = 1$. . . $\eta =$	96 %	95 %	93 %
per $\cos \varphi = 0,7$. . . $\eta =$	94 %	93 %	90 %

La variazione che si verifica nella tensione passando dal pieno carico, a vuoto, mantenendo costante la velocità, è del 15 % pel funzionamento con $\cos \varphi = 1$, e del 30 % pel funzionamento con $\cos \varphi = 0,7$.

L'alternatore può sopportare in modo continuo un sovraccarico del 15 %, funzionando a tensione compresa fra 5500 V e 5750 V. In queste condizioni la temperatura massima che si raggiunge non supera di 10° i limiti stabiliti dalla A. E. I. per il funzionamento a carico normale.

Per quanto riguarda le condizioni di isolamento e di temperatura la macchina corrisponde alle Norme dell'A. E. I. La curva dell'onda di tensione differisce dalla sinusoidale, di meno del 15 %.

L'eccitatrice è coassiale, direttamente accoppiata. Essa funziona a 110 V ed ha una potenza di 65 kW.

Alternatore da 3150 kVA. Costruito dal Tecnomasio Italiano, esso risponde alle seguenti caratteristiche. Potenza 3150 kVA; tensione 5500 V, variabile, in funzionamento a pieno carico, fra il 5 % in più o in meno; $\cos \varphi = 0,7$; frequenza 50; giri 500.

E' del tipo semichiuso, con due supporti a lubrificazione automatica e raffreddamento a circolazione d'acqua. Lo stator, in due pezzi è del tipo a canali aperti. Il peso totale della macchina è di 40.000 chilogrammi, dei quali 26.000 kg dovuti allo stator, e 14.000 kg dovuti all'asse del rotor. L'alternatore può sopportare la velocità di fuga di 900 giri. Il $G D^2$ è di 31.000 kg/m².

I rendimenti, a numero di giri normali, sono i seguenti:

	sovraccarico 15 %	carico 4/4	3/4	2/4
per $\cos \varphi = 1$. . . $\eta =$	96,05 %	96 %	95,6 %	94 %
per $\cos \varphi = 0,7$. . . $\eta =$	95 %	95 %	94 %	92 %

L'alternatore può sopportare senza inconvenienti un sovraccarico continuo del 15 %, e rispettivamente sovraccarichi del 20 % e del 30 % per tre ore e per mezz'ora.

La sopraelevazione di temperatura rispetto a quella dell'ambiente, non supera i 40° per funzionamento continuo a pieno carico, con $\cos \varphi = 0,7$ e tensione di 5500 V; un sovraccarico successivo del 15 % produce un rialzo di temperatura al massimo di 55° sull'ambiente.

Le variazioni di tensione passando dal pieno carico a vuoto, a velocità costante sono rispettivamente del 10%, del 22% e del 26% per funzionamento con $\cos \varphi = 1$, con $\cos \varphi = 0,8$ e con $\cos \varphi = 0,7$.

Per l'isolamento verso il ferro, i circuiti furono provati a 12.000 V per 3'; per l'isolamento fra le spire si fece funzionare la macchina per 5' a tensione superiore del 30 % al valore normale.

L'eccitatrice coassiale funziona a 110 V ed è provvista di poli di regolazione. Essa ha rendimento dell'88 % a pieno carico e dell'85% a mezzo carico. L'energia necessaria

per l'eccitazione dell'alternatore è di 35 kW. L'eccitatrice pesa complessivamente 1200 kg.

Eccitatrice indipendente di riserva.

Direttamente accoppiata alla turbina idraulica, risponde alle seguenti caratteristiche: potenza 150 kW; tensione 115 V; giri 800. Essa è portata da due supporti a lubrificazione auto-

mente separate che si aprono verso l'esterno sotto la tettoia costruita lungo l'edificio quadri.

Ogni cella contiene, oltre il proprio trasformatore, due bobine di impedenza inserite una a valle e l'altra a monte del trasformatore stesso. Nella cella trova anche posto il gruppo motopompa per la circolazione dell'olio o dell'acqua di raffreddamento secondo il tipo del trasformatore (fig. 36 e 37).

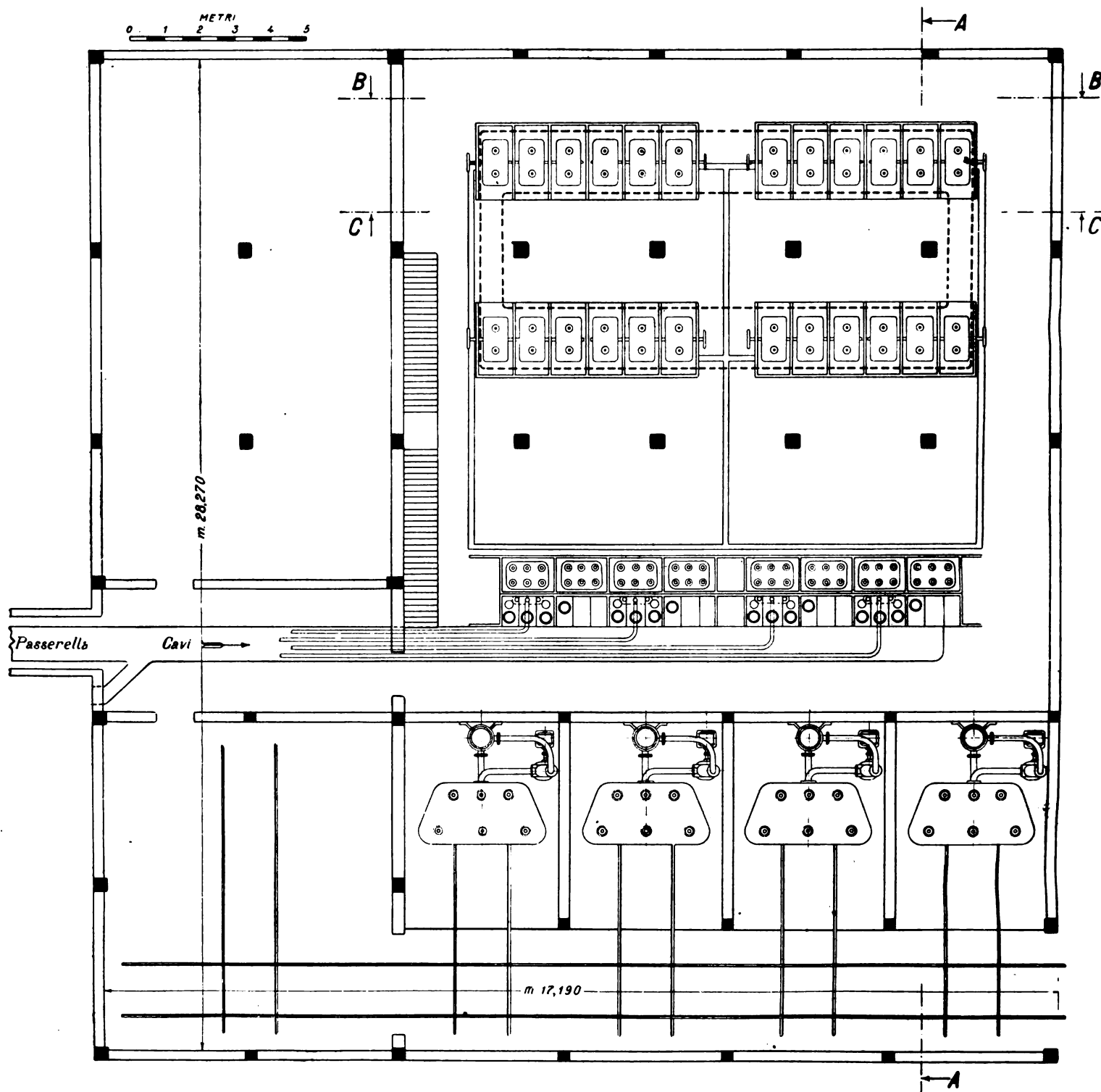


Fig. 36. — Pianta dell'edificio dei trasformatori e del quadro.

matica, ed è costruita in modo da poter sopportare la velocità di fuga di 1450 giri.

I rendimenti della eccitatrice sono i seguenti:

carico	4/4	3/4	2/4
η	90,5	90,5	89,5

Il peso della macchina è di 4500 kg.

L'eccitatrice indipendente è capace di sopperire da sola all'eccitazione di tutti gli alternatori installati in centrale.

Trasformatori.

Come si è già detto essi sono installati in celle completa-

I quattro trasformatori sono diversi fra loro. Sono infatti installate: due unità trifasi Siemens Schuckert, una da 6000 kVA e l'altra da 3200 kVA; un'unità trifase Vestinghouse da 6000 kVA; e un'unità della stessa potenza di costruzione del Tecnomasio.

Il trasformatore Siemens Schuckert da 6000 kVA, $\cos \varphi$ 0,7, rapporto 5500/33.000 V, può funzionare anche a 35.000 V in modo continuo senza subire riscaldamento eccessivi.

Esso è del tipo a raffreddamento mediante circolazione d'acqua in serpentini immersi entro il cassone nell'olio.

I rendimenti nelle diverse condizioni di funzionamento,

risultano dal seguente specchietto:

		sovraccarico 15%	carico 4/4	3/4	2/4
per $\cos \varphi = 1$	η	98,70	98,88	98,90	98,82
per $\cos \varphi = 0,7$	η	98,20	98,40	98,50	98,33

Il consumo di energia nel funzionamento a vuoto, non supera i 30 kW.

La variazione di tensione che si verifica passando dal pieno carico a vuoto, è del 0,7 % a $\cos \varphi = 1$ e del 3,2 % a $\cos \varphi = 0,70$. La tensione nel caso di corto circuito supera quella normale di non più del 2,3 %.

Il trasformatore può sopportare senza inconvenienti in modo continuo un sovraccarico pari al 15 % del carico normale; può sopportare per tre ore un sovraccarico del 20 % e per 30 minuti un sovraccarico del 40 %. Punte di sovraccarico del 100 % possono essere sopportate per due minuti primi.

La temperatura dell'olio, in funzionamento normale, non si eleva oltre 40 gradi al di sopra di quella dell'acqua di circolazione. La sopraelevazione di temperatura arriva al massimo a 50° nel caso di sovraccarichi contenuti nei limiti sopraindicati.

L'isolamento fra primario e secondario e fra secondario e

Il consumo d'acqua di raffreddamento, supposta a 15°, è di circa 2850 litri al minuto.

Il peso complessivo del trasformatore è di 18.110 chilogrammi, dei quali 4810 di olio.

Il trasformatore Westinghouse da 6000 kVA, $\cos \varphi = 0,7$, 5500/33.000 V, a raffreddamento ad acqua, può funzionare in modo continuo anche alla tensione di 35.000 V senza riscaldamento eccessivi.

I rendimenti funzionando con rapporto 5500/33.000, sono i seguenti:

		sovraccarico 15 %	carico 4/4	3/4	1/2
per $\cos \varphi = 1$	η	98,70	98,88	98,90	98,82
per $\cos \varphi = 0,7$	η	98,20	98,40	98,50	98,32

Il consumo di energia a vuoto è di 30 kW.

La variazione di tensione passando da vuoto a pieno carico, non supera il 0,7 % o il 3,2 % rispettivamente per $\cos \varphi = 1$ e $\cos \varphi = 0,7$. La tensione di corto circuito non supera del 2,6 % la tensione normale.

Per l'isolamento, l'avvolgimento ad alta fu provato a 80.000 V per un minuto e a 70.000 V per cinque minuti, ri-

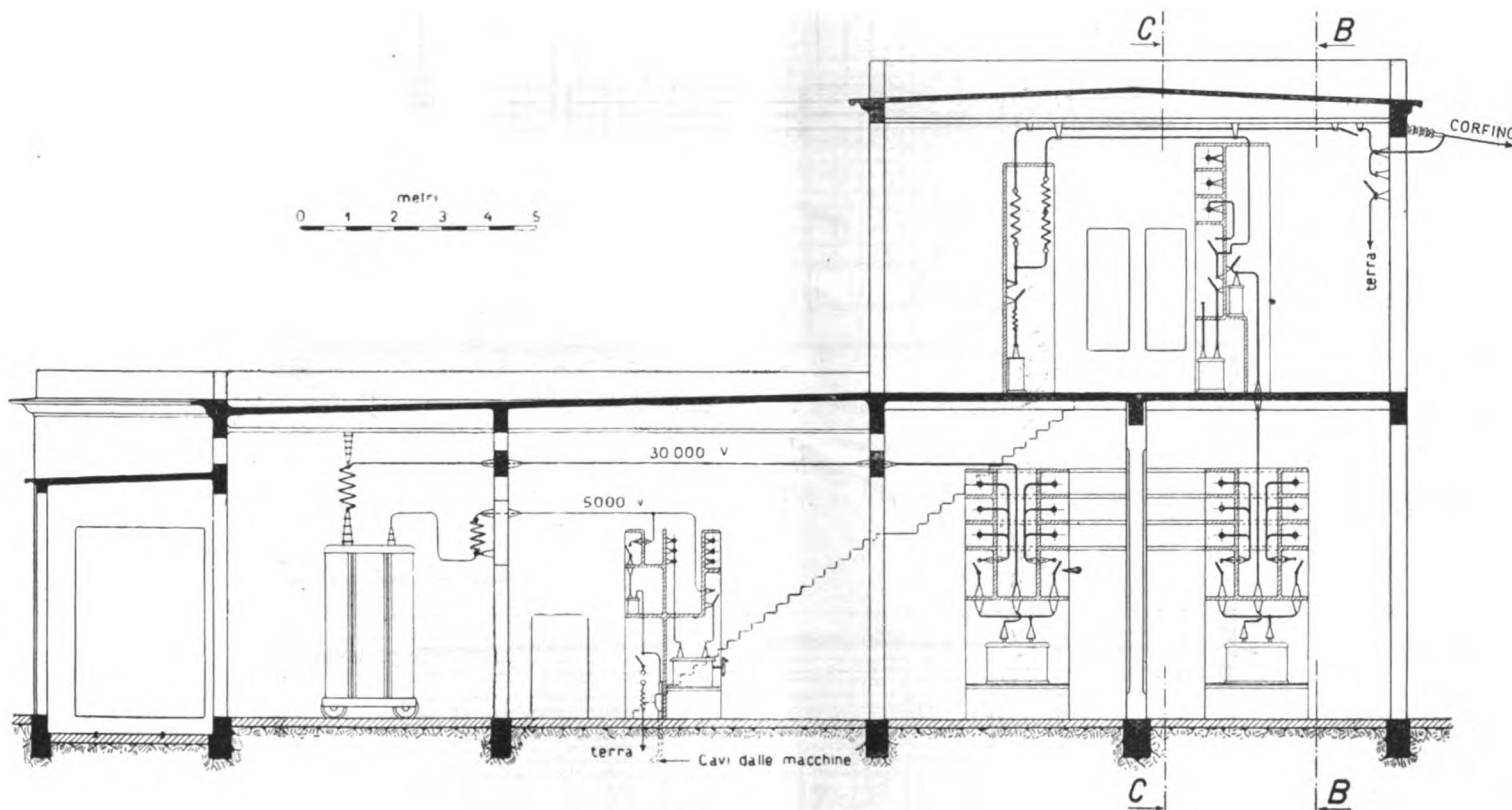


Fig. 37. — Edificio del quadro - Sezione A A.

carcassa fu provato a 80.000 volt per un minuto primo e a 70.000 V per cinque minuti. Il secondario fu provato per mezz'ora a 14.000 V verso la carcassa.

Il peso del trasformatore completo è di 23.400 chilogrammi, dei quali 15.000 kg per la parte estraibile, 2200 kg per il cassone e 5700 kg per l'olio.

Il consumo d'acqua di raffreddamento, supposta a 15°, è di circa 4700 litri al minuto.

Il trasformatore Siemens Schuckert da 3200 kVA, rapporto 5500/33.000 V, $\cos \varphi = 0,7$ è esso pure del tipo a raffreddamento con circolazione d'acqua.

I rendimenti risultano dal seguente prospetto:

		sovraccarico 15%	carico 4/4	3/4	2/4
per $\cos \varphi = 1$	η	98,64	98,65	98,66	98,50
per $\cos \varphi = 0,7$	η	98,07	98,08	98,10	97,87

La variazione di tensione passando dal funzionamento a pieno carico, a quello a vuoto, è del 0,8 % per $\cos \varphi = 1$ e del 3,5 % per $\cos \varphi = 0,7$. La tensione di corto circuito supera del 2,4 % quella normale.

Le condizioni di riscaldamento e di sovraccarico sono analoghe a quelle sopra indicate per l'unità più potente.

petto al secondario e alla carcassa. L'avvolgimento a bassa fu provato per mezz'ora a 14.000 V rispetto alla carcassa.

Il trasformatore può sopportare un sovraccarico continuo del 15%, un sovraccarico del 20% per tre ore, del 40% per mezz'ora, e del 100% per due minuti.

Il consumo d'acqua di raffreddamento è di 4000 litri all'ora. La temperatura dell'olio non supera 40°, in condizioni di pieno carico continuo.

Il peso complessivo del trasformatore è di circa 20.000 kg, dei quali 12.500 per la parte estraibile, 2200 kg per la carcassa e oltre 5500 per l'olio.

Il trasformatore del Tecnomasio di 6000 kVA, $\cos \varphi = 0,7$, venne installato per ultimo, in corrispondenza dell'installazione del nuovo gruppo generatore, come è stato detto.

Esso è costruito per funzionare con collegamento stella-stella e con rapporto 5500/57.000 V. Ma in un primo tempo esso è in funzione con collegamento stella-triangolo, e con rapporto 5500/33.000 V. La possibilità di ottenere la maggiore tensione è in rapporto alla progettata modificazione della rete di trasmissione della Società Ligure-Toscana.

Il trasformatore è del tipo a raffreddamento con circolazione esterna dell'olio. L'olio viene fatto circolare in un refrigerante tubulare mediante una pompa centrifuga azionata da un motore elettrico da 3,75 kW, a 260 V, 50 periodi.

I rendimenti nelle diverse condizioni di carico sono i seguenti:

	carico	4/4	3/4	2/4
per $\cos \varphi = 1$	$\eta_i =$	98,4	98,5	98,5
per $\cos \varphi = 0,7$	$\eta_i =$	97,74	97,86	97,86

in modo continuo senza eccedere i limiti di temperatura prescritti dalla A. E. I.

In funzionamento normale la temperatura dell'olio non si eleva oltre i 45° sopra a quella dell'acqua di raffreddamento; gli avvolgimenti però possono sopportare senza inconvenienti anche sovrariscaldamenti di 55° .

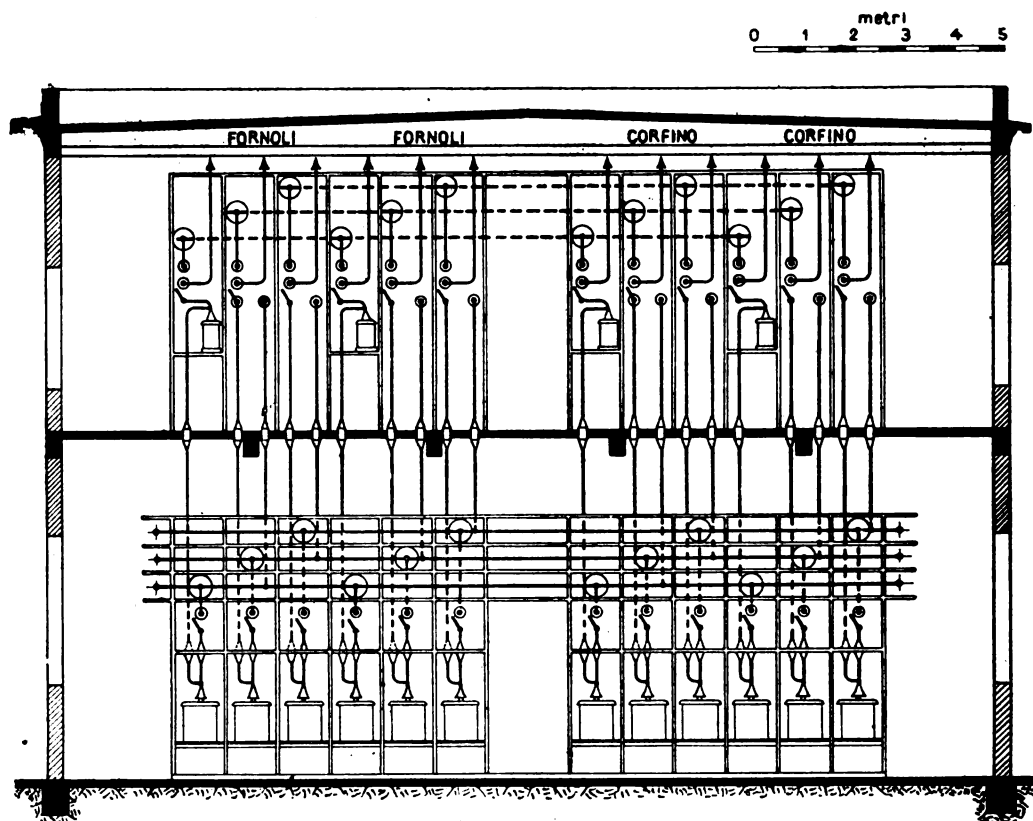


Fig. 38. — Edificio del quadro - Sezione B B.

La caduta di tensione che si verifica passando dal funzionamento a pieno carico, a quello è vuoto, è dell'1,13 % per

Il consumo d'acqua per refrigerazione, supposta a 15° , è di circa 6300 litri al minuto.

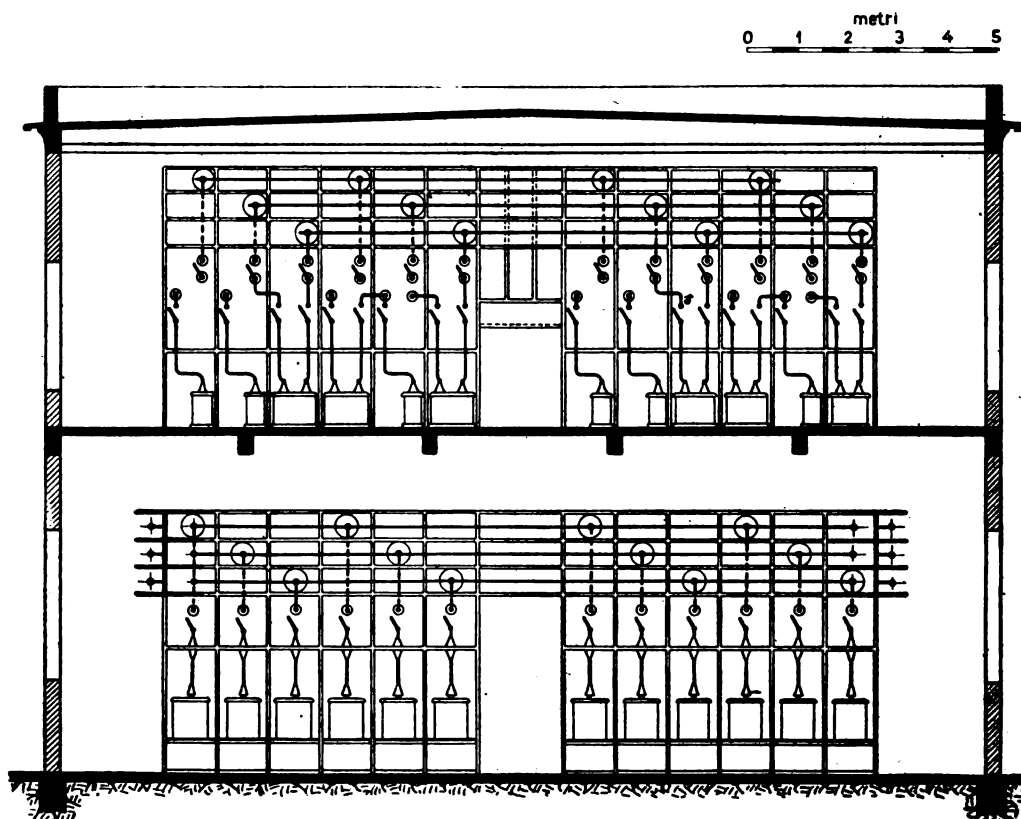


Fig. 39. — Edificio del quadro - Sezione C C.

$\cos \varphi = 1$ e del 4,3 % per $\cos \varphi = 0,7$. La tensione, nel caso di corto circuito supera quella normale del 5,05 %.

Il trasformatore può sopportare un sovraccarico del 15 %

Per quanto riguarda le condizioni di isolamento, il trasformatore risponde completamente alle Norme dell'A. E. I. Il peso totale del trasformatore è di 26.000 chili, dei quali

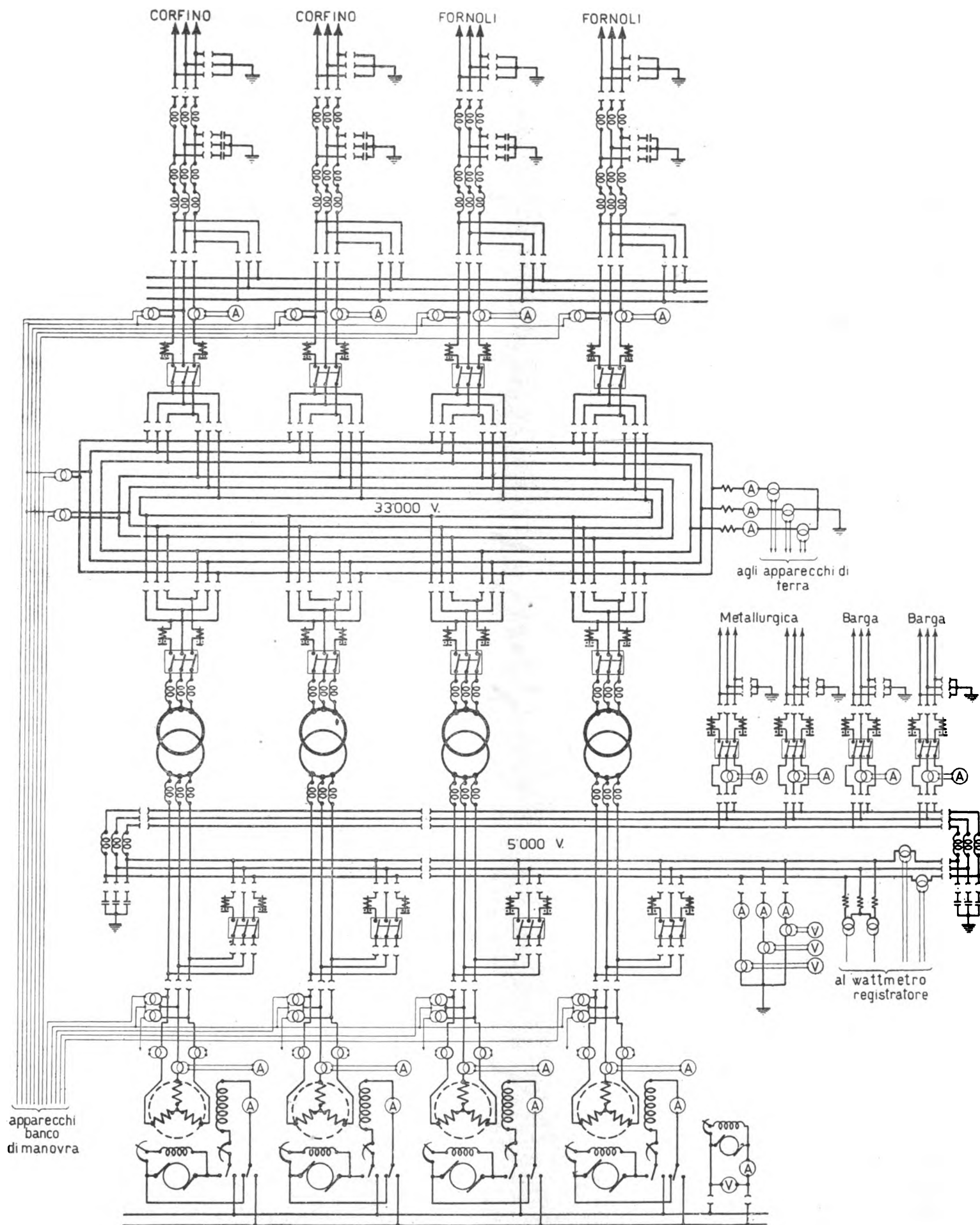


Fig. 40. — Schema delle connessioni elettriche.

17750 kg per la parte estraibile, 2750 kg per il cassone e 5500 kg per l'olio.

Schema e quadro.

I concetti seguiti nell'esecuzione dei collegamenti elettrici appaiono chiaramente indicati nello schema di fig. 40; essi sono informati a grande semplicità.

Normalmente, ogni gruppo eccitatrice, alternatore, trasformatore, costituisce un montante unico che si collega alle sbarre di alta tensione.

Ogni alternatore è provvisto della sua eccitatrice; un sistema di sbarre di eccitazione permette però, in caso di bisogno, di smistare una eccitatrice su un alternatore qualunque. Inoltre, come già si è accennato, esiste un gruppo autonomo

di eccitazione di riserva, che può essere collegato esso pure colle sbarre di smistamento. Ogni eccitatrice è naturalmente munita di reostato di campo e dei soliti apparecchi di misura.

Gli alternatori sono connessi direttamente ai trasformatori, attraverso bobine di reattanza, ma senza l'interposizione di interruttori. I montanti possono però essere collegati, mediante opportuno gioco di coltelli col sistema di sbarre a bassa tensione; sulle derivazioni dai montanti alle sbarre, sono inseriti degli interruttori automatici in olio.

Le sbarre a 5000 V costituiscono un anello completamente chiuso. Da esse partono quattro linee a una sola terna, delle quali una va alla diga della Turrice, due servono gli stabilimenti della Metallurgica Italiana, di Fornaci di Barga e la quarta si dirige a Barga per la distribuzione locale.

Per l'alta tensione, sono installate due terne di sbarre, ad anello chiuso. Fra i trasformatori e le sbarre ad alta tensione sono inseriti gli interruttori di macchina.

Dalle sbarre a 35.000 V si staccano, con l'interposizione di interruttori automatici in olio, quattro linee ad una sola terna; di esse, due servono pel collegamento colla centrale del Corfino e due si dirigono a Fornoli.

Una terna di sbarre aperte, a 35.000 V, permette, colla manovra di opportuni coltelli, di effettuare scambi di energia fra le quattro linee.

La regolazione della tensione può essere eseguita separatamente per ogni alternatore, manovrando il reostato di campo del generatore o quello della sua eccitatrice.

La protezione contro le sovracorrenti è affidata agli interruttori di macchina e a quelli di linea che sono automatici a massima, a tempo regolabile, con relais sull'alta tensione.

Sulle sbarre a bassa tensione, sono installati degli scaricatori a getto liquido per l'eliminazione delle cariche statiche. Dalle sbarre sono anche derivati dei voltmetri e amperometri di terra. Sulle sbarre sono anche inserite delle bobine d'impedenza.

Sulle sbarre ad alta sono installate delle bobine di terra.

Dalle linee a 35.000 V in partenza sono derivati dei condensatori Capart in mica. Sono anche installati dei giochi di coltelli per mettere a terra ciascuna linea.

Sulle linee in partenza a 5000 V sono derivati dei condensatori tipo Friburgo.

Disposizioni costruttive del quadro.

L'edificio del quadro è stato costruito in modo da tenere i circuiti a bassa tensione completamente separati da quelli ad alta tensione. Il quadro a 5000 V si sviluppa infatti, come già si è accennato, nell'ala dell'edificio costruita a solo piano terreno, mentre tutti i circuiti ad alta, fatta solo eccezione dei montanti provenienti dai trasformatori, si sviluppano nel corpo centrale, a due piani, dell'edificio quadri.

Nella parte di edificio costruita a solo piano terreno e prospiciente l'edificio della sala macchine, trovano posto un grande locale a uso magazzino e l'officina per i trasformatori. Nell'ala a piano terreno destinata alla bassa tensione si trovano, oltre le celle dei trasformatori, l'arrivo dei cavi di macchina a 5000 volt, l'anello delle sbarre a 5000 V, colla partenza di quattro linee a 5000 V, e gli interruttori a 5000 V (fig. 36).

Nel corpo centrale a due piani, si trovano al piano terreno: gli interruttori ad alta tensione dei trasformatori e quelli delle linee partenti a 30.000 V, nonché il doppio anello di sbarre a 30.000 V. Al piano superiore si trovano le sbarre ausiliarie a 30.000 V, i riduttori di corrente e di tensione delle linee partenti, le protezioni e la partenza delle linee (fig. 36 e 37).

I cavi di collegamento dalle macchine al quadro sono da $3 \times 250 \text{ mm}^2$; ve ne sono due per ognuno degli alternatori da 6000 kVA, e uno per l'alternatore più piccolo.

L'anello delle sbarre a 5000 V si svolge sulle due facce di una incastellatura longitudinale nella parte superiore di essa. La disposizione è chiaramente visibile nelle sezioni delle figure 37, 38 e 39.

Dalle sbarre, oppure direttamente dalle teste di cavo, attraverso i coltelli, partono i montanti di collegamento coi trasformatori; i conduttori attraversano rettilinearmente, tenendosi molto alti sul pavimento, il locale, ed entrano nelle corrispondenti celle dei trasformatori, per mezzo di passanti da muro.

Tutti i circuiti a 5000 V, sono costituiti da piattine di rame della sezione di $\text{mm } 50 \times 7$; fra conduttore e conduttore si è tenuta una distanza di 250 mm.

Dalle celle dei trasformatori escono, pure attraverso passanti, i conduttori ad alta tensione i quali attraversano nuovamente il locale quadri a 5000 V, mantenendosi presso al soffitto di esso ed entrano nel locale a piano terreno dell'edificio quadri a 35.000 V.

In questo locale si trovano due incastellature longitudinali, disposte parallelamente a quello del quadro a 5000 V; ad esse corrispondono altre due incastellature al piano superiore.

Alla base delle due incastellature inferiori sono sistemate 24 celle; nelle 12 celle più vicine al quadro a bassa tensione trovano posto le 12 casse dei quattro interruttori ad alta tensione di macchina, e nelle altre 12 celle sono invece collocati gli interruttori sulle quattro linee ad alta tensione partenti. Nella parte superiore delle due incastellature sono invece installati i due anelli di sbarre a 35.000, disposti concentricamente l'uno all'altro e separati da una doppia parete in cemento. Sui due lati minori dell'anello sono installate le bobine di impedenza.

Nell'intercapedine lasciata dalla doppia parete in cemento fra i due anelli di sbarre, avviene la discesa dei conduttori ad alta tensione che provenendo dai trasformatori vanno agli interruttori di macchina.

I montanti che, dalle sbarre vanno alle partenze di linea, si staccano dalla seconda incastellatura del piano terreno, e dopo aver attraversato l'interruttore, salgono essi pure nell'intercapedine fra i due anelli delle sbarre e attraverso passanti, entrano nel locale al piano superiore.

Salendo verticalmente essi incontrano subito i riduttori di corrente e la terna di sbarre ausiliarie, tutti disposti su una stessa incastellatura. Le bobine di impedenza e i gruppi di scaricatori si trovano invece nell'altra armatura, parallela alla prima. Da essa si staccano le linee che, correndo presso al soffitto del locale escono dalla parete posteriore di esso attraverso opportune finestre.

Presso all'uscita delle linee sono montati i coltelli per la eventuale messa a terra.

Con la disposizione costruttiva descritta si è quindi realizzata la completa separazione in locali interamente distinti, del quadro a 5000 V, dei circuiti e 35.000 V, e della partenza delle linee.

Quadro di manovra.

Il quadro di manovra è costituito da pannelli a leggio, uno per ciascuna macchina e per ciascuna linea in partenza.

I pannelli portano gli ordinari apparecchi di sorveglianza e di misura.

Sulla parete di fondo del locale si aprono ampie finestre, a fianco delle quali si trovano due grandi pannelli verticali che portano gli avvisatori di terra per i due anelli a 30.000 kV, e per quello a 5000 V.

Servizi ausiliari.

Ad essi si provvede mediante trasformatorini apposti da 25 kVA.

In un locale adiacente a quello del quadro di manovra è installata una batteria di accumulatori Tudor di riserva da 180 Ah, 110 V. Per la carica di essa v'è un piccolo gruppo separato motore-dinamo.

== PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ==

STATISTICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI IN ITALIA.

Vol. I (ediz. 1923): Dati elettrotecnici sulle distribuzioni di energia elettrica nei Comuni del Regno d'Italia comprese le terre redente L. 20,—
più per postali » 2,—

Vol. II: Elenco delle Centrali di produzione d'energia elettrica coi dati tecnici quantitativi sulla generazione, trasformazione, distribuzione dell'energia elettrica in Italia. » 20,—
più per postali » 2,50

DESCRIZIONE IMPIANTI. - Fascicoli pubblicati:

- 1° Impianto di Crego della Soc. Imprese Elettriche Conti.
 - 2° Impianti del Tanagro e Aventino della Soc. Meridionale di Eletticità.
 - 3° Impianti idroelettrici Piave Santa Croce del gruppo della Società Adriatica di Eletticità.
 - 4° Impianti della S. I. P. Breda in Valle Lys.
 - 5° Impianto del Temù in Valle Camonica.
 - 6° Impianto di Iselle della Società Dinamo.
 - 7° Impianto di Valdo della Società Imprese Elettriche Conti.
 - 8° Impianti idroelettrici Val Cenischia della Società Forze Idrauliche del Moncenisio.
 - 9° Impianto del Matese della Soc. Meridionale di Eletticità
- Prezzo per ogni fascicolo L. 6,—
più per postali » 1,—

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I. MILANO (103) - Via S. Paolo, 10.

□ LE ORIGINI SPERIMENTALI DELLA TEORIA DEI QUANTA □ □ □ □ □

ALDO PONTREMOLI

La teoria quantistica è sorta per spiegare alcuni fenomeni sulla emissione e la trasformazione delle radiazioni che la teoria elettronica della materia e la teoria ondulatoria della luce non riuscivano a giustificare.

Considereremo tre esempi: l'effetto fotoelettrico, lo spettro continuo del corpo nero, le radiazioni monocromatiche dei gas e vapori.

Prendiamo una lamina metallica e portiamola nelle diverse zone spettrali in cui un fascio di luce bianca viene diffratto da un reticolo. Assisteremo a questo interessante fenomeno: al disopra di una certa lunghezza d'onda (caratteristica per ogni metallo), per quanto intensa possa esser la radiazione impiegata, non si osserva nessuna modificazione. Invece al disotto di tale lunghezza d'onda anche intensità piccolissime provocano una viva emissione di elettroni dal corpo colpito. Supponendo i vecchi modelli della teoria elettronica ed ondulatoria, quanto tempo occorrerebbe per liberare un elettrone, quando l'energia che cade sulla lamina, per centimetro quadrato al secondo, è uguale ad un erg?

L'area della sezione retta di una molecola è di circa 10^{-12} cm²: se l'elettrone liberato ha una energia di 10^{-12} erg (pari a quella acquistata sotto la caduta di 0,6 volt), la molecola dovrà essere illuminata almeno per mille secondi onde poter assorbire l'energia che ritroviamo sotto forma cinetica negli elettroni espulsi. Questo è soltanto un calcolo di ordine di grandezza, ma che ci rivela già uno stridente contrasto coll'esperienza: l'effetto fotoelettrico non presenta certo questo ritardo tra arrivo della radiazione ed emissione di elettroni.

La distribuzione delle velocità di questi elettroni emergenti è poi indipendente dalla intensità della luce incidente, ma è funzione della frequenza di questa, naturalmente al disopra della soglia che segna l'apparire del fenomeno, il quale si manifesta non solo nei solidi, ma anche nei gas ed i vapori.

Supponiamo ora invece di esaminare la distribuzione dell'energia nel nostro fascio di luce bianca, in funzione delle varie lunghezze d'onda in cui viene diffratto da un reticolo. E' noto che, se il radiatore ha determinate caratteristiche, la radiazione emergente non dipende dalla natura di esso, dalla materia che lo costituisce, ma solo dalla temperatura cui è condotto.

Ora la elettrodinamica classica è in grado di determinare teoricamente la dipendenza tra temperatura del corpo, intensità e lunghezza d'onda della radiazione emessa, ma la formula alla quale si perviene non è valida per ogni frequenza; per le alte frequenze essa è troppo rapida e porta così ad una energia totale irradiata che, anziché dipendere dalla quarta potenza della temperatura assoluta — in armonia colla legge di Stefan — dà una emissione totale di energia di valore infinito per ogni temperatura. L'esperienza non verifica questo continuo aumento dell'energia irradiata col diminuire della lunghezza d'onda, l'esperienza ci rivela invece l'esistenza di un massimo di intensità ad una determinata frequenza, direttamente proporzionale alla temperatura assoluta del radiatore.

Un'altra grave difficoltà che presenta l'elettrodinamica classica appare considerando gli spettri di righe emessi dai gas o dai vapori. Spettri questi molto ricchi, in cui talvolta le righe sommano a migliaia, nè le frequenze si presentano come armoniche di una stessa fondamentale, e quindi, se ad ogni periodo corrisponde almeno un grado di libertà, ben grande dovrebbe essere il numero di questi, in antitesi netta con quanto rivelano i calori specifici e la dottrina della equipartizione dell'energia.

E' appunto per risolvere, almeno in modo formale, tale difficoltà che Lord Kelvin e più tardi J. J. Thomson supposero l'atomo costituito da una sfera immateriale di elettricità positiva entro cui si trovasse un grande numero di elettroni: nel caso degli atomi pesanti sarebbero state presenti molte migliaia di cariche negative, donde la possibilità di un conveniente numero di frequenze proprie.

Tale modello, oltrechè non risolvere la previsione teorica della posizione delle righe spettrali, per cui era stato creato, crollò sotto una serie di importanti esperienze eseguite dal Rutherford e dalla sua scuola nel dominio delle sostanze radioattive o mediante queste. E' ben noto che la conseguenza di tali ri-

cerche dirette portò ad affermare che un atomo consta di un nucleo centrale, pesante, carico di elettricità positiva, attorno cui si trovano degli elettroni che lo neutralizzano. La carica del nucleo è determinata dal numero atomico dell'elemento al quale appartiene.

La elettrodinamica classica era dunque da una parte impotente a spiegare la distribuzione dell'energia nello spettro continuo, quando le frequenze sono elevate, e i fenomeni della fotoelettricità e della ionizzazione che a tali frequenze si accompagnano, dall'altra non riusciva a dar ragione delle lunghezze d'onda caratteristiche emesse dai gas o dai vapori convenientemente eccitati. Naturalmente attorno a questi fenomeni fondamentali molti altri si aggiungono con carattere secondario.

E' notevole però osservare che la discrepanza fra teoria classica ed esperienza si rivela sempre per piccole lunghezze d'onda: man mano che queste si avvicinano alle dimensioni degli atomi che le emettono, le assorbono o le diffondono, le circostanze che accompagnano tali fenomeni ottici non si possono più identificare con quelle che siamo abituati a considerare nel dominio delle onde radiotelegrafiche o dello spettro infrarosso e ancora nel visibile. Le equazioni di Maxwell, coi loro termini a derivate parziali, sono appropriate a un mezzo continuo, o che, rispetto ai fenomeni periodici che esse rispecchiano, possa esser considerato come tale. Ma quando la elettrodinamica di Maxwell si applica microscopicamente ad elementi di dimensioni comparabili con le lunghezze d'onda in giuoco, dobbiamo attenderci la loro insufficienza, e possiamo prevedere che la forma più generale di tale elettrodinamica debba contenere anche dei termini con differenze finite, oltre a quelli con derivate parziali, la cui preponderanza deve prevalere proprio nelle circostanze sperimentali sopracitate. Del resto un fatto del genere si è già riscontrato: la relazione di Maxwell che collega l'indice di rifrazione colla permeabilità magnetica e la costante dielettrica del mezzo, in cui le onde si propagano, è rigorosa se applicata ad un mezzo continuo come l'etere, non lo è più in un mezzo strutturalmente discontinuo come la materia. Solo, quando i moti generati dal fenomeno periodico siano così lenti, rispetto ai periodi propri degli elettroni, da poter esser immedesimati con quelli creati da campi statici di valor eguale al campo istantaneo dell'onda periodica, si potrà nuovamente trattar la materia come continua, ma ci troviamo allora nell'infrarosso e nelle onde hertziane.

Così, nell'emissione dello spettro continuo di origine termica, dobbiamo attenderci valida la elettrodinamica classica quando le circostanze sperimentali consentono di riguardare come inapprezzabili le discontinuità della materia e si possa considerare come infinitamente grande il numero degli oscillatori. Cioè la elettrodinamica classica deve essere sufficiente a spiegare i fenomeni della radiazione termica quando le lunghezze d'onda emesse sono molto grandi rispetto alle distanze atomiche o molecolari e molto piccole rispetto alle dimensioni geometriche del mezzo. E poichè tali distanze diminuiscono col crescere della temperatura, per i moti termici degli atomi o delle molecole, dobbiamo attenderci che il limite di lunghezza d'onda λ , per cui il fenomeno è spiegabile in termini di elettrodinamica classica, si abbassi aumentando la temperatura T . Sintetizziamo questi risultati dicendo che la elettrodinamica classica è atta a spiegare i fenomeni della radiazione termica sin quando il prodotto λT è grande e siccome la radiazione del corpo nero è indipendente dalla natura del radiatore, potremo più esattamente scrivere sin quando λT è grande rispetto ad una costante universale o al rapporto di costanti universali. Ora l'unica costante universale di cui disponiamo, che sia in relazione colla temperatura, è la costante di Boltzmann k , che collega l'energia cinetica media di una molecola colla sua temperatura assoluta: ha le dimensioni di una energia divisa per una temperatura. L'altro termine, che interviene nel rapporto, rispetto a cui determiniamo l'ordine di grandezza di λT , deve essere eguale ad una energia moltiplicata per una lunghezza e , se ci riferiamo alle frequenze, ad una energia moltiplicata per un tempo: chiamiamo quest'altra costante universale h , è la costante di Planck.

Lord Rayleigh è riuscito a trovare teoricamente questa formula per grandi lunghezze d'onda: essa, come ormai ci attendiamo da quanto è stato esposto, non può rispecchiare i risultati sperimentali per le piccole lunghezze d'onda e infatti, se estesa alla gamma di tutte le frequenze possibili, è in aperta contraddizione colla legge di Stefan che si può ottenere con ragionamenti di indole puramente termodinamica.

Qui si apre dunque il grave problema: come mutano le relazioni tra materia e radiazione quando si passa al dominio delle alte frequenze? o quali nuove proprietà specifiche delle

radiazioni prevalgono sulle caratteristiche dettate dalla elettrodinamica classica in tali zone spettrali?

Noi potremmo crearci un modello di vibratori opportuno per dare una distribuzione di intensità nello spettro del corpo nero che si confaccia, per ogni frequenza, coi risultati sperimentali. Ma dovremmo così porre a base delle nostre deduzioni una serie di ipotesi che, anche se plausibilissime, ci lascerebbero il dubbio se il modello proposto sia il vero. Certo nello sviluppo della teoria dovremmo accorgerci non esser sempre lecito il trattare le questioni coi metodi del calcolo differenziale e integrale, ma apparirebbe la necessità di sostituire rigorosamente agli integrali delle sommatorie, ai differenziali delle differenze finite, al concetto di probabilità continua quello di probabilità discontinua, come logica conseguenza della non indefinita divisibilità della materia. Forse potremmo essere così portati a speculare su una differenza sostanziale fra i costituenti della materia, strutturalmente di dimensioni finite, e il mezzo che la compenetra e per cui si propagano le alterazioni elettromagnetiche, strutturalmente continuo. ⁽¹⁾

Ma ritengo convenga invece seguire un'altra via, partire dai risultati sperimentali e cercare se qualche effetto, pur coesistendo nei due casi, si differenzi a seconda che si opera in zone di alta o di bassa frequenza.

Oltre alla legge di Lord Rayleigh $\varrho_\nu = \frac{8\pi k T \cdot \nu^2}{c^3}$ (valida per $\lambda T \gg \frac{hc}{k}$), ricordiamo quella di Wien $\varrho_\nu = \frac{8\pi h \nu^3}{c^3} e^{-\frac{h}{kT}}$ (valida per $\lambda T \ll \frac{hc}{k}$) e quella di Planck, che ambedue le compendia ed è rigorosa per qualsiasi frequenza:

$$\varrho_\nu = \frac{8\pi h \nu^3}{c^3} \frac{1}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

Formalmente notiamo soltanto sinora la apparizione nelle espressioni di Wien e di Planck, della nuova costante universale, la costante h di Planck.

Supponiamo che la nostra radiazione puramente termica sia racchiusa con una particella di materia in una cavità di volume V con le pareti perfettamente riflettenti. Nella cavità si avrà una distribuzione media di energia, data dalle relazioni succitate, ma i fascetti luminosi, che costituiscono la radiazione, subiranno delle continue mutevoli interferenze locali, dovute alle mutue istantanee relazioni di fase, dimodochè in un determinato volume elementare V_0 , contenente, per esempio, un granello di nerofumo, si avranno delle fluttuazioni di energia, che risulterà in realtà ora maggiore ora minore della somma delle energie dei singoli fasci concorrenti. Calcoliamo il valor medio $\overline{\Delta E^2}$ del quadrato di queste fluttuazioni di energia, a seconda che l'energia stessa è rappresentata da una delle tre formule precitate.

La meccanica statistica ci insegna che risulta, nelle condizioni del nostro problema:

$$\overline{\Delta E^2} = k T^2 \left(\frac{dE}{dT} \right) V_0$$

e, se la frequenza della radiazione considerata è compresa tra ν e $\nu + d\nu$, rammentando che $E_\nu = \varrho_\nu d\nu \cdot V_0$, avremo rispettivamente:

dalla formula di Rayleigh:

$$\overline{\Delta E^2} = \frac{8\pi k^2 T^3 \nu^2}{c^3} d\nu \cdot V_0 = \frac{\varrho_\nu^2 c^3}{8\pi \nu^2} d\nu V_0$$

dalla formula di Wien:

$$\overline{\Delta E^2} = \frac{8\pi h^2 \nu^4}{c^3} e^{-\frac{h\nu}{kT}} d\nu \cdot V_0 = \varrho_\nu \cdot h \nu \cdot d\nu V_0$$

(1) In questi ultimi tempi è apparsa una importante serie di ricerche tendente a creare una nuova meccanica, nella quale la meccanica classica di Newton e quella relativistica di Einstein non sarebbero che delle prime approssimazioni, non valevoli in campi di dimensioni paragonabili a quelle dell'atomo. Questi lavori fanno capo a L. de Broglie e a Schrödinger: la nuova meccanica «ondulatoria» rappresenta rispetto alla meccanica «geometrica» (che racchiude meccanica classica e relativistica) un progresso analogo a quello offerto dall'ottica ondulatoria rispetto all'ottica geometrica. I risultati analitici sono assai notevoli; si ritrovano, in particolare, i livelli d'energia della teoria di Bohr. Vedi DE BROGLIE, *Ann. de Phys.*, 3, 1925, p. 22; *Journ. de Phys.*, 7 1926, p. 321; SCHRÖDINGER, *Ann. de Phys.*, 79, 1926, p. 351, 489, 734; 80, 1926, p. 109, 437; FLAMM, *Phys Zeitschr.*, 27, 1926, p. 600.

dalla formula di Planck;

$$\overline{\Delta E^2} = \frac{8\pi h^2 \nu^4}{c^3} \frac{e^{\frac{h\nu}{kT}}}{(e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1)^2} = \left(\varrho_\nu h \nu + \frac{\varrho_\nu^2 c^3}{8\pi \nu^2} \right) d\nu V_0$$

Quest'ultima formula è stata trovata la prima volta dall'Einstein attraverso il calcolo dell'entropia della radiazione trovantesi in V e $V - V_0$. Essa ci dice che la media del quadrato delle fluttuazioni della energia presente dipende da due termini, di cui il secondo è dovuto alle interferenze classiche ed è una legittima conseguenza della validità, stretta entro certi limiti, della elettrodinamica classica, infatti si ricava classicamente dalla formula di Rayleigh che si dimostra in via teorica colla teoria elettronica ed elettromagnetica.

Ma veniamo al primo termine: esso rappresenta il contributo delle fluttuazioni di energia che si verificano in notevole misura per basse lunghezze d'onda e che sole sussisterebbero quando la densità della radiazione fosse determinata esattamente dalla legge di Wien, valida appunto per prodotti λT assai piccoli. Nella presenza di questo primo termine dobbiamo dunque vedere un sintomo delle azioni mutue fra materia e radiazione, non esprimibili in termini di elettrodinamica classica. Quando il primo termine prevale (per $\lambda = 5000$ ångström e $T = 1700^\circ$, esso è $6,5 \cdot 10^7$ volte maggiore del secondo!) le fluttuazioni di energia appaiono dovute anche ad altra causa che non siano le interferenze classiche.

Vediamo adesso quale struttura si possa attribuire alla radiazione per giustificare tale andamento.

Consideriamo un insieme di masse indipendenti, uguali, animate dalla stessa velocità: nel volume V_0 siano in media N , il valor medio del quadrato della fluttuazione del loro numero è dato da $\overline{\Delta N^2} = N$. Ma esse posseggono tutte la stessa energia cinetica ϵ , sarà pertanto il valor medio del quadrato della fluttuazione dell'energia $\overline{\Delta E^2} = \overline{\Delta (N\epsilon)^2} = N\epsilon^2$: l'energia E contenuta nel volume V_0 essendo $N\epsilon$, si ha $\overline{\Delta E^2} = E\epsilon$.

Rammentando che nel caso della radiazione è $E = \varrho_\nu d\nu \cdot V_0$, giungiamo rapidamente alla conclusione che le fluttuazioni di energia luminosa, prevalenti ad alta frequenza, sono formalmente identiche a quelle che sarebbero date da un grande numero di corpuscoli moventesi tutti colla stessa velocità ed aventi ciascuno una energia $\epsilon = h\nu$.

Si perviene così a considerare la radiazione come dotata di una struttura corpuscolare, come formata di entità discrete, da quanti di luce. Ognuno di questi quanti ha una energia eguale al prodotto della sua frequenza per una costante universale.

Se ammettiamo microscopicamente il principio della conservazione dell'energia, possiamo affermare che in una trasformazione atomica o molecolare in cui venga emesso od assorbito un quanto di luce, l'energia totale del sistema deve diminuire od accrescersi di una corrispondente quantità ΔW proporzionale alla frequenza della radiazione emessa od assorbita: deve essere esattamente $\Delta W = h\nu$. Provochi per esempio la luce una emissione fotoelettrica di elettroni aventi ciascuno una energia cinetica $\frac{1}{2} m v^2$ e occorra per liberarli singolarmente dal metallo

un lavoro L , si avrà:

$$h\nu = \frac{1}{2} m v^2 + L$$

la celebre formula posta dall'Einstein, studiando i problemi delle radiazioni da un punto di vista euristico, che ha dato luogo ad una messe così imponente di conferme sperimentali e da cui

risulta evidente che per frequenze minori di $\frac{L}{h}$ non si ha emissione elettronica.

Il fatto che la media dei quadrati delle fluttuazioni di energia, ricavata dalla formula di Planck, contiene tanto un termine dipendente dalle interferenze classiche quanto un termine determinato dalla presenza di questi quanti di luce, credo possa non rendere necessaria una indispensabile inconsistenza tra teoria ondulatoria e teoria corpuscolare. La teoria ondulatoria si riferisce esattamente al mezzo continuo che vibra, la teoria corpuscolare all'agente che provoca le deformazioni del mezzo. Se mi si consente un paragone grossolano, il quanto di luce è il sasso che lanciato nell'acqua vi provoca un sistema di onde.

Precisiamo il paragone: supponiamo di essere a bordo di una di quelle navi, mandate durante la guerra per far saltare i banchi di mine subacquee. Il comandante, non conoscendo a quale profondità si trovi il suo obiettivo, spari per economia mettendo una carica variabile, nel coccodrillo e i proiettili siano

semplicemente perforanti. Assisteremo a due ordini di fenomeni: anzitutto al formarsi di onde nell'acqua, alla loro propagazione, interferenza, diffusione e diffrazione, in secondo luogo al penetrare, con varia velocità, dei proiettili nell'acqua. I proiettili partiti con maggiore velocità hanno evidentemente maggior probabilità di poter eseguire il lavoro minimo necessario per far scoppiare le mine. E se una stessa mina è colpita da due proiettili, ciascuno avente la metà o i tre quarti dell'energia occorrente per rompere l'involucro, certo è che l'involucro non è forato e la mina non esplode.

Così pei quanti di luce: quelli con piccola energia, cioè con piccoli $h\nu$ o relativi a grandi lunghezze d'onda, non sono in grado, anche se estremamente numerosi — qualsivoglia sia dunque l'intensità della luce presente — a provocare quei fenomeni propri ad un solo quanto, purchè di frequenza sufficiente.

Tutta la fenomenologia della fotoelettricità e della ionizzazione dei gas, o delle azioni fotochimiche, trova dunque in questo modello la sua logica e naturale interpretazione. Applicando poi strettamente il principio della conservazione dell'energia e della quantità di moto è possibile spiegare un nuovo fenomeno, scoperto in questi ultimi anni dal fisico americano Compton, e per cui un quanto di luce, di frequenza convenientemente alta, urtando contro un elettrone gli comunica una certa quantità di moto e viene diffuso con una frequenza ridotta in relazione alla energia perduta. Questo importantissimo fenomeno sembra fornire una prova palmare della esistenza di questi quanti di radiazione. Ricerche che sono attualmente in corso, stanno inoltre a dimostrare che anche questo quanto diffuso riparte inidirezionalmente, come rivela la sua azione ionizzante. Se tale radiazione diffusa procedesse per onde sferiche potrebbe evidentemente produrre una ionizzazione in una direzione qualsiasi.

La relazione $\Delta W = h\nu$, collegante la variazione dell'energia totale di un sistema atomico o molecolare colla frequenza della radiazione conseguentemente emessa, è stata da noi dedotta quale conseguenza logica dei risultati sperimentali. E' ora possibile indurre in qualche modo quale debba essere la struttura specifica di un atomo per poter dar luogo alla emissione di radiazioni caratteristiche che la esperienza rivela?

Analizziamo anzitutto a quali condizioni minime debba soddisfare un atomo. L'esperienza ci dimostra che:

a) è costituito da un nucleo centrale, pesante, carico di elettricità positiva, contornato da un conveniente numero di elettroni che lo neutralizzano. La carica del nucleo è proporzionale al numero atomico, a meno sempre della stessa costante;

b) nell'atomo, sino a distanza dell'ordine di 10^{-10} cm dal nucleo, è rigorosamente valida la legge di Coulomb e le cariche possono considerarsi come punti;

c) l'elettrone non cade sul nucleo; debbono quindi esservi delle forze repulsive che equilibrino quelle coulombiane. Si debbono quindi istituire nuovi legami, quali ipotesi di lavoro, per definire un equilibrio statico, o supporre un equilibrio dinamico, introducendo semplicemente forze centrifughe;

d) questo minuscolo sistema planetario non deve essere suscettibile di deformazioni permanenti, cessata la causa che le ha provocate. Che in tale dominio non viga una legge di ereditarietà risulta evidente dalla identità dei processi chimici e spettroscopici, qualunque siano le alterazioni alle quali un atomo venga sottoposto, prima di riottenere nelle condizioni iniziali.

Quali sono ora le caratteristiche degli effetti che vogliamo trovare, la emissione cioè di righe spettrali? L'esperienza dimostra che:

a) le frequenze emesse non sono mai armoniche rigorose di una fondamentale;

b) il numero di frequenze emesse è molto superiore al numero di gradi di libertà interni dell'atomo;

c) distribuendo le righe in serie, tutte le relazioni empiriche che collegano fra di loro le righe spettrali di una stessa serie si riferiscono in forma razionale alle frequenze stesse e non a loro funzioni o potenze. Così dicasi dei mutui rapporti fra le componenti di dubletti, triplette, ecc. Questo fatto esclude la possibilità di una interpretazione classica degli spettri; la elettrodinamica infatti introdurrebbe nelle equazioni di moto degli elettroni forze quasi elastiche, proporzionali agli spostamenti: la loro integrazione darebbe il quadrato della frequenza in forma razionale;

d) tra la prima e l'ultima riga di una stessa serie, ambedue con frequenze finite, esistono infinite altre righe;

e) la frequenza ν delle righe di una stessa serie è espressa da relazioni del tipo $\nu = R \left[\frac{1}{(p+\alpha)^2} - \frac{1}{(n+\beta)^2} \right]$ ove R è una costante universale ($3,29 \cdot 10^{15}$), α e β sono costanti caratteristiche

che della serie, n è un numero intero progressivo da una riga all'altra, p è un altro intero costante. Ognuno di questi termini ha, in un certo senso una esistenza separata, esso infatti interviene in più di una serie, accoppiato ad un altro termine con costante diversa.

Nella serie di Balmer dell'idrogeno è $p=2$, $n=3, 4, 5 \dots$ $\alpha = \beta = 0$.

Cerchiamo ora di costruirci un modello di atomo che soddisfi a tutte queste premesse:

I) abbiamo visto che la emissione di una radiazione di frequenza ν è accompagnata da una diminuzione di energia ΔW nel sistema atomico, dovrà quindi aversi, per la serie di Balmer, $\Delta W = R h \left[\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right]$.

II) supporremo, da un punto di vista euristico, che tutte le caratteristiche cinetiche e dinamiche, nell'interno di un atomo, debbano esser funzioni di costanti universali. Le costanti della fisica atomica sono tre: la carica e e la massa di riposo m di un elettrone, la costante di Planck h . Non vi è luogo a considerare la costante di Boltzmann k , perchè, entrando questa in giuoco nei fenomeni termici, si riferisce solo a condizioni in cui coesista un grande numero di atomi; nè occorre introdurre la velocità della luce c , se i fenomeni sono di natura elettrostatica e sinquando non intervengono modificazioni relativistiche: è inutile ricordare poi che la assoluta prevalenza nell'atomo delle forze elettrostatiche sulle gravitazionali esclude la inclusione della costante di gravitazione universale.

Il metodo delle dimensioni ⁽²⁾ ci permette di fissare le seguenti relazioni per il raggio r dell'orbita, la velocità angolare ω , e periferica v , la energia cinetica E_{cin} e potenziale E_{pot} dell'elettrone e l'integrale I_{orb} esteso a tutta l'orbita, del momento di impulso I :

$$I_{orb} = 2 \pi I = n h, \quad r = \frac{n^2 h^2}{4 \pi^2 m e^2}, \quad \omega = \frac{8 \pi^3 m e^4}{n^3 h^3}, \quad v = \frac{2 \pi e^2}{n h}$$

$$E_{cin} = \frac{2 \pi^2 m e^4}{n^2 h^2}, \quad E_{pot} = \text{cost} - \frac{4 \pi^2 m e^4}{n^2 h^2}$$

ove n è l'unica costante arbitraria, perchè abbiamo potuto eliminare l'altra costante occorrente, scrivendo che la forza centrifuga equilibra la forza di Coulomb $\frac{e^2}{r^2} = \frac{m v^2}{r}$: le relazioni ora ottenute col metodo delle dimensioni, son quelle che caratterizzano l'atomo di Bohr.

L'energia totale W dell'atomo è data da:

$$W = E_{cin} + E_{pot} = \text{cost} - \frac{2 \pi^2 m e^4}{n^2 h^2}$$

e se per un'altra orbita il valore della costante risulta p , la differenza $\Delta W_{p,n} = h\nu$ tra lo stato n e lo stato p , sarà dato da:

$$\Delta W_{p,n} = h\nu = \frac{2 \pi^2 m e^4}{h^2} \left[\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right]$$

Perchè il modello sia consistente coi valori delle frequenze della serie di Balmer, è necessario che il numero puro n possa assumere solo valori interi successivi passando da un'orbita alla seguente e che la costante fuori parentesi abbia il valore $3,29 \cdot 10^{15}$. Nello stato normale dell'atomo l'energia totale deve essere minima, gli compete quindi il valore $n=1$. La serie di Balmer è dunque emessa da elettroni che, partendo da orbite con $n=3, 4, 5$, ecc., cadano sull'orbita $n=2$; inversamente tale serie sarà assorbita solo da atomi che non si trovino nel loro stato normale, ma bensì in uno stato già eccitato, in cui l'elettrone esterno si muova sulla orbita con $n=2$. Così si spiega come l'idrogeno atomico, al suo stato normale, non assorba la serie di Balmer. Il fatto che n deve essere sempre intero, porta come necessaria conseguenza che l'elettrone non può andare che su un numero discreto di orbite, ove il raggio è proporzionale a quadrati di numeri interi ed il periodo orbitale è proporzionale al cubo di tali quantità: valgono dunque le leggi di Keplero, ma il raggio delle orbite non può essere qualunque.

In questo modello, per spiegar la emissione e l'assorbimento di linee spettrali, si deve implicitamente ammettere che

⁽²⁾ Ricordiamo che le dimensioni delle costanti universali introdotte sono rispettivamente

$$[e] = M^{1/2} L^{3/2} T^{-1}, \quad [m] = M, \quad [h] = M L^2 T^{-1}$$

l'elettrone possa percorrere per tempi finiti, più o meno piccoli, delle orbite stazionarie e indefinitamente l'orbita normale, senza cadere sul nucleo. Vediamo così riapparire — in contraddizione colla elettrodinamica classica — la possibilità che in determinate condizioni un elettrone accelerato non irradia: la emissione di radiazioni obbligherebbero l'elettrone a cadere sul nucleo descrivendo un'orbita spirale. Tale esigenza non è del resto nuova nella fisica atomica: essa si era già mostrata come ineluttabile al Langevin nella sua teoria cinetica del magnetismo, quando, per spiegare le proprietà magnetiche dei corpi, doveva supporre la presenza di orbite elettroniche circolari od ellittiche, stabili e comportantesi come foglietti magnetici.

Osserviamo che la caratteristica fondamentale di questa dinamica quantistica è che la frequenza della luce emessa non corrisponde a quella orbitale dell'elettrone nello stato di partenza o di arrivo. Essa è una frequenza intermedia che tenderà assintoticamente ad avvicinarsi alla frequenza emessa, tanto minore diventa la differenza fra le due orbite. Infatti se

$$\nu = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^3} \left[\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right],$$

si avrà

$$\nu \sim \frac{4\pi^2 m e^4}{h^3 n^3} (n - p) = \nu_{\text{orb}} (n - p),$$

se n e p sono molto grandi e poco diversi.

Dovendo essere n e p interi, la frequenza emessa — in queste circostanze — è un armonico della frequenza orbitale. Ma quando n e p sono molto grandi, la frequenza è assai piccola, ci troviamo nell'infrarosso, ove, da altri argomenti, conosciamo la coincidenza dei risultati classici coi quantistici. Anche qui vediamo questa identità, colla sola differenza che mentre la elettrodinamica classica ci rivelerebbe la emissione contemporanea di tutte le armoniche della frequenza orbitale, la teoria quantistica le attribuisce ad una serie di passaggi ben definiti, l'uno separato dall'altro.

E' attraverso questo risultato assintotico che il Bohr ha potuto formulare quel suo principio di corrispondenza al quale dobbiamo dei risultati estremamente fruttuosi. Da esso si deriva, che, per grandi quanti, l'intensità della radiazione emessa quantisticamente deve essere in media uguale a quella calcolabile colla elettrodinamica classica, dato il moto dell'elettrone sull'orbita di partenza e di arrivo, ora pressochè coincidenti: uguale deve essere inoltre la polarizzazione della radiazione emessa.

Il Bohr ha esteso questo principio anche a quelle condizioni di emissione ove l'orbita di partenza e di arrivo sono assai diverse: allora il problema della intensità diventa alquanto complesso per la incertezza ancora sussistente sul modo come si debbono mediare le ampiezze. Esso è risolto nel caso in cui l'azione del campo esterno divide in numerose componenti una riga inizialmente unica. Ma tutte le questioni riguardanti la polarizzazione restano perfettamente definite.

Il principio di corrispondenza ha avuto ed ha una grande influenza sullo sviluppo e le applicazioni dei problemi della struttura atomica ed ha fra l'altro approssimato le soluzioni concernenti la distribuzione degli elettroni nell'interno degli atomi ⁽³⁾.

La teoria dei quanti ha il merito di offrirci una rappresentazione estremamente sintetica di tutti i fenomeni che intervengono nell'interno o alla periferia di un atomo e di darci un modello ben definito degli atomi e delle molecole eteropolari: ha però, come tutte le teorie energetiche, il difetto di non rivelarci il meccanismo intimo dei fenomeni. Felix culpa! se lo stesso appunto può muoversi alla termodinamica e se questa teoria dei quanti ha dato impulso ad un notevole numero di nuove esperienze e di ricerche su vie inattese.

Anche se un giorno essa dovesse per avventura cadere sotto i dati di nuovi risultati sperimentali, dovremo porre questi concetti teorici fra i più fruttiferi che la fisica abbia mai visto.

Un filosofo francese, forse pessimista, ebbe a dichiarare che ogni progresso scientifico non fa che derivare la nostra ignoranza da una fonte più alta: se seguiamo l'attuale svolgersi delle nostre conoscenze sui problemi della fisica atomica, non possiamo completamente aderire a questo assioma.

Un grande processo di semplificazione è ora in atto: spogliati i fenomeni da tutte le accidentalità, noi li vedremo brillare nella loro semplicità immutabile.

E l'augurio più vivo che si possa formulare agli studiosi è quello di poter vedere il giorno in cui la verità sarà schematizzata in pochi diagrammi, in cui l'indagine sarà ridotta ad analizzare la differenza fondamentale e sostanziale tra l'elettricità positiva e l'elettricità negativa, in cui la potenza dei metodi sperimentali consentirà di affrontare il nuovo problema se le cariche che oggi ci appaiono come elementari non sian pur esse divisibili in nuove entità, i cui mutui rapporti cadranno sotto il dominio inesorabile della nostra osservazione diretta o indiretta e del nostro controllo!

:: SUNTI E SOMMARI ::

ACCUMULAZIONE DELL'ENERGIA E ACCUMULATORI.

E. A. HOXIE — **Accumulatori per il collaudo di apparecchiature azionate elettricamente.** (Gen. El. Rev., aprile 1926, pag. 236).

Dopo molti anni di pratica nel funzionamento di interruttori e di dispositivi di protezione azionati elettricamente in sottostazioni s'è manuali che automatiche, in America si è giunti alla conclusione che le batterie di accumulatori rappresentano il mezzo più sicuro per l'azionamento delle apparecchiature stesse, quando sia richiesta corrente continua. Data questa premessa, si comprende come riesca particolarmente utile e interessante lo studio dell'A., inteso ad esporre i metodi migliori da seguire nella scelta e nella carica degli accumulatori, per assicurare loro una lunga durata in relazione al servizio che essi devono compiere, dato anche che le notizie e gli studi sinora eseguiti e pubblicati su questo argomento sono piuttosto scarsi.

L'A. fa precedere un capitolo dedicato ad esporre le caratteristiche generali delle batterie di accumulatori. Dopo aver ricordato che la capacità di una batteria espressa in amperore deve essere sempre riferita al tempo in cui essa è ottenibile, l'A. afferma che la vita delle batterie non è tanto influenzata da corti circuiti o forti scariche, cui essa possa venire sottoposta, come generalmente si crede, quanto da un sistema non appropriato e razionale di ricarica della stessa. I principali requisiti cui deve rispondere una batteria di accumulatori per l'azionamento di apparecchiature, sono: assoluta sicurezza di funzionamento, ampia capacità di scarica e lunga durata. Il primo requisito si ritrova facilmente in qualunque batteria studiata per quest'uso, perchè anche per la rottura di un recipiente della batteria stessa, questa può normalmente funzionare ancora: il modo di soddisfare agli altri due requisiti, evidentemente in contrasto l'uno coll'altro, deve essere affidato ad un compromesso, dal quale risulti la condizione più economica nella scelta del tipo adatto di batteria.

L'A. passa poi ad analizzare i vari tipi di accumulatori ed espone i metodi di funzionamento e di carica degli stessi: il sistema della ricarica continua per mezzo di un apposito gruppetto di conversione continuamente in moto o da una linea a corrente continua, attraverso resistenze, è preferibile a quello di lasciar scaricare la batteria per poi ricaricarla quando è esaurita, e ciò perchè in tal modo la batteria viene a trovarsi in ogni istante nelle condizioni di massima efficienza e le è assicurata una maggiore durata utile; inoltre questo sistema è più economico e il funzionamento risulta notevolmente semplificato. L'A. espone ampiamente le ragioni che tornano a riprova di queste sue asserzioni e viene poi ad analizzare le batterie di accumulatori da 12 o 24 elementi per servizi di bassa tensione (24 o 48 volt), che vengono usate per servizi più leggeri, là dove, ad esempio, il comando elettrico deve assicurare solo lo scatto dell'interruttore, ricorrendosi invece, nei casi di servizi più pesanti, normalmente alle batterie di accumulatori di 60 elementi per poter disporre di una tensione di 125 volt.

L'A. esamina poi quali sono i criteri, che devono guidare nella scelta della capacità della batteria da installare in relazione al servizio che deve compiere: è evidente, ad esempio, che, se essa deve alimentare anche circuiti luce, dovrà avere una capacità maggiore che non se deve assicurare semplicemente il servizio degli apparecchi. Bisogna anche badare alla sezione dei fili dalla batteria al luogo di utilizzazione della corrente da essa generata, per non avere perdite nel rame.

L'articolo è poi completato da un'accurata analisi dei mezzi di ricarica della batteria, che devono essere scelti con particolare oculatezza. L'A. enumera i requisiti, cui devono soddisfare queste sorgenti di ricarica, e si sofferma poi ad analizzare le condizioni, cui devono soddisfare i gruppetti di conversione destinati a questo scopo; per dare una guida nella scelta del gruppo adatto riproduce una tabella, in cui sono date le potenze in kW che deve avere il gruppetto per le varie capacità di scarica in relazione ai vari carichi continui in amperie richiesti. Chiude poi il suo studio riproducendo due schemi di collegamento delle batterie e dei loro mezzi di ricarica, sia per il

⁽³⁾ La teoria dei quanti è tuttora in continuo sviluppo: chi volesse aver notizia dei più recenti risultati e disporre di una buona bibliografia consulti «Die neuere Entwicklung der Quantentheorie» del Prof. A. Landé, edita nel 1926, dallo Steinkopf.

caso che questa avvenga per mezzo di un gruppetto sia dalle sbarre a corrente continua: di qui si può rilevare anche quali sono gli strumenti di misura occorrenti in una installazione di questo genere.

C. G. E. (*).

APPLICAZIONI VARIE.

H. H. VERNON — Freno a solenoide per motori a corrente alternata con rotore avvolto. (Gen. El. Rev., aprile 1926, pag. 268).

Questo nuovo tipo di solenoide per freno, applicabile a gru, consente, a differenza dei freni meccanici automatici e dei freni a solenoide di tipo comune, una regolazione dello sforzo frenante entro vasti limiti. Nella sua apparenza esterna esso non si differenzia dai soliti tipi di freno a solenoide per corrente alternata, mentre nel suo interno esso è sostanzialmente diverso. Esso consta di due solenoidi, la bobina di uno dei quali è inserita sullo statore, e quella dell'altro sul rotore del motore, con parte della resistenza di avviamento in serie.

Il solenoide rotorico dà una coppia frenante massima pari al 90 % della coppia di pieno carico del motore, quello statorico una coppia pari al 35 % di essa.

Sulle prime posizioni di «abbassare» del controller di manovra, il solenoide statorico non è eccitato e perciò esso esercita uno sforzo frenante a cui si aggiunge lo sforzo frenante del solenoide rotorico variabile con la coppia del motore e, a parità di carico sul gancio, con la velocità.

La combinazione della coppia motrice e di quelle frenanti, permette di realizzare in una certa posizione del controller una condizione di equilibrio fra di esse e cioè una determinata velocità di discesa per un dato carico. Verso le ultime posizioni del controller viene eccitato anche il solenoide statorico e il freno è tolto completamente. Altre posizioni successive stabiliscono i collegamenti per la marcia a velocità oltre il sincronismo, quando il motore funzionando da generatore restituisce l'energia alla rete.

Anche nel senso dell'alzata possono realizzarsi velocità di manovra ridottissime, provvedendo ad accitare limitatamente anche il solenoide statorico attraverso una resistenza in serie con la sua bobina.

I vantaggi principali realizzati con l'impiego di un freno del tipo descritto sono: eliminazione degli aggiustamenti a mano, che rendono il freno meccanico automatico la parte più fastidiosa dell'equipaggiamento di una gru; economia di energia nella discesa a ricupero; economia di spazio e peso.

C. G. E.

GENERATORI ELETTRICI.

Ventilazione per le macchine di grande potenza.

(Revue B. B. C., gennaio 1926, Vol. XIII, N. 1, pag. 3, e aprile 1926, Vol. XIII, N. 4, pag. 110).

E' noto come aumentando la potenza delle macchine elettriche, il problema della ventilazione diventi sempre più complesso, special-

mente per i gruppi turbo a grande velocità in cui conviene filtrare l'aria che altrimenti trasporterebbe polvere e umidità nella macchina: colle maggiori potenze che ora si raggiungono, i filtri per l'aria assumono dimensioni tali da rendere incomoda ed onerosa la loro pulizia, e d'altra parte si trova talvolta convenienza a non legare la grandezza del ventilatore a quella della macchina elettrica, talchè in questi casi si preferisce in generale la ventilazione in ciclo chiuso: l'aria che esce dalla macchina ad una temperatura intorno ai 60° è riportata alla temperatura di circa 35° attraverso un apposito refrigerante; la caduta di pressione che si incontra in questo passaggio non sorpassa in generale quella che offrono i filtri e le condotte nel sistema aperto, e in media si mantiene inferiore ai 25 mm d'acqua.

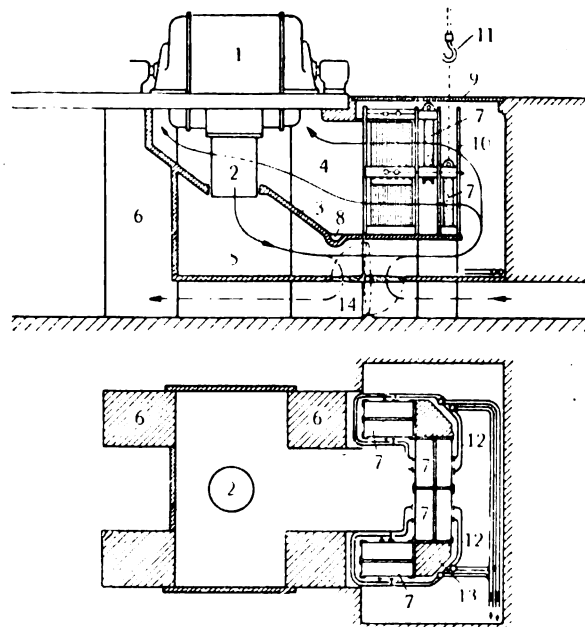


Fig. 2.

Col ciclo chiuso gli incendi nelle macchine si limitano necessariamente per mancanza di ossigeno che li alimenti, e si possono ridurre le perdite per ventilazione, usando nel ciclo dei gas leggeri, come l'idrogeno o l'elio.

Le figure 1 e 2 rappresentano due tipi di ventilazione forzata adottati dalla Brown Boveri.

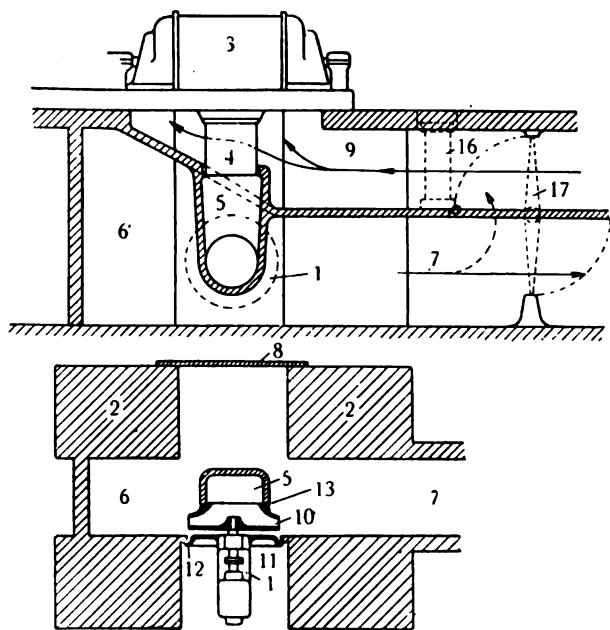


Fig. 1.

mente per i gruppi turbo a grande velocità in cui conviene filtrare l'aria che altrimenti trasporterebbe polvere e umidità nella macchina:

(*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Co. Gen. di Eletticità.

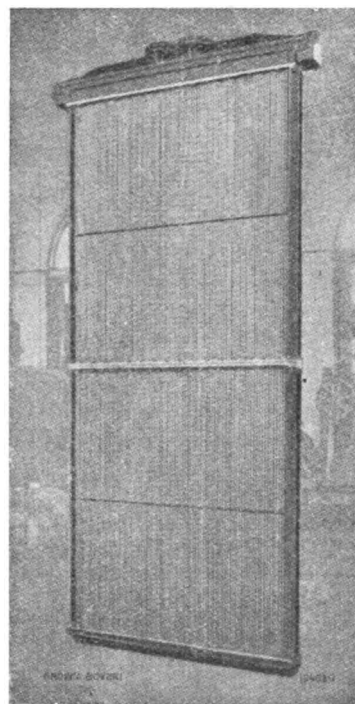


Fig. 3.

Lo spazio fra i piloni di fondazione è utilizzato con condotte molto semplici ed eseguibili in muratura. Nel primo basta addossare tutto il gruppo motoventilatore in modo che la piastra 11 chiuda il vano 12 e la bocca di aspirazione del ventilatore venga in comunicazione colla condotta 5 da cui esce l'aria calda proveniente dalla macchina. Attraverso le feritoie 10 viene spinta in 7, e quindi attraverso il refrigerante 16. Aprendo la valvola doppia 17 si può passare alla refrigerazione in ciclo aperto.

Un tipo analogo è indicato dalla fig. 2. I refrigeranti disposti a semicerchio si possono togliere con la gru, ed a rendere più agevole

l'operazione sono sfalsati, in pianta. Con rubinetti nelle condotte dell'acqua si può operare il ricambio di qualche elemento refrigerante pur mantenendo la ventilazione a ciclo chiuso. Altrimenti per brevi periodi si può passare a quella in ciclo aperto, aprendo la valvola 14. In caso di guasto queste valvole, se aperte, devono essere prontamente richiuse.

I refrigeranti adottati dalla Brown Boveri, studiati sulla esperienza fatta con quelli dei turbo compressori, sono costituiti da un fascio di tubi lisci verticali, che sboccano colle loro estremità in due camere collettrici e nei quali circola l'acqua di raffreddamento: questa può essere fornita dalla pompa del refrigerante della turbina, pur lasciando sempre la possibilità di alimentare con acqua corrente. L'eliminazione di alette è intesa a ridurre lo spazio in larghezza e la resistenza alla circolazione dell'aria. La fig. 3 rappresenta uno di questi elementi, il cui numero dipende naturalmente oltreché dalla massa dell'aria in circolazione, anche dalla temperatura dell'acqua di raffreddamento, mentre le impurità in essa contenute hanno poca influenza dato il basso coefficiente di trasmissione aria-lamiera in confronto a quello acqualamiera.

Per ciò che riguarda la velocità dell'aria immessa nell'alternatore, conviene che sia mantenuta relativamente piccola, sia perchè non trasporti con sé particelle d'acqua dal refrigerante (acqua che si raccoglie in appositi canaletti 8 (fig. 2), sia perchè all'uscita dal ventilatore non si abbia una eccessiva perdita di energia cinetica per urto.

Come dispositivi di sicurezza la Brown Boveri applica un manometro nel refrigerante ed un termometro a contatti nell'aria di circolazione che provocano segnalazioni acustiche ed ottiche in caso di mancata refrigerazione.

G. Pa.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

L. W. AUSTIN — **Proposta di modifiche nella formula di trasmissione Austin-Cohen.** (Proc. Inst. Radio Eng., Vol. 14, N. 3, giugno 1926, pag. 377).

Generalmente, la predeterminazione del campo elettrico F prodotto in un certo punto dello spazio, da una data emissione radio, è fatta ammettendo che esso possa *realmente* rappresentarsi con la formula Austin-Cohen:

$$F = 120 \pi \frac{h I}{\lambda d} \sqrt{\frac{\alpha}{\sin x}} e^{-u} \quad (1)$$

con $u = \frac{0.0015 d}{\lambda^{0.5}}$, e dove i diversi simboli hanno il significato a tutti noto.

Pertanto, numerose ed autorevoli esperienze (¹), hanno ormai dimostrato in modo non dubbio che, per distanze superiori ai 6000 km, la precedente formula fornisce valori notevolmente più bassi di quelli che si riscontrano di fatto.

L'A. propone allora di apportare qualche modifica alla [1] in virtù della quale essa risulti più in armonia con i risultati sperimentali. Naturalmente tale modifica non può logicamente riguardare che il fattore numerico u del termine esponenziale della [1] in quanto esso è stato derivato (e non poteva esserlo diversamente) solo con procedimenti semiempirici.

All'A. sembra che il rapporto $u = \frac{0.0016 d}{\lambda^{0.5}}$ dia risultati assai buoni, ed a confronto di ciò, riporta la seguente tabella:

Stazione trasmittente	Stazione ricevente	f kc	λ km	d km	Fu v/m		Anno
					calc.	osserv.	
Nauen	Cliffwood N. J.	23.8	12.6	6350	44	42	1922-23
Marion	New Southgate	25.8	11.6	5280	40	53	1923-24
Roma	Karachi, India	23.0	10.7	5230	24	20	nov. 1921 a
Bordeaux	"	12.8	23.4	5900	60	68	gen. 1923
St. Assise	Bureau of Stds	20.6	14.5	6150	53	48	1923
Bordeaux	"	12.8	23.4	6160	67	71	1922
Buenos Ayres	"	23.6	12.7	8300	30	37	1924
Cavite P. I.	San Diego	19.3	15.5	11800	2.7	2	1924
Marion	S.S. Dorset e Boonach	25.8	11.6	8000	11	12	1922 e
				12000	2.7	3	1923
Nauen	"	23.8	12.6	8030	21	22	1922 e
				12000	5.4	5.5	1923
Bordeaux	S.S. Dorset	12.8	23.4	8000	37	33	1922
				12000	13	10	

V. Go.

(¹) G. VALLAURI: *Misura del campo elettromagnetico di onde r. t. transoceaniche.* — L'Elettrotecnica, vol. VII, 1920, pag. 298 e Pubbl. n. 9 dell'I. E. R. T. della R. Marina.

Si veda anche:

L'Elettrotecnica 1922, vol. IX, pag. 297 e Boll. R. T., vol. II, n. 19, pag. 193.

L'Elettrotecnica 1925, vol. XII, pag. 647 e Boll. R. T., vol. III, n. 33, pag. 270.

L'Elettrotecnica 1926, vol. XVIII, pag. 83 e Boll. R. T., vol. III, n. 24, pag. 312.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

La partecipazione italiana alla Esposizione della Navigazione Interna e dell'Utilizzazione delle Forze Idrauliche a Basilea.

Come lo scorso anno all'Esposizione internazionale di Grenoble, anche a Basilea la tecnica e l'industria italiana hanno raggiunto una affermazione veramente superba, l'eco della quale è stato largamente raccolto dalla stampa tecnica degli altri Paesi.

Il nostro Governo, giustamente valutando l'importanza di queste competizioni tecniche internazionali, aveva anche quest'anno nominato, per organizzare la partecipazione italiana, un Commissario, nella persona dell'Ing. Alessandro Taccani. Si deve certamente in gran parte alla instancabile attività e all'opera coordinatrice di ogni iniziativa svolta dal Commissario, se l'Italia si è trovata ad occupare uno dei primissimi posti fra le Nazioni partecipanti alla Esposizione, per la ricchezza e l'importanza del materiale esposto e per la perfetta organizzazione della mostra.

Nel piano generale di disposizione della esposizione, il macchinario era raccolto in un amplissimo locale unico per tutte le Nazioni, mentre per tutto quanto riguardava gli impianti di navigazione interna o di utilizzazione delle acque, erano riservate alcune ampie sale del palazzo dell'esposizione.

L'Italia occupava colla sua mostra, una quarta parte dell'intero locale del macchinario, e due delle maggiori sale poste al primo piano del palazzo; una di esse raccoglieva la mostra delle Società elettriche italiane, e l'altra era interamente riservata al Ministero dei Lavori Pubblici.

Entrando nelle sale della Sezione italiana il visitatore era subito gradevolmente impressionato da un senso di armonia e di eleganza, che era prodotto da uno studio accurato della decorazione ed all'abile sfruttamento delle risorse offerte dal locale.

Le ampie finestre di m. 4+2, che formavano lo sfondo di molti degli stand degli espositori erano state utilizzate molto opportunamente, su iniziativa del R. Commissario, per una esposizione di diapositive. Il vano delle finestre era occupato da appositi telai che reggevano le diapositive, tutte di uguale formato per tutte le Società elettriche, e tutte rese di una stessa tonalità di colore mediante l'uso di opportuni controvetri.

Ne risultava un effetto di luce molto gradevole ed intonata coi motivi decorativi della sala. La decorazione era uniforme per tutti gli stand, eseguita a cura del Commissariato sotto la direzione degli Arch. Ponti e Lancia, i quali avevano pure progettato i motivi architettonici posti agli ingressi della sala delle Società elettriche e del riparto italiano del locale delle Macchine.

La sala delle Società elettriche, che aveva un'area di 700 m², raccoglieva gli stand di oltre 25 delle nostre maggiori Società.

Entrando nella sala, l'attenzione era attratta subito da due grandi quadri luminosi i quali rappresentavano lo sviluppo, di cinque in cinque anni, delle centrali elettriche italiane, e delle grandi linee di trasporto di energia. Accanto ai quadri luminosi un apparato cinematografico proiettava, per conto della A. E. I. E. e dell'A. N. I. E. L., delle pellicole illustranti i principali impianti idroelettrici italiani.

La parte centrale della sala era riservata alle maggiori Associazioni elettriche nazionali.

La A. E. I. esponeva diagrammi e prospetti che dimostravano il continuo incremento e la crescente importanza della Associazione; e di ciò erano conferma i volumi dell'Elettrotecnica, quelli delle Norme, e le altre pubblicazioni dello A. E. I., largamente presentate.

La A. E. I. E. e l'A. N. I. E. L. illustravano ampiamente con ricchezza di schemi e di diagrammi lo sviluppo della industria elettrica in Italia, la produzione ed i consumi di energia e la ripartizione regionale di essi.

Un grande tavolo era a disposizione dei visitatori i quali volessero intrattenersi a consultare le pubblicazioni delle tre Associazioni, esposte in appositi scaffali.

Gli stand occupati dalle Società elettriche erano ricchi di schemi, di disegni, plastici, fotografie che permettevano di farsi una adeguata idea delle caratteristiche e della importanza degli impianti idroelettrici italiani.

Importantissima la mostra del gruppo Edison, nella quale si notava una carta schematica riassuntiva del raggruppamento e la relativa potenza delle 80 centrali circa, che fanno capo alla Edison. Chiaramente illustrata era anche la situazione finanziaria del gruppo, e l'andamento della produzione di energia, che raggiunge il miliardo di kWh superando quella di ogni altro gruppo italiano.

Nel gruppo Edison, la Conti occupava uno stand proprio destinato ad illustrare il notevolissimo gruppo di impianti dell'Alta Valle d'Ossola.

Molto interessante era pure la mostra del Gruppo S. I. P., che aveva esposto, in una serie di quadri, i profili di tutte le dighe dei propri impianti, costruiti o progettati, nonché i profili dimostranti il piano di sfruttamento integrale delle diverse vallate.

La Unione Esercizi Elettrici, illustrava in particolare, con un plastico, l'impianto dello Scandarello, e presentava, in altro plastico

luminoso, lo sviluppo degli impianti e delle reti della Società dal 1915 ad oggi.

L'attività che l'Italia ha saputo esplicare dopo la guerra per la messa in valore delle ricchezze idrauliche delle Terre redente, risultava in tutta la sua imponenza dalle mostre della Società Generale Elettrica Tridentina, della Società Trentina di Elettricità, della Società Industriale Tridentina, del Consorzio delle città di Riva e Rovereto, dell'Azienda Elettrica di Bolzano e Merano, che presentavano in plastici e fotografie i numerosi impianti, in gran parte già eseguiti, nel Trentino e nell'Alto Adige.

Era specialmente notevole il plastico dell'impianto di Caldaro, della Società Trentina di Elettricità, il quale raggiungerà la potenza di circa 130.000 kW.

Anche la Montecatini illustrava, accanto all'attività industriale generale della Società, i propri impianti idroelettrici, alcuni dei quali, come è noto, sono situati nell'Alto Adige.

Non è possibile addentrarsi qui nell'esame del materiale esposto dalle altre Società elettriche, come la Crespi, la Trezzo, la Società

Nel salone delle Società Elettriche trovava posto anche la mostra del Consorzio del Porto di Genova con un grande plastico del porto coi lavori eseguiti o in costruzione e quella della Società An. del Canale Pedemontano.

*

La sala del Ministero dei Lavori Pubblici, non meno vasta di quella delle Società Elettriche, era stata essa pure decorata con ricchezza e finezza di gusto, sotto la guida dell'Arch. Iannuzzi.

La navigazione interna non ha, come è noto, presso di noi anche per ragioni geografiche, l'ampio sviluppo assunto in molti Paesi all'estero. Tuttavia la mostra ordinata a questo riguardo dal Ministero dei LL. PP., non mancava di costituire una bella affermazione di ardimento tecnico e di energia di lavoro. Era in particolare illustrata la sistemazione del Po, da Piacenza alla foce, con le cospicue opere di approfondimento dell'alveo e di regolazione del corso, sia nei riguardi della navigazione che della protezione e del ricana-



Salone delle macchine — Sezione Italiana.

Elettrica Bergamasca, la Ansaldo Cogne, il Gruppo dell'Adamello, della Società Adriatica, della Ligure Toscana, la Società Elettrochimica, l'Elettricità e Gas di Roma, la Società Elettrica della Sicilia, l'Ente Autonomo del Volturno, ecc. Occorrerebbe nominare pressochè tutti gli impianti elettrici italiani.

L'interesse dei visitatori era frequentemente richiamato dallo stand dell'Imprese Idroelettriche del Tirso e della Società Elettrica Sarda per le ben note caratteristiche particolari dei grandi impianti del Tirso e del Coghinias.

Pure molto osservati erano i plastici degli impianti della Sila esposti, con altro materiale, dalla Società Meridionale di Elettricità.

La Società Idroelettrica del Barbellino aveva illustrato in un plastico l'impianto del Barbellino e i particolari di installazione dei cantieri di lavoro, richiamando l'attenzione di molti visitatori.

Fra i costruttori, esponevano la Società An. Costruzioni di Milano e la Società Generale per Costruzioni di Roma, che dava con plastici e fotografie una idea completa dell'importante opera dello sbarramento di Pavana.

La Società Ansaldo Cogne aveva preparato una ricca mostra dei propri prodotti metallurgici ottenuti al forno elettrico, con campioni e microfotografie. La S. C. A. C. esponeva fotografie delle linee armate coi pali in cemento armato centrifugato, di sua costruzione.

mento delle terre vicine; e coi progettati lavori di raccordo ai laghi lombardi.

Il canale lagunare veneto, per tanti rispetti importante, colle notevoli opere per il passaggio a livello dell'Adige e per la conca di Bevazzana sottopassata da un altro canale, riscosse meritatamente l'attenzione dei tecnici. Vi si collegavano le mostre di tutti gli uffici del Genio Civile facenti capo al Magistrato delle Acque di Venezia.

Del massimo interesse era la mostra del Servizio Idrografico, la quale dimostrava l'alto grado di sviluppo che essa ha raggiunto in Italia, così da costituire veramente un vanto della nostra tecnica idraulica.

Una mostra a sè, aveva organizzato la Direzione dei Servizi Idroelettrici delle Ferrovie dello Stato. Oltre alla dimostrazione grafica della diffusione dei servizi elettrificati sulle linee di Stato, erano esposti i plastici dei più recenti impianti idroelettrici nella zona del Saggiario e del Reno, e in particolare di quelli di Pavana e di Suviana.

*

Anche nella mostra del macchinario, la Sezione italiana, che era la più vasta di tutte, occupando circa 1350 m², si distingueva per la sobrietà e l'eleganza della decorazione, e per l'ordine generale otte-

nuto nella disposizione del materiale. Questa impressione di distinzione che la Sezione italiana dava al primo entrare, era riconfermata dall'alto valore tecnico del materiale esposto.

L'industria delle turbine idrauliche era rappresentata dalle nostre maggiori Case costruttrici.

Le Costruzioni Meccaniche Riva esponevano una delle turbine Pelton destinate all'impianto di Mese, da 26.000 kW, 4.400 m³/s, 740 metri di salto, 450/500 giri a una ruota e due iniettori, con regolatore di velocità a pressione d'olio e servomotore idraulici. Si notava poi fra altro materiale, un modello in scala 1:12 di turbina Kaplan da 760 kW, per 4,40 metri di caduta e 23.500 m³ di portata.

Nella mostra della Franco Tosi, grandeggiava una Pelton da 30.000 kW destinata alla centrale di Timpa Grande degli impianti della Sila. La turbina è a due ruote a due getti ciascuna, per una caduta di 500 metri, una portata di 7000 litri per secondo; velocità regolabile fra 440 e 460 giri mediante regolatore a servomotore idraulico. La ruota, fusa in un sol pezzo colle pale, pesa 5000 kg.

di serie, fra la quale grandeggiava una elettropompa centrifuga a 600 giri, per una portata di 36 metri cubi al minuto.

Un trasformatore da 15.000 kVA, 45.000-43.000-41.000, 525 V, a raffreddamento in aria con cassone speciale a nervature lunghissime, rinforzate, era presentato dalle Officine Trasformatori di Bergamo.

Per l'apparecchiatura vanno ricordate le mostre della S. A. C. E. di Bergamo, coi diversi interruttori fra cui uno tripolare da 40.000 volt, 350 A con comando elettrico a distanza, a motore, uno monopolare da 600 V e 7000 A per forno elettrico, ed altri diversi automatici, ecc.; e quella della Magrini pure con diversi tipi di interruttori e di coltelli e un quadro completo per 600 A.

La C. G. S. di Monza e la Allicchio e Bacchini di Milano avevano una ricca mostra della loro ben nota produzione di strumenti e apparecchi scientifici e di misura. La Ditta A. Perego di Milano esponeva il suo materiale per telefonia e radiotrasmissioni, per la quale si è da tempo affermata sul mercato tecnico: fra l'altro un posto te-



Salone delle macchine — Sezione Italiana.

La De Pretto-Escher Wyss di Schio, esponeva un modello, in scala 1:10, della turbina Francis da 37.500 kW, per l'impianto di Galleto, della Società Terni. La turbina a una sola ruota, per 197 m di caduta e 22.500 litri di portata, ha velocità regolabile fra 337 e 375 giri; essa è provvista di valvola rotativa sferica, di cui un esemplare era pure esposto.

L'alto grado di perfezione tecnica raggiunto dalla Tubi Togni di Brescia nella costruzione delle condotte forzate, era largamente documentato alla Fiera. Rammentiamo fra l'altro materiale un tubo blindato da 1800 mm, provato a 60 atmosfere, destinato all'impianto di Mese; altro per l'impianto di Cadarese, da 1300 mm, provato a 70 atmosfere; una valvola a farfalla in acciaio, da 2000 mm pesante 30 tonnellate, e provata a 13 atmosfere, destinata all'impianto di Fadalto. Riscuotevano anche l'interesse dei tecnici, tre lamiere pesanti 13 tonnellate e saldate, e un tubo per esperienze, da 300 mm, provato alla pressione di rottura di ben 270 atmosfere.

Meno abbondantemente era rappresentata la nostra produzione di macchinario elettrico.

La Ditta Clerici di Milano esponeva uno dei suoi motori asincroni autocompensati, da 20 kW, 42 periodi, 840 giri, $\cos \phi = 1$, illustrandone, con diagrammi e quadri luminosi, le caratteristiche di funzionamento. Le Officine di Savigliano presentavano una dinamo a 8 poli da 375 kW.

La Marelli aveva una mostra abbondante della sua produzione

telefonica di sicurezza antinduttivo per linee fino a 130.000 V, e un posto ad onde convogliate su linee pure a 130.000 V.

L'industria dei cavi, che costituisce meritatamente un vanto della tecnica italiana era rappresentata dalle nostre due maggiori Case: la Pirelli di Milano e la Tedeschi di Torino. La prima esponeva specialmente cavi per altissime tensioni, fra cui alcuni particolari del cavo a 130.000 V, e di un altro trifase, a 36.000 V, destinato all'America. La Tedeschi esponeva specialmente materiale telefonico, fra cui un cavo a 600 copie; la apprezzata produzione della Casa nel campo dell'alta tensione era però pure rappresentata, fra l'altro, da un cavo a 75.000 V.

Nel campo della trazione le Ferrovie dello Stato avevano organizzato una mostra veramente notevole, esponendo diversi tipi di locomotori, e materiale di installazione. L'attenzione dei tecnici si rivolgeva specialmente alla sottostazione ambulante 100.000/3700 V, e al locomotore trifase del Tecnomasio italiano per alimentazione a 10.000 volt, a frequenza industriale.

Non minore interesse riscuoteva il locomotore trifase, pure a frequenza industriale (45 periodi) e 10.000 V di linea esposto dalla Società Breda di Milano. Esso esponeva pure un suo trasformatore da 2250 kVA.

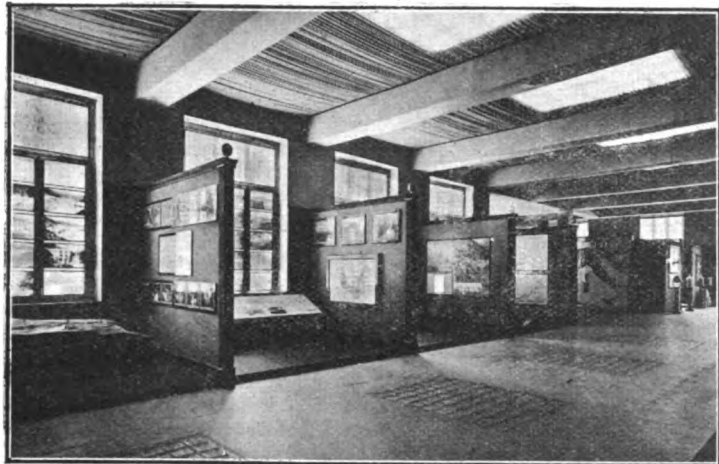
La propulsione navale era rappresentata dalla FIAT, con un Diesel da 315 kW, a quattro tempi, per sommergibile.

*

La Sezione Italiana dell'Esposizione aveva organizzato anche un servizio di propaganda o di informazioni a cui erano addetti tre ingegneri italiani, a perfetta conoscenza delle tre lingue ufficiali adottate all'Esposizione.

Alla diffusione della conoscenza della nostra tecnica, contribuivano anche le pubblicazioni dell'A. E. I., dell'A. E. I. E. e dell'A. N. I. E. L. offerte in consultazione ai visitatori. In particolare la A. E. I. in unione al Commissariato, avevano curato la pubblicazione di due monografie, una relativa alla industria elettromeccanica italiana e l'altra agli impianti idroelettrici, le quali furono largamente diffuse fra i visitatori.

Altre interessanti monografie avevano pubblicato diverse Società, come la Edison, l'Ente Autonomo del Volturno, la Società per il Canale Pedemontano, ecc.



Interno della Sala delle Società Elettriche.

L'organizzazione generale dei servizi è stata veramente soddisfacente sotto ogni aspetto, come pure molto attiva ed efficace è stata la propaganda giornalistica svolta dal Comitato organizzatore di Basilea.

Intorno all'Esposizione era stata creata una serie di avvenimenti tecnici d'ogni genere, visite, congressi, riunioni e cerimonie che richiamarono un largo concorso di tecnici di tutti i Paesi.

La esposizione fu aperta il 1° luglio, con una visita del Presidente della Confederazione Svizzera e di molte autorità.

Di particolare importanza per noi fu la cerimonia del 4 settembre, colla celebrazione della giornata italiana. Intervenne anche S. E. Michele Bianchi, Sottosegretario del Ministero dei LL. PP. La cerimonia diede occasione ad uno scambio di cortesie diplomatiche fra le Autorità italiane e svizzere e valse anche a rinsaldare i legami di amicizia dei due popoli, fra i quali era stata gettata qualche nube di malumore proprio in quei giorni per la pubblicazione di avventate notizie da parte di certa stampa politica. L'Ing. Gaudenzio Fantoli portò anche il saluto del Ministro dell'Economia Nazionale.

Fra i visitatori fu unanime la soddisfazione per l'ottima riuscita della partecipazione italiana, come fu unanime il plauso per l'opera del R. Commissario, Ing. Taccani, e di tutti i suoi collaboratori.

* *

APPLICAZIONI VARIE.

Una nuova macchina elettrica per miniere di carbone è in esperienza in America. Si tratta d'una macchina che avanza scavando il carbone, lo spezza e lo carica sui vagoncini senza bisogno di mine o di alcun lavoro manuale. In esperienze eseguite si ottenne un avanzamento di due metri all'ora e un costo per tonnellata, eguale a metà di quello con scavo umano.

FISICA E CHIMICA.

Un nuovo corpo semplice di numero atomico 61 detto ilinio, è stato scoperto nei laboratori del Bureau of Standard di Washington. Il nuovo corpo fu trovato presente in brumuri di metalli del cerio e fu riconosciuto specialmente coll'esame spettrografico nella regione dell'infrarosso. L'ilinio non si è però ancora potuto avere allo stato libero, ma a tale scopo sono in corso esperienze in laboratorio. Il nuovo elemento completa la serie delle terre rare colmando la lacuna che esisteva fra il neodimico e il samario.

IMPIANTI.

Installazioni importanti di grosso macchinario generatore sono state fatte recentemente in alcuni impianti americani. Alla centrale idraulica della diga Martin sul fiume Tallapoosa (Alabama S. U.) è entrato in servizio il primo gruppo da 32.000 kW; un secondo gruppo sta per entrare pure in servizio e un terzo sarà avviato nel prossimo gennaio, portando la potenza installata a 100.000 kW; a sviluppo completo la centrale raggiungerà i 135.000 kW.

Nella centrale termoelettrica della Hudson Av. a Brooklyn è stato avviato il turboalternatore da 80.000 kW, $\cos \varphi = 0,90$; il gruppo lungo oltre 22 metri, pesa più di 1000 tonnellate ed è provvisto di un condensatore a superficie da 8000 m²; il costo complessivo supera il milione di dollari. Nella centrale termoelettrica di Kearny (New Jersey) fu messo in servizio un gruppo da 43.750 kVA, portando la potenza totale installata in centrale a 166.000 kVA; a sviluppo completo la centrale raggiungerà i 205.000 kVA.

MATERIALI.

Nuovi grandi giacimenti di platino sono stati scoperti nel Trasvaal. I lavori di ricerca eseguiti hanno dimostrato l'esistenza di giacimenti molto vasti e di rilevante spessore; essi sarebbero di tre tipi, dunite, nichel platinifero e quarzo con cristalli di platino. Questi giacimenti sembrano i più ricchi del mondo, dando un rendimento medio superiore a quello dei giacimenti degli Urali, che è di 2,18 grammi di platino per tonnellata di minerale. La produzione mondiale di platino nel 1924 fu di circa 2650 chili, di cui la massima parte provenne, in parti quasi eguali, dagli Urali e dalla Colombia.

SOCIETÀ SCIENTIFICHE, ASSOCIAZIONI, ECC.

Il Secondo Congresso della Stampa Tecnica si è tenuto in Roma dal 29 settembre al 2 ottobre, colla partecipazione dei rappresentanti di venti Nazioni. S. E. Belluzzo, Ministro dell'Economia Nazionale aveva accettato la Presidenza d'onore del Congresso. La seduta di apertura si tenne il giorno 30 settembre alle ore 10; i lavori si inaugurarono con un discorso del Ministro che portò il plauso del Governo ed esaltò i compiti della stampa tecnica.

I delegati delle varie Nazioni illustrarono l'organizzazione e lo sviluppo delle pubblicazioni tecniche. Si discusse in apposite Commissioni nominate in seno al Congresso, su diversi temi particolari: propaganda, organizzazione della vendita, pubblicità, ecc. Una Commissione giuridica si occupò dello Statuto della Federazione Internazionale, e delle disposizioni legislative sui diritti di autore.

Venne deliberata anche la pubblicazione di un Annuario della Stampa Tecnica, da stamparsi nelle tre lingue francese, inglese, e tedesca. Si stabilì anche di procedere alla raccolta di una statistica delle pubblicazioni tecniche.

Il Congresso rinnovò il voto, emesso lo scorso anno a Parigi, perchè dei principali articoli che compaiono sulle Riviste tecniche, sia dato un breve riassunto in esperanto.

Sul tema delle tariffe postali, il Congresso intervenne presso il Ministro Ciano per interessarlo alla Convenzione di Stoccolma che prevede per i Paesi aderenti una riduzione del 50 per cento sulle tariffe, per le stampe periodiche. Il Ministro promise di prendere la cosa in benevola considerazione.

I lavori del Congresso si chiusero con la nomina del Sig. Grafenhagen a Presidente della Federazione Internazionale della Stampa Tecnica, per il 1927.

Il prossimo Congresso si terrà l'anno venturo a Berlino.

*

Borse di Perfezionamento conferite dal Comitato Nazionale Scientifico Tecnico di Milano. — La Commissione Giudicatrice del concorso a borse di perfezionamento di L. 6000, presieduta dal sen. Pirelli e composta dai proff. sen. Corbino, Giacosa, Lodi, Nasini, dagli Ingg. Allievi e Tarlarini, e dall'avv. Biraghi ha designato nella riunione del 19 ottobre fra i 22 concorrenti per il godimento delle borse per l'anno 1926-27 i seguenti giovani laureati:

Per la Chimica: Luigi Gorini (Milano), Teresa Maresca (Napoli), Giuseppe Severini (Genova), Adriana Stolfi (Napoli) riconferma.

Per le Scienze Agrarie: Annalena Pelleschi (Firenze).

Per la Fisica: Amalia De Negri (Napoli - riconferma), Adelina Donetti (Genova), Maria Luigia Pagliarulo (Napoli).

Per la Elettrotecnica: Raffaello Urbini (Milano).

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

Un convertitore di frequenza da 40.000 kVA è stato recentemente costruito dalle Officine di Schenectady della G. E. Co. per gli impianti della Delaware-Hudson R. Le dimensioni della macchina, eccezionalmente grandi, hanno reso molto difficile il montaggio e il trasporto. L'armatura, larga quattro metri e lunga 6,10 metri e pesante 120.000 chili eccedeva la misura dei pezzi trasportabili in ferrovia: si dovette perciò mantenere libero il secondo binario della linea per tutta la durata del trasporto. Per fare uscire l'armatura stessa dalla Officina dove fu costruita, si dovettero abbattere dei tratti di muro per ingrandire le porte esistenti.

VARIE.

Gli incendi provocati da installazioni elettriche, secondo statistiche ufficiali del Governo del Canada sono stati nello scorso anno 540. L'elettricità si è dimostrata la causa più frequente nel provocare incendi. Il 47 per cento dei casi, ossia complessivamente 252 casi, furono provocati dai ferri da stiro dimenticati inseriti. I conduttori flessibili causarono 83 incendi, ossia il 15 per cento dei casi totali. In un solo anno i ferri elettrici da stiro sono stati causa di danni per una somma totale di 10 milioni di dollari.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXXI RIUNIONE ANNUALE

BRESCIA - 1-7 Settembre 1926

Verbale della 2ª Seduta 2 settembre 1926 - ore 9.

Presidente: Apre la seduta ed invita l'Ing. Picker a leggere la relazione da lui presentata assieme all'Ing. Pfiffner sui problemi della protezione contro le sovratensioni.

E. PFIFFNER e G. PICKER. — *I problemi della protezione contro le sovratensioni.* — *L'Elettrotecnica*, vol. XIII, n. 26 del 15 settembre 1926, pag. 596.

Picker: Già la parola « protezione » ha un significato molto vasto e si può dire che non esista un campo della tecnica dove « protezioni » non vengano impiegate, ove la loro presenza è giudicata utile.

Il campo nel quale l'utilità o no, delle protezioni è il più discusso, è senza dubbio l'elettrotecnica, e soprattutto negli ultimi anni si distinguono degli elettricisti protezionisti ed antiprotezionisti.

Così è stata divisa in due parti a suo tempo l'Inghilterra nella sua tremenda politica fra protezionisti ed antiprotezionisti.

Fra i partecipanti del Congresso, nel quale saranno sicuramente militanti di tutti e due i campi, dopo le decise parole del chiarissimo Prof. Reborà, molto probabilmente gli antiprotezionisti saranno in maggioranza.

Scopo delle poche parole per le quali chiediamo la vostra pazienza è di porvi in evidenza con dati di fatto e documentazioni, che nella elettrotecnica non solamente che non è necessario di schierarsi da questo punto di vista in due campi diversi perchè lo stesso tecnico che in certi casi determinati può far a meno delle protezioni, in altri casi meno semplici e facili, deve ricorrere per forza a questi dispositivi — tanto da evitare — perchè senza essi non arriva ad escludere i disturbi e raggiungere la regolarità del suo esercizio.

Ognuno di voi signori deve essere quindi tanto *per*, tanto *contro* le protezioni, e credo di non sbagliare se dico che nessuno dei direttori di esercizio oserebbe dichiararsi decisamente antiprotezionista.

Nessun campo della elettrotecnica è talmente poco esplorato ed afferrabile per i calcoli sia dei progetti, sia delle applicazioni pratiche, quanto proprio quello delle sovratensioni.

In nessun ramo dell'elettrotecnica, il più basso empirismo fiorisce tanto, e in nessun altro ramo si costruiscono tanti apparecchi evidentemente deficienti, che poi vengono applicati spesso senza un giusto criterio e senza una vera competenza dei montatori a capicabina.

In nessun campo della elettrotecnica è quindi così facile di fare errori, e perciò sono tanti i casi dove lo scopo desiderato non si raggiunge.

Mentre per le prove della maggior parte del macchinario e dell'apparecchiatura elettrica, esistono severe norme di collaudo, per i cosiddetti « scaricatori » o più comunemente « scaricafulmini » non solamente non esistono prescrizioni generiche, ma la maggior parte di essi — almeno quelli per tensioni medie fino a circa 20 kV — sono spesso lasciati all'arbitrio di piccoli costruttori senza che mai siano provati a regola d'arte, essendo inoltre la loro taratura basata sui dati e curve le più disparate.

Sulla esistenza di sovratensioni dannose qualunque temporale dà sufficiente prova; ovviare ai pericoli di queste è una necessità. La questione è quindi non più di applicare o meno delle protezioni, ma di giudicare i singoli casi con giusto criterio, e esaminare se esistono rimedi veramente adatti, e questi come e dove sono da applicare.

Sarebbe naturalmente l'ideale di poter fare a meno di tutti i dispositivi protettivi se il macchinario ed il quadro potesse essere isolati così perfettamente da reggere ogni sollecitazione. Ma la costruzione di un materiale *talmente* resistente porterebbe a dei costi di produzione eccessiva pur senza una certezza assoluta. Difatti in America, accanto a macchinario abbondantemente isolato troviamo nella maggior parte dei casi degli apparecchi di protezione.

Pur non volendo assumere il compito di voler dare un giudizio tra queste due tendenze, occorre pur tuttavia notare che può risultare una pretesa ingiustificata o per lo meno eccessiva, di voler negare al costruttore di macchine elettriche l'ausilio dell'apparecchio di protezione, che viceversa non viene negato al costruttore meccanico di apparecchi atti a sopportare delle forti pressioni, quali ad esempio le cal-

daie, le condotte forzate, ecc., che vengono sempre munite di valvole protettive.

Scopo di questa relazione è di indicare dei casi concreti nei quali con delle applicazioni razionali di adeguati apparecchi di protezione sono stati raggiunti evidenti effetti di miglioramento.

Naturalmente le nostre indagini si riflettono a casi ove noi siamo entrati in causa come parte direttamente interessata quali consulenti per lo studio dei casi singoli e quale fornitore degli apparecchi suggeriti ed applicati. Naturalmente non è escluso che con altri mezzi studiati con pari perfezione si possono raggiungere simili risultati, come d'altra parte non vogliamo nascondere che non sempre siamo riusciti neanche noi ad ottenere il risultato voluto.

Le manifestazioni e l'entità delle sovratensioni sono le più svariate. Non vogliamo entrare in dettagli, essendoci di questo già parlato varie volte in seno a questa Associazione.

I disturbi da esse causati si riverberano tanto sull'isolamento verso massa quanto su quello interno dell'avvolgimento.

Qui l'Ing. Picker passa a dare un riassunto sommario della memoria integralmente comunicata nel n. 26 de *L'Elettrotecnica*, pagina 596.

Presidente: Noi abbiamo ascoltato ieri un anti-protezionista e stamane abbiamo ascoltato un protezionista. Passeremo a discutere gli argomenti esposti dall'Ing. Reborà. Siccome è un argomento che interessa tutti i tecnici, e tutti coloro che hanno alle loro dipendenze impianti elettrici e che perciò hanno esperienza in un senso o nel senso contrario, così ritengo che la discussione debba durare molto a lungo. Raccomando perciò ai colleghi di essere sintetici il più possibile e portare dei fatti, perchè in questo argomento soltanto la statistica potrà fra vari anni permettere una decisione sopra un argomento di capitale importanza per la vita dei nostri esercizi.

Dò la parola all'Ing. Righi.

Righi: L'Ing. Picker ha diviso i tecnici in due categorie: protezionisti ed antiprotezionisti; mi permetterà di aggiungere una terza categoria, cioè quella degli antiprotezionisti tendenziali, nella quale io mi metto, non avendo avuto ragioni sufficienti per modificare il parere che ebbi occasione di esprimere l'anno scorso a Napoli. Il nostro Presidente dice di portare dei dati statistici. E' un po' difficile, soprattutto dopo che l'Ing. Reborà ha già portato una mole ampia di dati statistici presi in lunghi anni; ed oggi non mi è certo possibile contrapporre altri dati a quelli dell'Ing. Reborà.

L'Ing. Reborà ci ha mostrato delle tabelle interessanti dove erano raccolti i dati osservati, divisi per categoria. Vedemmo per tensioni decrescenti di esercizio quali erano le sovratensioni riscontrate, sovratensioni dedotte dalla ampiezza degli archi adescatisi negli impianti stessi. L'Ing. Reborà dice che c'è un rapporto costante, che va da 6 a 10, tra sovratensioni e tensioni d'esercizio; e, per provare che le cause degli incidenti erano in relazione con la potenza in gioco, nota che nelle linee telefoniche si hanno degli scaricatori di efficacia nulla mentre le cause di sovratensione esterna sono sempre quelle. Dunque, concludeva, se non occorre proteggere gli impianti telefonici non occorre proteggere neanche quelli di energia. Se si osserva però il modo in cui sono costruite le linee, elencate per tensioni di esercizio decrescenti (e vorrei aggiungere da una parte le linee telefoniche dall'altra una linea di energia ad altissima tensione, a un megavolt addirittura) vediamo che le caratteristiche delle linee sono enormemente differenti. Le linee telefoniche hanno un minimo isolamento, e perciò per questa loro caratteristica sono già protette, a parte il fatto dei minimi diametri dei conduttori posti a minima distanza e spesso di materiale magnetico. Se consideriamo una linea eccessivamente isolata, e supponiamo che essa non trasmetta energia, noi potremo, secondo le idee dell'Ing. Reborà, attaccarci telefonicamente a questa linea ed essere sicuri di non avere delle scariche. Io non sono di questo parere, perchè in quell'impianto si verificherebbero certamente delle sovratensioni di causa esterna, senza dubbio pericolose. Nella tabella dell'Ing. Reborà si nota che queste sovratensioni manifestatesi negli impianti son crescenti colla tensione di esercizio, ma questo avviene perchè cresce anche l'isolamento della linea, e le scariche, silenziose o in forma di arco, non possono avvenire che per valori sempre più alti della sovratensione. Non mi pare che un rapporto di proporzionalità, fra 6 e 10, possa essere assunto come attendibile, perchè, ripeto, le caratteristiche costruttive della linea hanno una grande importanza. Può essere anche che esista un valore massimo delle sovratensioni di origine atmosferica.

Quanto alla questione di abolire o meno gli scaricatori, mi pare che invece i dati statistici dell'Ing. Reborà debbano portare alla conclusione che sarebbe necessario trovare uno scaricatore sicuro, dal momento che i suoi dati dimostrano che anche negli impianti non protetti si hanno delle scariche pericolose.

E non è fuor di luogo ricordare qui un'antica proposta dell'Ing. Campos, per impedire il propagarsi delle sovratensioni, interne ed esterne, lungo le linee, ovvero per attenuarne gli effetti, mediante l'impiego di linee di rame metallizzate esternamente con nichel. Siccome questa proposta non ha avuto credo la sanzione della pratica, sarebbe forse da studiare un'applicazione analoga in quei casi in cui è necessario far ricorso a notevoli diametri di conduttori, cioè nelle linee ad altissima tensione. Si potrebbe mettere esternamente al conduttore l'acciaio ed internamente il rame, invece che viceversa come comunemente si fa.

Su quanto ha detto l'Ing. Picker, che cioè molto spesso si trovano scaricatori non bene proporzionati all'impianto e soprattutto non

proporzionati all'intensità della corrente che circola nelle linee, osservo che non mi pare che lo scaricatore si debba proporzionare all'intensità di corrente. Quando si tratta di sovratensioni di origine esterna, nessuna influenza ha l'intensità della corrente e la potenza dell'impianto; tutt'al più influisce sull'entità delle sovratensioni di origine interna. Mi pare che lo scaricatore debba non dar luogo al passaggio di grandi intensità di corrente; anzi siccome, almeno a parere di molti, attualmente non ci sono ancora scaricatori di funzionamento sicuro, penso che, fino a che non si sono trovati scaricatori migliori, si debba almeno richiedere che non diano luogo a passaggio di eccessive intensità di corrente, per non dare quei disturbi che noi invece vogliamo impedire. E concludo dicendo che, molti sono i tipi di scaricatori esistenti, ma la maggior parte non vanno bene; ve ne sono però alcuni che non danno dei disturbi, ma danno qualche volta o anche spesso una efficace protezione.

Nella statistica dell'Ing. Rebora ci sono riportate delle esperienze da cui risulta che scaricatori, che si trovano a non grande distanza di un punto dell'impianto, in cui si è manifestato un arco, non hanno funzionato. E in particolare questo si è verificato all'estremità di sbarre, nelle curve, e in generale dove le caratteristiche elettriche delle linee subiscono una brusca variazione. Io ricordo che l'Ing. Rebora ha fatto anni fa delle esperienze di ombre elettriche, per mostrare in modo molto evidente dove l'apparecchiatura interna delle centrali era deficiente, cioè il punto più probabile per l'adescamento di archi. Se l'Ing. Rebora volesse rifare queste esperienze, molto più in grande, in una cabina ad alta tensione in esercizio, che si potesse mettere per qualche tempo fuori servizio per produrre nell'apparecchiatura elettrica sovratensioni di maggiore o minore entità, potrebbe credo ottenere sulle pareti della cabina ombre elettriche molto interessanti ed istruttive, che indicherebbero dove e come si dovrebbero modificare gli impianti per impedire che queste sovratensioni si manifestino in punti delicati e non soltanto dove è inserito lo scaricatore.

Selmo: Sulla rete a 80.000 V della Società Meridionale per il trasporto energia Pescara, un tempo non si erano mai constatate delle sovratensioni di grande ampiezza, o meglio non le avevano ritenute tali perchè gli spinterometri montati lungo la linea ogni 600 metri e regolati per 100 kV a frequenza industriale allo scopo di impedire la perforazione degli isolatori, non avevano quasi mai funzionato.

Più tardi è stato riconosciuto che detti spinterometri richiedevano 200 kV ed oltre 200 kV per scaricare ad alta frequenza. Prima di questa constatazione si era concluso che la linea Pescara non era sede di sovratensioni importanti e che tutti gli inconvenienti si dovevano attribuire ai soli isolatori, la cui resistenza alla perforazione era troppo piccola, e che non erano necessari gli scaricatori. Quando poi gli isolatori furono cambiati con altri di maggiore resistenza alla perforazione si manifestarono archi superficiali, segni evidenti di sovratensione. Si è studiato allora e si è applicato alla sottostazione in arrivo a Napoli il sistema degli scaricatori con spinterometro a sfere, che hanno una tensione di scarica presso a poco indipendente dalla frequenza. E così la linea è tuttora, cioè nella condizione di avere soltanto all'arrivo a Napoli degli scaricatori con spinterometri a sfere, e di non avere scaricatori alla centrale in partenza, in quanto che a Bolognano la Società Elettrochimica ha installato degli scaricatori tipo a corna e Wurtz con resistenza, regolati a tale distanza esplosiva che praticamente non funzionano nè hanno mai funzionato. Vi ho riferito ciò perchè dopo l'installazione a Poggioreale degli scaricatori a sfere la statistica ci ha detto che gli archi superficiali si sono in molto maggior numero verificati nei primi 20 km. verso Bolognano che non negli ultimi 20 km. verso Napoli. In altro impianto, il Tusciano, erano stati soppressi tutti gli scaricatori con provvedimento draconiano. E poi si è dovuto per i numerosi casi di archi superficiali concludere che si era stati troppo radicali. Si sono montati allora gli smorzatori di oscillazione della Casa di Friburgo che hanno risolto, almeno fin'ora, il problema. Dico sino ad oggi, perchè recentemente ho avuto notizia che gli stessi apparecchi in condizioni analoghe sono stati montati sulla rete che dal Ticino alimenta la Lombardia con risultati poco soddisfacenti.

Io penso che per ogni caso di sovratensione occorra bene esaminare tutte le condizioni della rete nel momento in cui si è prodotta. Penso anche che in fatto di sovratensioni ognuno resta della sua opinione e concludo dicendo che la mia opinione attuale, e ci tengo a dire attuale, in materia di scaricatori, è questa: meglio non averne piuttosto che averne di cattivi o male installati, o peggio ancora male sorvegliati, perchè dove c'entrano delle resistenze a liquido la sorveglianza deve essere fatta di continuo e bene. Ritengo che siano efficienti gli scaricatori con spinterometri a sfere perchè funzionano anche ad alte frequenze per la medesima tensione con cui funzionano a bassa frequenza. Ritengo infine che bisogna provvedere a poter condurre verso terra una energia sufficiente e quindi che siano necessarie resistenze a grande capacità termica.

Presidente: Noi non vediamo nulla del campo elettrostatico, ma bisogna tener presente che due scaricatori identici, i quali si trovino in cabine diverse possono avere un comportamento diverso. Perciò non basta richiamare le condizioni nelle quali si verifica l'esperimento, ma bisogna dire che questo esperimento si è verificato in un dato modo, aggiungere i dati particolari di costruzione, per poter giudicare con una certa sicurezza il comportamento degli apparecchi, perchè le diverse condizioni ambiente possono cambiare completamente le

condizioni dello scaricatore. Questa statistica è molto complicata ed occorrono moltissimi dati per poter giungere ad una conclusione.

Silva: Anch'io esporrò dei dati riguardanti il mio esercizio.

Intanto non sono del parere dell'Ing. Rebora che le scariche atmosferiche siano di lieve entità, e proprio quest'anno ho potuto constatarlo in due epoche diverse e in due località molto distanti l'una dall'altra.

La caduta del fulmine provocò la distruzione di otto pali in un punto e di cinque pali in un altro.

Si trattava di due linee a 15.000 volt che erano fuori servizio e staccate ai due estremi, perchè non ancora utilizzate.

Questo fenomeno che si è verificato altre volte, anche sulle linee telefoniche, non è mai avvenuto con una linea in servizio.

Da questo dovrebbe dedursi che, se avviene una scarica atmosferica su di una linea sotto tensione, essa percorre i conduttori di linea e va a terra attraverso gli scaricatori, quando questa via non c'è, come nel caso della linea aperta ai due estremi, la scarica va a terra attraverso i pali che, in questo caso, sono la via che presenta minor resistenza.

Sugli impianti a 70.000 volt noi abbiamo, sia nelle centrali che nelle cabine, la protezione triangolo stella della Siemens.

Su queste protezioni sono inserite delle resistenze in olio da 7000 ohm, di modo che la scarica massima è di circa $5 \div 6$ ampere.

L'Ing. Rebora dice che, di solito, questi scaricatori non funzionano mai perchè, per evitare seccature, si tengono le corna molto distanti l'una dall'altra.

Devo far rilevare che da noi funzionano molto spesso, perchè le nostre linee sono molto soggette alle scariche superficiali sugli isolatori, provocate dai depositi di sale che si formano sugli stessi.

Noi, specialmente durante i mesi estivi, laviamo continuamente ed accuratamente gli isolatori delle linee a 70.000 volt; ma, malgrado questa continua sorveglianza, abbiamo spesso delle scariche superficiali, e la protezione triangolo-stella funziona sempre regolarmente.

Che questa protezione sia abbastanza sensibile è dimostrato dal fatto che, basta la sovratensione prodotta dalla inserzione della seconda terna, per far funzionare gli scaricatori.

Anche le nostre statistiche ci dicono che, nel raggio di $5 \div 6$ km dalla stazione dove sono installati gli scaricatori gli archi superficiali sono molto meno frequenti che nelle località lontane; dal che si deduce che gli scaricatori servono almeno a proteggere qualche cosa.

Presidente: Invita l'Ing. Palestino a parlare.

Palestino: Stralcio dalle mie impressioni di America qualche informazione che è relativa all'argomento che si sta discutendo. Bisogna però che dica subito che non è altro che una pennellata di impressioni che vi voglio comunicare, cioè, le idee che seguono adesso i nostri colleghi americani, perchè loro hanno molta esperienza, moltissime linee, grandissimi impianti. Specialmente nella California esistono veri grandi impianti di trasporto ed idraulici, mentre nell'Est c'è poca materia interessante su questo argomento, essendo di preferenza impianti termici.

Dico subito che gli ingegneri americani hanno una grande simpatia per i pali in legno, buone catene di isolatori, e noi in questo credo che siamo d'accordo con loro. Essi dicono: con questo sistema state tranquilli che gli impianti vanno sempre bene. Naturalmente le grandi linee su pali di legno non si possono fare ed anche loro hanno dovuto ricorrere ai pali in traliccio, ed hanno perciò avuto, ed hanno ancora dei disturbi, alcuni di diagnosi molto complicata, altri di diagnosi molto banale. Ma l'essenziale del loro concetto è di cercare di eliminare anzitutto la possibilità che si generino le sovratensioni e poi cercare di scaricarle, senza danni. Veramente gli americani si attengono alla prima parte, cioè cercano d'impedire che si formino le sovratensioni. Sulle linee di 220.000 volt che ho studiato attentamente, tutto ciò che è protezione è ridotto ai minimi termini; anzi è nullo, giacchè non vi sono nemmeno più le bobine di impedenza. Dicono essi giustamente che una bobina di impedenza di pochi millihenry rappresenta un bel niente in confronto all'impedenza di un trasformatore. Ma c'è questo d'importante, che loro mettono nella categoria delle azioni preventive di somma importanza, i materiali molto buoni e le apparecchiature molto bene isolate. I trasformatori difatti sono studiati in modo che possono resistere a qualunque sovratensione e si fidano molto sulla buona costruzione dei loro trasformatori. I trasformatori hanno tutti l'anello di capacità ai due estremi delle colonne ed il loro concetto è quello di far in modo che il valore:

$$\sqrt{\frac{L}{C}}$$

dell'impedenza d'onda risulti costante in tutta la colonna del trasformatore, con questo loro credono di aver risolto buona parte del problema. Affrontano in questo modo anche problemi nei punti pericolosi di cui si è parlato più volte, cioè del sistema di inserire autotrasformatori fra due grandissime linee. Essi costruiscono ottimi autotrasformatori con avvolgimenti specialmente isolati e bene ammassati. Ho visto degli autotrasformatori della potenza di 90.000 kVA totali che non avevano automatici nè da una parte nè dall'altra, erano inseriti direttamente sulle linee. Si interessano di avere delle macchine molto e molto bene costruite e cercano di fare dei grandissimi ed abbondanti passanti, i quali non sono più del tipo a condensatore ma sono dei passanti di dimensioni considerevoli, pieni di olio, e col conduttore rivestito di bakelite. C'è un punto importante, ed è una delle

caratteristiche degli impianti americani, che rientra nella categoria delle prevenzioni sia dei fenomeni e dei disturbi atmosferici, sia dei disturbi provocati da guasti interni dell'impianto. Si tratta dell'importante questione del centro stella a terra. Gli americani affermano che senza centro-stella a terra non si può far funzionare impianti con tensioni da 100.000 V, in su. Su questo argomento bisognerà che ci intratteniamo un pochino in prossime discussioni. Effettivamente, se le cose stanno come attualmente dicono in America, anche per noi sussisteranno le stesse difficoltà che hanno incontrato loro, e noi dovremo affrontare il problema del centro-stella a terra, non ostante le prescrizioni degli Enti competenti del Governo che sono tutt'altro che favorevoli. Su questo argomento c'è qualcuno che mi potrebbe dire che una volta io ero di opinione ben diversa, ma anch'io, come il collega Selmo, dichiaro che sono disposto a cambiare opinione quando vengo convinto.

Effettivamente in America non sarebbe possibile un esercizio di 220.000 V senza centro-stella a terra. Ci sono molteplici ragioni che si schierano a favore di questa decisione, e sono ragioni conosciute. Certo che bisognerà che noi tutti d'accordo cominciamo ad ammettere che questo centro-stella a terra è una questione che non bisogna ritenere così semplice e bandirla dalla discussione, perchè, come dicevo prima se disposizioni governative per proteggere gli impianti telefonici e telegrafici non permetteranno il centro-stella a terra, per il momento almeno noi dovremmo dire che siamo obbligati ad arrestarci sulla strada del progresso.

Cerretelli: Non faccio che confermare quanto ha detto il collega Ing. Palestrino. Aggiungo soltanto che il neutro a terra è già stato adottato in quasi tutti i grandi impianti americani ove generalmente la messa a terra del neutro è considerata ora come pratica normale.

Desidero inolare riferire quanto ebbe a dirmi l'Ing. Faccioli circa due anni or sono a proposito di un nostro grande impianto a 150.000 volt. Essendo anche qui sorto il problema della messa a terra o meno del neutro, nel mentre egli consigliava la prima soluzione mi riassunse in maniera molto semplice i risultati di esperienza di un Direttore di una grande azienda elettrica americana. Egli mi diceva infatti che tanti erano stati gli inconvenienti e le preoccupazioni derivanti dall'esercizio di linee con neutro isolato, che allorchè questo Direttore si decise per la messa a terra del neutro nei suoi impianti, i risultati furono talmente splendidi da fargli considerare questa decisione come un avvenimento importantissimo della sua vita.

Presidente: Invita l'Ing. Buffa a parlare.

Buffa: I pareri sono così discordi circa l'uso della protezione che mi permetto di ricordare che la mia Società da circa dodici anni fa delle esperienze e statistiche circa le protezioni.

Le esperienze si sono fatte in questo modo: si è divisa la nostra distribuzione in un certo numero di zone, in ciascuna zona si è adottato un tipo di protezione diverso dall'altro, infine in una zona non abbiamo nessuna protezione. Abbiamo una zona nelle Cave di Carrara, in cui abbiamo circa 100 cabine, senza alcuna protezione, nella zona di Massa abbiamo in una zona i condensatori, nell'altra i cilindretti così, pure a Spezia abbiamo anche delle protezioni ma diverse. Abbiamo quindi in condizioni diversissime, a monte, a mare, in regioni boschive, zone con protezioni e senza. La statistica dei guasti ai trasformatori che si tiene sempre al corrente ha portato a queste conclusioni, e cioè che praticamente non c'è differenza fra i guasti nelle zone protette e non protette, anzi ci sarebbe un leggero aumento di guasti nelle zone protette. I guasti sono apparsi dalle statistiche dipendenti essenzialmente dal tipo e dalla casa costruttrice dei trasformatori, ma non è opportuno accennare qui il nome delle ditte costruttrici per non fare della reclame gratuita.

La conclusione sarebbe questa, che i guasti dipendono dall'isolamento dei trasformatori, le nostre statistiche portano alla conclusione che la protezione contro i danni del fulmine non portano nessuna differenza, o portano degli svantaggi, però questi svantaggi sono minimi e si possono porre fra il 6 e il 7 per cento, quindi di un ordine relativamente piccolo.

Presidente: Dà la parola all'Ing. Santuari.

Santuari: Volevo accennare all'esistenza del pericolo di allacciare linee isolate a 120.000 ad apparecchi a 70.000 V. Questo pericolo esiste effettivamente, come noi abbiamo avuto occasione di rilevare.

Borghetti: Volevo osservare che qualunque sia il giudizio che si ha sulle protezioni, l'Ing. Reborà mette in evidenza l'esistenza dei punti singolari in cui avvengono con più facilità degli archi. Non ho sentito da parte dei direttori di aziende il proponimento appunto di proteggere questi punti singolari, messi in evidenza da Reborà perchè qualche punto si è verificato che gli scaricatori non hanno funzionato nemmeno vicino dove erano scoccati gli archi.

Reborà: Ho seguito attentamente la lettura dell'Ing. Picker, il quale in fondo è meno contro la mia opinione di quello che si potesse credere. In realtà tutti ci ostiniamo a dire che siamo di parere contrario, ma finiamo tutti per andare nello stesso senso, confermando il problematico effetto degli scaricatori e la necessità di istituire statistiche. Su ciò siamo tutti d'accordo. Io ho già per conto mio cominciato a farne. Siamo anche d'accordo nel rilevare la difficoltà di compilare queste statistiche. Occorre una certa pazienza, molto tempo, dato che si tratta di fenomeni non facili da osservare e che l'osservatore adatto non è sempre in officina. Basta talora una piccola circostanza od un minimo particolare per spiegare o meno il fenomeno. E' noto per

esempio che i passanti dei trasformatori ed interruttori provati montati sugli apparecchi oppure su di un cavalletto in laboratorio, danno dei dati completamente diversi per ciò che riguarda la tensione di scarica. Basta un piccolo dettaglio, uno spigolo, un morsetto, la più piccola causa locale, per portare a risultati molto diversi. Non dobbiamo perciò scoraggiarci nella osservazione di fenomeni, ma è nostro dovere metterci contro tutto quanto può falsare la ricerca. L'osservazione non è mai fatta abbastanza bene ed in modo completo. Bisogna adottare una specie di abito mentale particolare, vale a dire osservare il fenomeno in modo spassionato e senza preconcetti. Non bisogna fare questioni di amor proprio. Purtroppo capita spesso che chi è in grado di capire questi fenomeni non è sul posto, e allora egli sente la relazione di un Capo, il quale l'ha sentita da un dipendente, il quale a sua volta l'ha raccolta da un altro, fino a giungere al manovale della cabina, unico testimone del fatto. Procedendo ad una indagine sistematica — con metodo di istruttoria — ho potuto spesso ricostituire il fenomeno in modo completamente diverso da quello che mi era stato riferito.

Riguardo a quanto diceva l'ingegnere Righi, ho segnalato il caso delle linee telefoniche solo per mettere in evidenza il fatto che gli effetti distruttivi sono dovuti raramente ai fenomeni esterni come i fulmini, ma bensì alla potenza degli impianti stessi. C'è un'altra riprova alla mia affermazione: i fenomeni che noi riscontriamo nei piccoli impianti sono attenuatissimi in confronto a quelli presentati dai grandi impianti, anche a pari tensione.

I guasti sono senza paragone molto maggiori nei grandi sistemi che non nei piccoli.

L'Ing. Righi mi ha ricordato la convenienza di esplorare per mezzo delle ombre il campo elettrostatico nei quadri, celle e condutture.

Posso dire subito che ho già avuto occasione molti anni fa in laboratorio (nel 1910) di sperimentare il comportamento di polvere di carbone, di minio o di zolfo poste su conduttori. Prendo nota volentieri di quanto ha detto l'Ing. Righi e mi pare che valga la pena di continuare queste osservazioni.

All'Ing. Selmo faccio notare la grande difficoltà a sceverare le responsabilità dei dispositivi di protezione. Ho accennato durante la esposizione dei miei dati statistici che, per necessità di cose, avevo l'impossibilità di ricordarmi di una osservazione quando ne facevo un'altra, perciò obiettivamente ho sempre adottato il metodo di segnare le osservazioni su cartellini senza commenti nè deduzioni. A distanza di anni mi è capitato di trovare un altro cartellino con risultati assolutamente identici. La verità in tal modo scaturire in modo chiaro e segna un punto sicuro nel diagramma dei fatti.

A proposito della difficoltà di giudicare sulla efficacia di una protezione cito due casi recenti occorsi, davvero istruttivi agli effetti delle conclusioni che si possono ricavare.

a) un piccolo alternatore a 6.000 V provvisto di regolarissimi scaricatori, appena messo in servizio ha presentato un corto circuito in una bobina. Riparata, a pochi giorni di distanza, la macchina si è di nuovo guastata. Se non ci fosse stato la scarica fulmini si sarebbe potuto attribuire il guasto alla mancanza di protezione. Invece studiando la macchina ho constatato che inevitabilmente il guasto doveva prodursi per deficienza di isolamento.

b) Un altro caso: in un impianto di potenza notevole non munito di scaricafulmini si sono bruciate diverse matasse dell'alternatore. In seguito a ciò si sono installati scarica fulmini a liquido (che sono tra i più innocui).

Mi è stato riferito che l'aggiunta di questi scaricafulmini ha dato risultati buoni ma io sono convinto che l'esito positivo dipende solo dall'aver riparato a dovere l'avvolgimento dell'alternatore.

Per quanto l'Ing. Silva dice riguardo le sovra-tensioni di origine atmosferica credo forse di essermi spiegato male.

Ho detto in generale che si tratta di piccole energie presenti nei fenomeni atmosferici, ma parlavo delle sovratensioni e non dei fulmini diretti. Sono d'accordo coll'Ing. Silva che il fulmine diretto può produrre dei guasti al materiale di notevole importanza, ma non è paragonabile l'energia del fulmine diretto a quella della ordinaria sovratensione di origine atmosferica. Riguardo all'abbattimento dei pali in legno per causa del fulmine, questa osservazione era stata già fatta in moltissimi impianti e si sa che i fulmini diretti colpiscono quasi sempre un certo numero di pali, piuttosto che uno solo. Si vede che questa specie di disturbo elettrico è esteso ad una zona di molti metri e non localizzato.

Non ho detto perciò che la energia dei fulmini sia trascurabile: è l'energia delle sovratensioni che dà normalmente fastidio a noi e che è spesso trascurabile.

Convengo coll'Ing. Silva nel ritenere le resistenze in olio molto migliori delle resistenze a liquido e ciò perchè le prime sono proporzionate e tarate meglio. Costano però molto più delle altre. Le resistenze liquide sono più economiche ma certamente più alterabili. Quando qualcuno afferma: questo sistema di scaricatore funziona, io mi domando sempre che cosa succederebbe se questo apparecchio non ci fosse.

Io credo che nel novanta per cento dei casi non capiterebbe niente.

D'accordo coll'Ing. Palestrino circa le sue osservazioni americane. Ormai tutti ammettono, che in molti casi è peggio avere gli scaricatori che non averli. Si può dire, accademicamente, che gli scaricatori perchè diano buoni risultati vanno bene proporzionati; ma io chiedo con quale criterio?

In quei casi in cui si sia constatato qualche vantaggio, credo che ciò sia avvenuto per una stranissima combinazione perchè tutto, senza saperlo, era stato proporzionato in modo favorevole.

Finora si sono adottati gli scaricafulmini come si ricorre agli amuleti, — l'espressione è un po' dura, ma è così. Non si guardava sino a poco tempo fa alla solida costruzione delle linee, alla bontà degli isolatori, delle macchine e degli apparecchi, ma ad ogni inconveniente si invocava... lo scaricafulmine. Si è proceduto per un certo numero di anni in un modo addirittura cieco, continuando ad accrescere il numero degli scaricafulmini. Ho visto impianti con cinque tipi di scaricafulmini, ma tutto poi andava peggio di prima; allora si è tornati indietro e questi apparecchi sono stati aboliti, e con vantaggio.

L'Ing. Bosone osservava che il rapporto tra le distanze tra le quali si sono verificate scintille e la tensione probabile che le ha provocate non è esatto in quanto non si conosce il genere di scarica. Perfettamente d'accordo. Io ho riferito solo dei numeri da ritenersi come parametri provvisori.

Il fenomeno va studiato più profondamente, vale a dire non basta fermarsi al fatto che l'arco è scattato a tale distanza, ciò che colla nostra frequenza industriale corrisponde a tanti volt, ma occorre vedere quale frequenza può essere intervenuta. L'Ing. Buffa ha confermato che la mancanza di scaricafulmini si è riscontrata vantaggiosa portando dati positivi: vorrei domandargli se i diversi tipi di scaricafulmini erano sulla medesima rete o su reti diverse.

Buffa: Su reti diverse ma comandate da un unico sistema primario.

Rebora: L'Ing. Santuari ha accennato al pericolo esistente a collegare linee isolate per 130.000 con apparecchi a 70.000. Credo abbia voluto accennare ad una linea con isolatori a 130.000 volt alimentata transitoriamente a 70.000 V con apparecchiatura a 70.000 V. Gli inconvenienti riscontrati si vorrebbe attribuirli al fatto di un isolamento extra sulla linea, e relativamente debole sugli isolatori. Per poter rispondere a questa osservazione bisognerebbe conoscere il complesso dell'apparecchiatura. Non vedo un nesso necessario fra questi due fatti.

Presidente: Invita l'Ing. Picker a parlare.

Picker: L'opinione che più si è manifestata è che gli apparecchi di protezione sono poco utili, e spesso danno più noia che aiuto, quindi sono da evitare.

Se le cose fossero genericamente così si dovrebbero togliere radicalmente e senza distinzione di sorta tutti gli apparecchi di protezione per far andare bene gli impianti.

Sino a che però i Direttori di impianti di una certa entità preferiscono di non abolire indistintamente tutte le protezioni, si deve convenire che viene riconosciuta una ragione favorevole alla loro conservazione, e che ad ogni modo esiste una giusta via di mezzo da seguire.

E' per questo che nè il protezionismo, nè l'antiprotezionismo possono essere assoluti, ma pur isolando abbondantemente occorre in pari tempo sollevare l'isolamento dalle sollecitazioni accidentali delle sovratensioni, almeno nei casi dove nè è evidente la manifestazione.

In risposta all'Ing. Righi in merito alla sua osservazione sull'efficacia, o meno della predisposizione, di una via verso terra proporzionata alla portata di linea (in analogia con le condotte forzate) debbo riferirmi alla seguente frase della nostra memoria:

«L'onda di corrente di scarica, attraversando l'apparecchio nel momento del suo funzionamento, provoca una depressione di tensione nella resistenza d'onda della linea da proteggere e quindi un assorbimento della sovratensione. La resistenza in serie dell'apparecchio deve essere naturalmente di un appropriato valore, onde raggiungere questo scopo e smorzare le eventuali oscillazioni».

Apparecchi con diversi elementi in parallelo, — se adeguatamente costruiti — realizzano pienamente questa condizione, come risulta dall'esempio citato sotto punto 6) della memoria.

Dai casi riferiti dall'Ing. Selmo della linea Bolognano-Poggioreale, risulta chiaramente l'efficacia dei limitatori di oscillazione scelti adeguatamente. All'accenno dell'Ing. Selmo di un risultato poco soddisfacente di protezione su di una rete di 50 kV, mi permetto osservare che le sue informazioni risalgono alla prima epoca dell'installazione in condizioni molto difficili, di detti apparecchi. Si tratta proprio dell'esempio n. 16 della memoria, citato appunto come un caso dove non fu possibile giungere subito, col primo passo, ad un risultato soddisfacente. Nel frattempo dopo adeguate modifiche degli apparecchi e del loro allacciamento, furono già raggiunti i risultati voluti; voglia l'Ing. Selmo sincerarsene ora presso il suo informatore.

L'efficacia delle protezioni risulta anche da quello che ha detto l'Ing. Silva, avendo egli constatato, e per un considerevole raggio, l'influenza benefica degli scaricatori a spazio distruttivo, da lui installati sulla rete della sua Società.

L'Ing. Palestrino ha preferito attenersi ai risultati delle esperienze americane. E' peccato che egli — con la sua competenza in materia — non abbia riportato niente delle esperienze fatte sulla rete della sua Società, sulla quale ci sono diversi apparecchi di protezione, che in date condizioni, hanno avuto degli effetti riconosciuti molto utili, ed in altri casi non hanno dato gli stessi risultati promessi.

Noi non abbiamo cercato di nascondere dei risultati cattivi, negativi, o dubbi, ed abbiamo detto sinceramente che sarebbe sbagliato pretendere subito una riuscita al 100 per 100. In questo campo difficile non si possono avere dappertutto risultati assoluti, e non vor-

remmo che le nostre esposizioni siano prese in senso diverso, come potrebbe avvenire.

L'Ing. Buffa ha sperimentato vari sistemi di scaricatori, sulle varie parti della sua rete ed ha anche una parte senza scaricatori. Ha portato dati statistici molto interessanti, e sarebbe stato più interessante ancora se avesse potuto fare una statistica su tutta la sua rete, e non soltanto di una parte, tenendo conto inoltre dei tipi e della costruzione dei diversi apparecchi. In questo modo si potrebbe individuare l'efficacia non solamente degli apparecchi di protezione in generale, ma distinguere fra quelli dei vari sistemi. Delle statistiche, fatte su questa base, e presentate negli anni venturi, potranno contribuire a chiarire questa questione molto complessa.

La nostra conclusione non può naturalmente essere netta. Il nocciolo della questione rimane questo: se, aumentando gli isolamenti non ci saranno più disturbi, non ci sarà più bisogno di apparecchi di protezione. Ma fino a che questo non è evidentemente provato dalla pratica, detti apparecchi devono venire impiegati, ma sempre con giusto criterio di razionalità.

La questione quindi si riduce a vagliare i casi in cui occorrono le protezioni, e di che tipo, ed a uno studio paziente ed accurato per ogni singolo caso del modo migliore di esporre gli apparecchi, senza scoraggiarsi se anche in un primo tempo non si ottenessero che risultati parziali.

Presidente: Dopo queste osservazioni, concludo che si può senz'altro affermare che con un impianto costruito molto bene, con tutti i riguardi possibili nell'isolamento, si ha la probabilità che esso risulti autoprotetto. Questo è un fatto su cui più nessuno può dire nulla in contrario. D'altra parte non possiamo che rallegrarci se i Costruttori di questi apparecchi di protezione non si scoraggiano e continuano a perfezionare i loro apparecchi, perchè sarebbe molto doloroso che questi smettessero ogni ricerca, visto che fra dieci anni gli impianti potrebbero ancora avere bisogno di protezioni. Perciò ringrazio i protezionisti e gli antiprotezionisti per la collaborazione che hanno dato in questa interessantissima discussione. Così resta chiuso l'argomento.

Passiamo alla seconda parte del nostro programma.

Boschi: Riassume la sua memoria.

A. BOSCHI. — *La protezione in circuito chiuso come mezzo di sicurezza nella pratica dell'esercizio.* — Vedi *L'Elettrotecnica*, volume XIII, n. 23-24 del 15-25 agosto 1926, pag. 534.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Boschi per l'interessante comunicazione.

Volterrani: Siccome questi raffreddatori in fondo sono dei condensatori desidererei sapere se hanno dato luogo negli impianti già fatti ad inconvenienti per effetto delle correnti vaganti. I condensatori danno qualche preoccupazione dove c'è raffreddamento con acqua di mare specialmente a causa dell'esercizio tramviario, se succede lo stesso fatto in questi raffreddatori?

Boschi: Credo che non ci possono essere inconvenienti di cui parla il collega perchè si può isolare tutto. Piuttosto, siccome in Italia di queste installazioni non ce ne sono, non ho dati sperimentali.

Selmo: C'è di mezzo una questione economica che è stata esaminata dalla nostra Società per installare una macchina a circuito chiuso. Il costruttore della macchina pretendeva che ci mettessimo nelle condizioni di avere un sistema a circuito chiuso ma in modo da poter passare in qualunque momento al sistema a circuito aperto. Di fronte al fatto di dover costruire due impianti si pensa che può essere più conveniente restare nelle condizioni abituali.

Presidente: Do la parola all'Ing. Cerretelli.

B. CERRETELLI. — *Trasformatori con variazione di rapporto sotto carico.* — Vedi *L'Elettrotecnica*, vol. XIII, n. 25 del 5 settembre 1926, pag. 561.

Cerretelli: Premetto che con la mia memoria sui trasformatori con variazione di rapporto sotto carico, ho inteso di rientrare negli scopi del Congresso in quanto che in trasformatori così disposti vedo un mezzo per assicurare la continuità e regolarità nel servizio degli impianti.

Il problema della regolazione della tensione specialmente in quei sistemi nei quali delle grandi potenze sono in giuoco diventa sempre più importante e si capisce come su di esso si sia rivolta da tempo l'attenzione dei tecnici delle Società di esercizio e dei costruttori delle macchine o apparecchi che man mano si sono andati proponendo ed sperimentando per risolverlo.

In certi casi è possibile mantenere costante la tensione nonostante il variare del carico agendo sull'eccitazione delle macchine alla stazione generatrice. Questa pratica è molto seguita in Italia e infatti non è raro il caso di alternatori e trasformatori costruiti per tensioni di generazione o di alimentazione variabile anche sino al 20 per cento in più sul valore normale. Le macchine così costruite costano molto e non sempre sono capaci di rispondere alle diverse esigenze del servizio.

I mezzi sin qui usati per regolare la tensione degli impianti sono essenzialmente tre:

a) impiego di motori sincroni;

b) impiego di regolatori ad induzione;

c) impiego di trasformatori provvisti di morsetti ausiliari per permettere la variazione del rapporto delle spire.

Se si suppone che il trasformatore possa permettere la variazione del rapporto senza interrompere il carico, trasformatore motore sin-

crono e regolatore si prestano fra di loro a un confronto interessante ed immediato.

Si vede subito che trasformatore e regolatore ad induzione hanno a un di presso lo stesso scopo: essi cioè permettono la regolazione della tensione, ma non hanno alcun benefico effetto sul fattore di potenza dell'impianto.

Se poi mettiamo il trasformatore disposto per variazione di rapporto sotto carico a confronto del regolatore ad induzione concludiamo che nella quasi totalità dei casi, accettata la regolazione di piccole quantità di energia, il trasformatore presenta un notevole vantaggio economico rispetto al regolatore, occupa meno spazio e si presta a variazioni di tensione maggiori di quelle che non possa consentire il comune regolatore ad induzione.

Per fare un esempio, un regolatore trifase ad induzione capace di aumentare e di diminuire di circa il 10 per cento la tensione secondaria che supporremo di $12.000 \div 13.000$ volt in un trasformatore da $20.000 \div 25.000$ kVA costa probabilmente quanto il trasformatore stesso, mentre un trasformatore della stessa capacità del precedente ma disposto per dare la stessa variazione di tensione del regolatore mediante un sistema da manovrarsi sotto carico costa completo di tutti gli accessori quasi certamente meno di 1,5 volte il prezzo del trasformatore stesso senza prese ausiliarie e quindi senza possibilità di regolazione.

Inoltre mentre il regolatore ad induzione occupa uno spazio dello stesso ordine di grandezza di quello occupato dal trasformatore, questo, insieme al meccanismo di regolazione sotto carico copre un'area di poco superiore a quella che competerebbe allo stesso trasformatore disposto in modo da non consentire alcuna variazione di tensione.

Un altro vantaggio non trascurabile: dando la preferenza al trasformatore veniamo automaticamente ad eliminare tutte le perdite di energia dovute all'impiego del regolatore ad induzione.

I tecnici però non sono tutti d'accordo nel dare la preferenza al trasformatore invece che al regolatore. Alcuni affermano che il regolatore è preferibile perchè permette una variazione graduale di tensione, mentre il trasformatore consente soltanto variazioni per salti.

Teoricamente ciò è vero ma in pratica il regolatore non può dare delle variazioni inferiori all'1-2 per cento della tensione mentre non è affatto impossibile costruire dei trasformatori disposti per variazione di rapporto sotto carico con salti di tensione dello stesso ordine di grandezza. L'osservazione fatta sembra quindi priva di fondamento.

Dove veramente il regolatore ad induzione presenta un vantaggio evidente rispetto al trasformatore con variazione di rapporto sotto carico (sempre supponendo di riferirci a quei casi nei quali l'uno o l'altro potrebbero essere ugualmente impiegati) è in quei circuiti nei quali si hanno variazioni rapide e continue del carico che obbligano a frequenti manovre per mantenere la costanza della tensione.

Ora mentre il regolatore ad induzione può funzionare molte volte al giorno senza danno, il trasformatore è, da questo lato, più delicato. Fortunatamente frequenti variazioni di carico non avvengono in quei circuiti in cui sono in giuoco notevoli quantità di energia e nei quali dal punto di vista economico il regolatore non può competere col trasformatore. Il contrario avviene su circuiti di piccola potenza nei quali invece il trasformatore non può reggere dal punto di vista economico al confronto col regolatore ad induzione.

Questo può avere ancora un vantaggio sul trasformatore quando si tratti di applicare la regolazione di tensione ad apparecchi esistenti nei quali tale applicazione oltre ad incontrare notevoli difficoltà pratiche di realizzazione, potrebbe condurre ad una spesa eccessiva.

In un paragone fra il trasformatore con variazione di rapporto sotto carico ed il motore sincrono, si vede subito l'enorme vantaggio economico del primo rispetto al secondo non solo per quanto si riferisce alle macchine propriamente dette, ma anche alla loro installazione.

Bisogna però notare che il sincrono avendo la notevole proprietà di poter funzionare come condensatore diminuisce le perdite e migliora il fattore di potenza della linea, ciò che non può fare il trasformatore. E perciò mentre sembrerebbe che dal lato della spesa il trasformatore dovrebbe sempre essere preferito al motore sincrono, pur tuttavia si possono presentare nella pratica dei casi nei quali l'uno e l'altro trovano utile impiego sullo stesso impianto, e mentre il sincrono è costruito per una potenza sufficiente a portare il fattore di potenza della linea al valore più economico, la regolazione della tensione viene poi affidata al trasformatore.

Un sistema sorto da circa due anni e che va rapidamente diffondendosi negli Stati Uniti di America per ottenere la variazione del rapporto sotto carico nei trasformatori è quello che descriviamo qui appresso. Esso parte da questa considerazione: supponiamo di avere due trasformatori identici «A» e «B» funzionanti fra loro in parallelo sia sull'alta che sulla bassa tensione.

I due trasformatori siano provvisti sulla bassa tensione (secondario) di commutatori manovrabili dall'esterno e di due interruttori «X» e «Y» come indicato in fig. 5 della memoria. Il rapporto di trasformazione può essere variato senza interrompere il carico in questo modo: si apre l'interruttore «Y»; allora tutto il carico è riversato sul trasformatore «A». Supponiamo che questo trasformatore sia capace per un certo tempo e senza danno per gli avvolgimenti di potere sopportare il carico totale. Si ruota ora di un gradino il commutatore «B» e si torna a chiudere l'interruttore «Y».

I due trasformatori funzioneranno ora in parallelo con diverso rapporto di trasformazione di uno rispetto all'altro dato che il nu-

mero di spire del secondario di «B» è variato rispetto a quello del secondario di «A». Ne nascerà perciò una corrente di circolazione limitata soltanto dall'impedenza dei due trasformatori la quale si sovrapporrà alla corrente di carico. Supponiamo che la corrente circolante non sia tale da provocare danni agli avvolgimenti.

Si apre allora l'interruttore «X». In questo modo il trasformatore «B» porterà tutto il carico. Si ruota il commutatore di «A» di un gradino e si torna a chiudere l'interruttore «X». Avremo così eseguito il cambio del rapporto e i due trasformatori funzioneranno nuovamente in perfetto parallelo senza che si sia presentata la necessità d'interrompere il carico.

E' evidente che così risolto il problema della regolazione sotto carico condurrebbe alle seguenti conseguenze:

1) Necessità d'impiegare due apparecchi di potenza metà invece di uno solo di potenza doppia, quindi alto costo d'installazione, manutenzione, ecc.

2) Durante il periodo nel quale uno solo dei trasformatori è in funzione col carico doppio del normale si avrebbe anche una doppia caduta di tensione e perciò delle fluttuazioni tutt'altro che desiderabili.

3) Difficoltà d'applicazione di un apparecchio di comando il quale eseguisca nel dovuto ordine le diverse fasi del cambio di rapporto.

In vista di queste considerazioni, anzichè impiegare due trasformatori come detto precedentemente, si è fatto da non molto tempo uso di un solo trasformatore nel quale il circuito dei morsetti ausiliari è diviso in due parti uguali da connettersi normalmente in parallelo. Con questa disposizione scompare la difficoltà indicata al Capo 2, perchè è possibile intercalando opportunamente fra di loro i circuiti delle prese di ridurre al minimo le oscillazioni di tensione che si hanno durante il periodo del cambio di rapporto. Si impiega inoltre una sola unità di potenza praticamente identica a quella che si avrebbe se non si considerasse la possibilità di eseguire il cambio delle connessioni sotto carico ed è facile lo studio di un'opportuno apparecchio di manovra il quale permetta l'azionamento rapido e sicuro e nella dovuta successione degli interruttori e dei commutatori.

La fig. 6 rappresenta schematicamente un trasformatore disposto per variazione di rapporto sotto carico secondo il concetto da noi esposto. La manovra del cambio di rapporto avviene dunque in quest'ordine:

- 1) Apertura dell'interruttore «Y»;
- 2) Cambio delle connessioni sul circuito «Y» mediante rotazione del commutatore corrispondente;
- 3) Chiusura dell'interruttore «Y»;
- 4) Apertura dell'interruttore «X»;
- 5) Cambio delle connessioni sul circuito «X» mediante rotazione del commutatore corrispondente;
- 6) Chiusura dell'interruttore «X».

Nell'intervallo compreso fra la fase 3^a e 4^a ha luogo una corrente di circolazione che si può calcolare e ridurre al valore più conveniente compatibilmente colla necessità di ridurre al minimo le oscillazioni di tensione durante il periodo del cambio di rapporto e con quella di assicurare la buona conservazione degli avvolgimenti soggetti, sia pure per un periodo brevissimo, ad un regime che può essere molto diverso dal normale.

Si intuisce subito come non sempre possa essere consigliabile la suddivisione completa dell'avvolgimento nel quale avviene il cambio delle connessioni e come certe volte possa invece convenire di adottare una disposizione nella quale soltanto una parte dell'avvolgimento di regolazione è suddivisa.

Non ritengo opportuno approfittare della benevolenza dei colleghi per svolgere la trattazione matematica sul calcolo della variazione di reattanza e su quello della corrente di circolazione che si verificano durante il cambio di rapporto. Soltanto accenno ai risultati ai quali sono pervenuto:

1) La variazione delle connessioni può essere fatta sia sul circuito primario (lato eccitato) che su quello secondario del trasformatore.

2) Onde ridurre al minimo le oscillazioni di tensione inerenti al cambio di rapporto e dovute alla variazione di reattanza che si verifica nel passaggio dal funzionamento su due circuiti a quello su uno solo, conviene rendere massima la corrente di circolazione. Però c'è una limitazione: eccedendo nella corrente di circolazione si corre il rischio di danneggiare gli avvolgimenti anche se questa corrente è di brevissima durata. Si tratta quindi nel progetto di addivenire ad un compromesso il quale mentre da una parte assicuri il miglior funzionamento elettrico dell'apparecchio, dall'altro salvaguardi l'incolumità dello stesso.

3) E' possibile stabilire l'intervallo fra diramazioni successive in modo da limitare ad un dato valore la corrente di circolazione e la variazione di reattanza inerente al cambio di rapporto.

Nelle soluzioni di questi problemi si possono presentare delle notevoli difficoltà superabili soltanto con un accurato esame delle relazioni elettriche che intercedono tra i vari circuiti.

Il calcolo della corrente di circolazione e della variazione di reattanza durante le diverse fasi del cambio di rapporti sono elementi senza dubbio importanti ma che non bastano da soli allo scopo che il progettista deve prefiggersi cioè quello di addivenire al miglior risultato economico senza pregiudizio per le buone caratteristiche elettriche e meccaniche degli apparecchi. Vi sono considerazioni d'indole diversa da fare che si riferiscono alla scelta migliore degli avvolgimenti, alla loro disposizione, alla convenienza o meno di eseguire il

cambio delle connessioni sul lato primario o su quello secondario sia direttamente sugli avvolgimenti stessi del trasformatore o indirettamente su trasformatori ausiliari.

Certe volte può accadere che sia consigliabile una doppia trasformazione di energia per eseguire le manovre su circuiti di moderata tensione e intensità di corrente.

Solo il tecnico molto esperto può affrontare questi problemi e risolverli nel modo migliore. Il problema della regolazione della tensione sul principio da noi esposto ha avuto una larga applicazione in America ove si è fatto uso di diversi schemi di collegamento. Questi schemi comportano generalmente due circuiti paralleli e in condizioni normali sempre funzionanti insieme, ma su ciascuno dei quali si riversa il carico totale durante la fase del cambio di rapporto.

Ogni circuito è poi posto in serie con un opportuno interruttore il quale serve ad interrompere il circuito medesimo durante il periodo del cambio di connessione.

I due interruttori sono disposti all'esterno della cassa del trasformatore, ma sono montati sulla stessa base di questo, cosicchè il complesso si presenta con una sola unità. La manovra degli interruttori e dei commutatori generalmente installati nell'interno del trasformatore viene fatta da un opportuno apparecchio di comando il quale eseguisce nel dovuto ordine e con rapidità tutte le diverse operazioni necessarie al cambio del rapporto e che noi abbiamo già enumerate.

Anche l'apparecchio di comando, poco ingombrante è montato direttamente sulla base dei trasformatori. Il tempo medio richiesto per variare di un gradino il rapporto delle spire è circa 8-10 secondi.

Il cambio di rapporto sotto carico può farsi sia su circuiti con neutro a terra sia con neutro isolato. In generale si è trovato economico di non eccedere i 40.000 volt circa per quei circuiti sui quali il cambio di connessioni è fatto direttamente. I commutatori impiegati comportano in generale una variazione di tensione da eseguirsi in nove salti per un valore complessivo di circa 10.000 volt e 1200 ampere.

Quando i circuiti sui quali si fa l'inserzione diretta dei commutatori ed interruttori hanno il neutro stabilmente e solidamente a terra, l'inserzione di questi apparecchi può farsi vicino al neutro e allora la tensione di linea può essere anche molto elevata, per esempio 150.000 volt.

In queste condizioni i commutatori permettono una variazione di rapporto di circa l'11 per cento della tensione di linea mentre se inseriti su circuiti di 75.000 volt essi permettono una variazione di tensione di circa il 20 ÷ 25 per cento della tensione di linea, valori sufficientemente elevati per rispondere a quasi tutte le esigenze pratiche di servizio.

Con opportuni accorgimenti si può variare di molto il numero di gradini se ciò si ritiene necessario per la buona regolazione della tensione. L'isolamento che necessita per gli interruttori e per i commutatori nel caso in cui essi siano inseriti sul neutro è di circa il 25 per cento di quello del circuito di linea.

Si vede quindi subito quale enorme vantaggio economico rappresenti il fatto di avere dei circuiti con neutro a terra quando si desidera eseguire su questi la regolazione sotto carico della tensione.

S'intende che ove si superino i limiti di tensione indicati si può presentare la necessità di ricorrere a delle doppie trasformazioni di energia per impiegare degli apparecchi per moderate tensioni e intensità di corrente. L'impiego di interruttori per tensioni troppo elevate o per forti amperaggi porterebbe ad una spesa che graverebbe eccessivamente sul costo totale dell'impianto.

Interruttori per circa 40.000 volt e 600 ampere normali insieme alla doppia trasformazione risolvono in generale il problema in tutti i casi più comuni della pratica.

Quando la potenza dell'impianto sia dell'ordine di 20.000 ÷ 25.000 kVA massimi l'impiego di unità trifasi è consigliabile per ragioni di economia, laddove quando tale potenza sia dell'ordine di 40.000 ÷ 50.000 kVA è meglio ricorrere ad unità monofasi coll'impiego di un trasformatore regolatore trifase.

Il cambiamento di rapporto sotto carico secondo il concetto esposto può essere effettuato con qualunque tipo di collegamento: triangolo-triangolo, triangolo-stella, stella-triangolo, stella-stella.

Molti trasformatori di potenza e tensione elevate nei quali il cambio di rapporto è fatto senza interrompere il carico sono già in servizio in America. La General Electric Company ha già installato più di 500.000 kVA di tali trasformatori e ne ha attualmente in costruzione per circa 150.000 kVA.

L'aver un mezzo prima di tutto sicuro, semplice e relativamente poco costoso per la regolazione della tensione degli impianti ha già suscitato in America molto interesse sia nei costruttori, sia nei tecnici delle Società di esercizio. Il sistema di comando che salvo poche eccezioni si è dimostrato più economico, più semplice, più applicabile alla maggioranza dei casi consiste nell'impiego dei seguenti apparecchi:

1) Due gruppi di commutatori da montarsi nell'interno del trasformatore.

2) Due interruttori azionati elettricamente e comandati dall'albero principale del meccanismo di manovra posti fuori cassa.

3) Un meccanismo di comando pure installato all'esterno del trasformatore e disposto in modo da essere azionato sia elettricamente che a mano.

Ripetiamo che pure essendo gli interruttori e l'apparecchio di comando installati all'esterno del trasformatore essi però sono montati sulla sua stessa base sicchè tutto il complesso si presenta come una sola unità, la quale con una adatta protezione del meccanismo di comando può essere installata all'aperto.

Il comando avviene in questo modo: ogni gruppo di commutatori costituito per esempio da tre elementi (quante sono le fasi) calettati sul medesimo albero è montato in un opportuno cilindro disposto verticalmente. L'estremità dei due alberi dei commutatori fanno capo ad un rotismo intermittente (per esempio croce di S. Andrea) il quale a sua volta è connesso ad un albero orizzontale che viene portato fuori della cassa attraverso una tenuta stagna.

Per mezzo del rotismo intermittente i due gruppi di commutatori funzionano ad un intervallo di tempo prestabilito l'uno dall'altro. L'albero orizzontale è a sua volta azionato da un albero verticale il quale fa capo al meccanismo di comando propriamente detto.

Un motore a corrente continua o alternata mette in azione l'albero verticale. Sulla parte inferiore di questo è calettato un piccolo controller a tamburo il quale aziona opportunamente e nell'ordine prestabilito i due interruttori.

Questi sono così disposti che non è possibile che essi si aprano contemporaneamente e un piccolo dispositivo agisce in modo tale che se un interruttore non si apre al tempo opportuno, il motore immediatamente si arresta impedendo così la manovra dei commutatori corrispondenti, i quali in nessuna condizione debbono funzionare quando l'avvolgimento relativo è percorso da corrente.

Nel caso in cui la corrente di comando venga a mancare, la manovra può eseguirsi a mano. In circa dieci secondi come si è già detto il motore varia il rapporto di un gradino. Due tasti sono disposti sul quadro di comando uno per innalzare, l'altro per abbassare il rapporto. Premendo l'uno o l'altro di questi tasti per circa un secondo il motore si mette in moto e compie nell'ordine già visto il cambio di connessione, dopo di che si arresta. Impossibile è pure resa la manovra dei commutatori oltre le posizioni limiti.

Una protezione differenziale è posta sulle due parti di avvolgimento in parallelo e questa fa sì che se la corrente circolante dovesse durare un tempo più lungo del previsto si apre l'interruttore principale di linea. Finalmente un apparecchio indicatore di rapporto è posto sul quadro di manovra, cosicchè ad ogni istante si ha l'indicazione esatta della connessione sulla quale il trasformatore funziona.

Il trasformatore con variazione di rapporto sotto carico può trovare utile impiego in tutti quei casi nei quali occorre avere a disposizione un mezzo rapido ed economico di regolare la tensione degli impianti. Tali casi si possono ridurre a tre caratteristici:

1) Mantenere costante la tensione ad un dato punto del sistema non solo indipendentemente dal carico, ma anche dalla tensione delle sbarre in partenza.

2) Interconnettere due o più stazioni generatrici o sistemi. Qui il trasformatore offre un mezzo facile per la regolazione della corrente swattata fluente fra i sistemi e nello stesso tempo può mantenere al nodo una determinata tensione indipendentemente dai carichi fluenti.

3) Applicazione ai forni metallurgici per i quali molto spesso si richiede di poter disporre di un mezzo rapido per variare notevolmente (anche del 100 per cento e più) la tensione del forno.

4) Per certe operazioni elettrochimiche si richiede talvolta di poter variare per piccoli salti la tensione della corrente continua erogata da una commutatrice. In questo caso la commutatrice può essere alimentata con un trasformatore che permetta di variare per piccoli salti e nella misura totale richiesta il rapporto di trasformazione e quindi la tensione di alimentazione della commutatrice.

Concludendo: La regolazione della tensione per mezzo di trasformatori equipaggiati per variazione di rapporto sotto carico è senza dubbio importantissima, e poichè ha già avuto in America una larga applicazione riscuotendo la fiducia dei tecnici della Società di esercizio, è da augurarsi che l'impiego di tali trasformatori si diffonda presto anche da noi. Mentre i nostri costruttori sono preparati ad affrontare questo problema, le Società di esercizio dal canto loro non dovrebbero tardare ad orientarsi verso questo modernissimo mezzo di regolare la tensione degli impianti.

Presidente: Ringrazia per l'interessante comunicazione e chiede ai Colleghi se hanno osservazioni e domande da fare.

Lilli: Desidererei sapere perchè in America il problema si risolve tenendo conto soltanto di circuiti ausiliari elettrici e non di circuiti ausiliari magnetici.

Cerretelli: Non vedo la necessità di suddividere il circuito magnetico.

Lilli: Solitamente ora si fanno due circuiti elettrici, uno aiuta l'altro durante il cambiamento di rapporto. Desidererei sapere quale opposizione riceve l'idea di mettere dei circuiti magnetici distinti, di dare tutto il carico e la potenza a un circuito magnetico.

Cerretelli: Non vedo alcuna necessità d'impiegare due circuiti magnetici distinti se non nel caso in cui si ritenga opportuno una doppia trasformazione di energia per portare tutti i comandi su circuiti di moderata tensione e intensità di corrente. Tale caso è rappresentato dallo schema 17 della memoria.

Vallauri: Forse l'Ing. Lilli ha voluto accennare ad un mio breveto che si perde nella notte dei tempi e che l'Ing. Cerretelli non può certamente conoscere. Era stato studiato questo problema esclusivamente per la trazione, ma sotto un altro punto di vista, cioè per la regolazione della velocità dei motori in serie. Fu pensato un dispositivo in cui i due trasformatori erano tra loro in serie, ed erano resi indipendenti magneticamente (*). Davanti al problema come si presenta

(*) Atti dell'A. E. I., 1912, Vol. XVI, pag. 797.

adesso per le grandi reti, le soluzioni ora impiegate sono certamente più razionali.

Lilli: Domandavo se in America era stato pensato e se c'era un preconcetto su questo dispositivo.

Cerretelli: Per quanto è mia conoscenza in America non si è pensato a risolvere il problema della regolazione della tensione con questo mezzo. In generale la tendenza americana odierna in questo importantissimo campo è quella di usare dei trasformatori in cui uno dei circuiti elettrici (primario o secondario) è totalmente o parzialmente suddiviso. In fondo s'impiega un trasformatore normale con l'unica variante che uno dei suoi circuiti elettrici è diviso in due parti, il che non aggiunge alcuna complicazione elettrica o magnetica al trasformatore in se stesso e non ne varia il costo o l'ingombro. Qualche costruttore ha anche impiegato il sistema di portare fuori le prese attraverso isolatori passanti e di connetterle a opportuni interruttori e bobine di reattanza come è indicato nelle fig. 3 e 4 della memoria. Per tensioni molto elevate questo sistema è proibitivo per il costo. Coll'impiego del circuito elettrico suddiviso, dei commutatori, e degli interruttori il problema della regolazione sotto carico si risolve più economicamente perchè conduce quasi sempre all'impiego d'interruttori e di commutatori per moderate tensioni e intensità di corrente e quindi di costo relativamente basso. Ripeto, che non conosco nessun caso nel quale la regolazione della tensione delle linee venga eseguita sul principio esposto dai Colleghi Ingg. Lilli e Vallauri.

Righi: Due parole sulla questione economica. Il collega ha accennato che il costo del trasformatore con commutatore manovrabile sotto carico è del 150 % superiore a quello di un trasformatore ordinario. Questo sarà forse per grosse unità. Molto spesso succede che si devono fare delle variazioni di rapporto con unità di non grande potenza; e allora questo 150 % di maggior prezzo sale ancora e può arrivare fino al 200 % ed oltre. In queste condizioni conviene allora comprare un secondo trasformatore.

Degli inconvenienti cui potrebbero dar luogo le manovre frequenti sui trasformatori che si mettono in parallelo momentaneamente a rapporto differente, almeno nei due anni in cui le pratichiamo noi a Bologna più volte ogni giorno, nulla abbiamo mai constatato.

Noi abbiamo due gruppi di trasformatori di 6.000 kVA, a quattro rapporti ciascuno, con gradini del 5 % del rapporto di trasformazione, cioè dello stesso ordine di grandezza della tensione del corto circuito. L'aggiunta in parallelo di un secondo trasformatore con rapporto di trasformazione diverso del 5 %, non produce un sovraccarico pericoloso, nè da luogo ad oscillazioni di tensione. La variazione del rapporto è molto rapida.

Cerretelli: In realtà l'Ing. Righi ha due trasformatori. Ora due trasformatori anche se fossero di capacità metà di quella totale richiesta costano sempre di più di uno solo di potenza doppia, inoltre occupano uno spazio maggiore. Ho già accennato nella memoria alla possibilità d'impiegare due trasformatori di potenza metà anzichè uno di potenza doppia, ma come un primo passo verso la soluzione del problema della regolazione della tensione sotto carico mediante trasformatori. Ora non si tratta soltanto d'installare due trasformatori invece di uno solo e quindi di pagare solo il maggior costo per quanto riguarda la potenza installata, ma occorre anche qui l'apparecchiatura e cioè i commutatori, gli interruttori e il dispositivo di comando. Se poi la manovra dei commutatori viene eseguita a mano dopo aperto il relativo interruttore può accadere anche per semplice dimenticanza che il commutatore sia ruotato prima di aprire il relativo interruttore e ciò può condurre a un disastro non avendo il commutatore le caratteristiche di un interruttore. Inoltre siccome la rotazione dei commutatori avviene con l'eccitazione sul trasformatore, è necessario portare l'apparecchio di manovra dei commutatori in una posizione sicura il che aggiunge ancora al costo del trasformatore. *C'è ancora da dire che durante il cambio di rapporto quando il carico è riversato su uno solo dei trasformatori si ha una caduta di tensione doppia di quella del funzionamento normale. Questa caduta di tensione porta a delle fluttuazioni che è bene evitare. Nel trasformatore disposto come indicato nella memoria ciò non si verifica.* Riepilogando: anche nel caso in cui il maggior costo di un trasformatore provvisto di dispositivo per cambiare il rapporto sotto carico sia rappresentato dal 50 per cento del costo del trasformatore semplice (cioè generalmente non è perchè tale sovrapprezzo è minore), mi pare sia sotto ogni riguardo, e ciò della spesa, della regolarità del funzionamento, della sicurezza dell'esercizio e della rapidità con la quale si varia il rapporto ($8 \div 10$ secondi) preferibile il trasformatore disposto per variazione di rapporto sotto carico all'impiego di due trasformatori. S'intende che ho voluto riferirmi alla regolazione di grandi potenze, e sarebbe addirittura proibitiva per il costo la regolazione con questo sistema per trasformatori di piccola potenza. Per questi e per alcuni trasformatori di media potenza la regolazione può essere risolta in maniera ideale coll'impiego di adatti regolatori ad induzione tolto il caso dei trasformatori da forno per i quali si richiedono delle variazioni di tensione anche del 100 per cento e più sul valore normale. Per questi evidentemente il regolatore ad induzione sarebbe inammissibile e la regolazione sul sistema esposto è di gran lunga più conveniente. La regolazione con due trasformatori anche a prescindere dagli inconvenienti accennati mi pare in ogni caso antieconomica e non pratica.

Righi: Ritengo però sempre che invece di spendere il 100 per cento di più installando trasformatori con variazione del rapporto di

trasformazione, credo sia meglio avere due unità distinte. A parte il vantaggio di avere un trasformatore come riserva del 50 per cento, anche se il carico raggiunge i 9000 kVA, e quindi due trasformatori sono in servizio, è possibile passare momentaneamente tutto il carico su uno solo ed eseguire la manovra. Non è giusto dire che si ha un raddoppiamento di spesa per il fatto dell'installazione di due trasformatori di 6000 kVA, perchè la differenza di spesa è molto minore, cioè quella fra il costo di due unità di 4.500 kVA e due unità di 6000 kVA.

Presidente: Chiude la seduta ringraziando gli oratori.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI MILANO.

Per invito della Direzione del Politecnico e sotto gli auspici della Sezione di Milano, il Prof. Kennelly dell'Università di Harvard, ben noto a tutti i cultori dell'elettrotecnica, tenne nei giorni 28 e 29 novembre, due lezioni in francese, nell'Aula magna del Politecnico, sulle applicazioni delle funzioni iperboliche ai problemi dell'elettrotecnica.

Nella prima lezione, dopo il saluto rivoltogli dal Prof. Azimonti per la Direzione del Politecnico, il Prof. Kennelly, dopo aver rapidamente richiamate analogie e differenze fra la trigonometria circolare e quella iperbolica, mostrò come, usando le funzioni iperboliche, tutte le formule relative alle linee di trasmissione assumano una singolare semplicità ed omogeneità, pure conservando il più assoluto rigore scientifico. Nella seconda lezione, addentrandosi nella parte nuova e meno nota dei suoi studi, mostrò come le funzioni iperboliche permettano di studiare con altrettanta genialità e semplicità formale le reti ed i sistemi comunque complicati e dissimetrici, per i quali il principio di reciprocità scaturisce con singolare evidenza. Trattò infine dei filtri, le cui proprietà e caratteristiche assumono pure grande semplicità di espressione per mezzo delle funzioni iperboliche. Chiuse con una felice invocazione all'unione e fratellanza delle Nazioni e dei popoli, convinti su un pianeta che, per gli elettricisti è ben piccolo essendo le sue maggiori distanze superate dalle onde elettromagnetiche in circa un decimo di minuto secondo. Il Kennelly fu meritatamente salutato da un vivissimo applauso.

Il giorno 28, un gruppo di colleghi fra cui l'Ing. Semenza, Presidente della C. E. I., l'Ing. Manfredi, Vice Presidente della Sezione di Milano ed il Prof. Barbagelata, in rappresentanza della Direzione del Politecnico, offerse al Kennelly una colazione al Campari.

*

La sera del 29 ottobre u. s., il socio, Ing. Alessandro Banfi, ha tenuto anche per invito del Sindacato Provinciale Fascista Ingegneri, una comunicazione sul tema: « *Lo stato attuale della trasmissione a distanza delle immagini e la televisione* ».

Sedevano al tavolo della Presidenza il Vice-Presidente della Sezione, Ing. Manfredi e, per il Sindacato Provinciale Fascista Ingegneri, l'Ing. Gilardi e l'Ing. Gorla. La Presidenza della seduta fu tenuta dall'Ing. Gilardi.

Il conferenziere, Ing. Banfi, dopo un rapido cenno storico sulle origini di detta interessantissima applicazione dell'elettricità, ha presentato il problema nella sua forma più originale, illustrandolo particolarmente nei punti più caratteristici.

Ha passato poi in rapida rassegna diversi sistemi fototelegrafici che funzionano all'estero con risultati perfettamente soddisfacenti alle esigenze d'un servizio continuo aperto al pubblico.

L'Ing. Banfi ha in seguito esposto i principali ostacoli che si presentano quando si voglia ottenere una trasmissione di una intera immagine in un tempo inferiore ad un decimo di secondo, ciò che è quanto dire la televisione.

Analizzati minutamente questi problemi, è passato ad esporre diverse soluzioni soffermandosi particolarmente su quella da lui ideata che sembra aver raggiunto lo scopo nel modo più generale.

Un apparecchio dimostrativo della composizione rapida di una immagine per singoli punti fu fatto funzionare, dando così ai presenti un'idea dei risultati raggiunti da tale sistema.

L'Ing. Gilardi, interpretando i sentimenti dell'assemblea, ringraziò il conferenziere per la bella esposizione fatta, chiudendo coll'augurio che la soluzione da lui ideata possa trovare larga applicazione pratica, e che anche in Italia si segnino progressi in questo campo di interessanti ricerche.

Necrologio

La Sezione di Bari annuncia la morte, per fulminazione, del capo tecnico elettricista

FULMINI UMBERTO

avvenuta in Nettuno, presso Roma, il 23 ottobre 1926.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.

I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Sistemi assoluti di unità di misura.

Il Dr. G. A. CAMPBELL, ben noto come inventore dei filtri d'onda, nella sua qualità di delegato degli Stati Uniti al Congresso Internazionale Scientifico di Toronto (1924), ha presentato una relazione per propugnare l'adozione internazionale, col nome di « Sistema definitivo » del sistema proposto nel 1901 dal nostro Ing. Giorgi, basato sull'uso del volt, dell'ampere e delle altre unità usate dagli elettrotecnici, in unione col metro, col chilogrammo e col secondo.

L'Ing. GIORGI, il quale partecipò allo stesso Congresso come delegato dell'Italia per la parte elettrotecnica e fisica-matematica, ha preparato per il nostro periodico una traduzione della relazione del Campbell, che siamo lieti di poter pubblicare mentre ancora si attendono gli Atti del Congresso.

Come caratterizzare commercialmente le lampade?

Al Congresso di Spezia del 1924, dedicato alla illuminazione, ed al voto che in quella occasione fu fatto per una più razionale specificazione delle lampade, si riattacca l'articolo PELLÒ che pubblichiamo nel presente numero e che si propone di trovare un temperamento provvisorio che avvii alla realizzazione di quel voto. La classificazione delle lampade in base unicamente alla potenza elettrica assorbita, ha indubbiamente molti pregi di semplicità e di comodità; ma poichè quello che principalmente interessa il cliente è la potenza luminosa della lampada, non vediamo quali difficoltà dovrebbero opporsi alle indicazioni (oltre alla tensione ed alla potenza) anche del flusso luminoso prodotto, avvicinandosi così di più al voto di Spezia. E se proprio queste difficoltà ci dovessero essere, parrebbe per lo meno opportuno rendere obbligatorio, da parte del costruttore, la esibizione di una tabella, diremo così « ufficiale », dalla quale risultasse qual'è la potenza luminosa della lampada venduta; tabella che potrebbe essere p. es., stampata sull'imballaggio della lampada stessa. Ci auguriamo comunque che i lettori vogliano interessarsi della questione così opportunamente sollevata dall'Ing. Pellò.

Il diagramma del motore sincrono.

Come è noto l'ordinario diagramma circolare per i motori sincroni trascura generalmente la reazione smagnetizzante di indotto o ne tien conto approssimato sostituendo una reattanza sincrona costante alla reattanza interna. Nello scritto odierno l'Ing. STADERINI indica un procedimento interessante che senza eccessive complicazioni permette di tener esatto conto dei due termini in cui si può scindere la reazione d'armatura.

LA REDAZIONE.

L'autorità della nostra Associazione sarà ancora maggiore quando essa potrà disporre di un suo patrimonio. Questo non può essere costituito che dalle quote dei Soci vitalizi e perpetui. I Soci che amano il Sodalizio devono quindi prendere in seria considerazione la possibilità di iscriversi Soci vitalizi.

SU ALCUNI PROBLEMI RELATIVI AL RIFASAMENTO DEGLI IMPIANTI

PIETRO STADERINI

Data l'importanza che si è venuta riconoscendo al problema del miglioramento del fattore di potenza e date le tariffazioni speciali che vengono fissate nei contratti per la fornitura di energia, allo scopo di interessare l'utente ad accrescere il fattore di potenza, sorge frequente il problema del miglioramento del fattore di potenza presso gli utenti.

Tale problema può avere molteplici soluzioni e la soluzione migliore, dipende in genere dalle condizioni particolari dell'impianto.

La causa del basso fattore di potenza risiedendo generalmente nell'uso di motori asincroni funzionanti normalmente a carico ridotto, verrebbe naturale il pensare ad elevare il fattore di carico dei motori o sostituire questi con motori a fattore di potenza unitario. Ciò non è sempre possibile nè conveniente neanche in impianti nuovi sia per il maggior costo iniziale dei motori a fattore di potenza unitario sia per i vantaggi presentati dai motori asincroni.

*

Un'altra soluzione del problema consiste nel lasciare i motori dell'impianto nelle condizioni in cui si trovano e migliorare il fattore di potenza per mezzo di condensatori statici o rotanti. E' questo uno dei mezzi più di frequente adottati.

Per il calcolo della capacità necessaria di tali condensatori si usa generalmente il diagramma vettoriale riportato in figura 1. ⁽¹⁾

In esso il punto *P* rappresentante il funzionamento di un impianto da con le coordinate cartesiane *OA* ed *OB* i valori della potenza attiva e reattiva assorbita dall'impianto, colle coordinate polari i valori della potenza apparente e dell'angolo di sfasamento.

Sul diagramma sono segnate le rette passanti per l'origine e corrispondenti a diversi valori del fattore di potenza ed i cerchi aventi per centro l'origine corrispondenti ai diversi valori della potenza apparente.

*

I dati del problema generalmente sono:

1. — Condizioni attuali dell'impianto:

Potenza attiva e fattore di potenza, oppure:
Potenza attiva e potenza apparente, oppure:
Potenza attiva e potenza reattiva, e così via.

Per mezzo della conoscenza di tali condizioni si determina il punto *P* corrispondente al funzionamento attuale dell'impianto.

2. — Condizioni di impianto che si desidera di raggiungere.

Tali condizioni possono essere:

- 1) Aumento fino ad un determinato valore del fattore di potenza lasciando costante la potenza attiva dell'impianto.
- 2) Riduzione entro un certo limite della potenza appa-

⁽¹⁾ Vedi: MORELLI. — Costr. Elettromecc., vol. II, Sez. II, pag. 920, fig. 772.

rente assorbita dall'impianto, lasciando costante la potenza attiva, oppure:

3) Restando inalterata la potenza apparente, aumento della potenza attiva fino ad un certo valore.

Il primo caso corrisponde alle tariffe aventi per base il valore del fattore di potenza, il secondo a quelle che tengono conto delle punte di richiesta di energia mediante indicatori di massima corrente (Wright), il terzo alla necessità che talora si presenta di aumentare la potenza di un impianto senza cambiare la linea ed i trasformatori che lo alimentano.

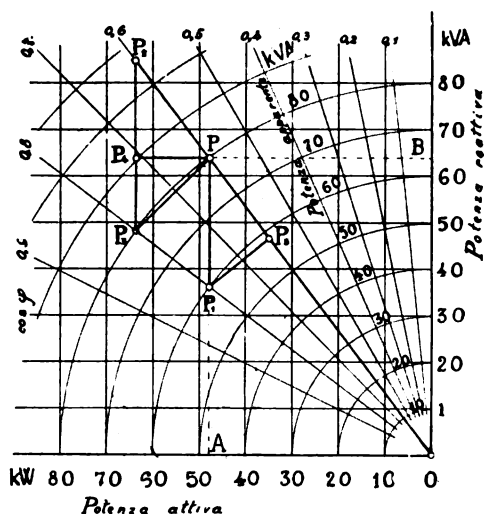


Fig. 1.

Nei primi due casi mediante le condizioni date si determina facilmente il punto P_1 corrispondente al funzionamento desiderato dell'impianto. Siccome si è supposto che la potenza attiva dell'impianto rimanga costante, così se prescindiamo dalla potenza assorbita dal condensatore, la congiungente PP_1 sarà verticale e la lunghezza del segmento PP_1 ci darà in kVA la potenza richiesta dal condensatore. ⁽²⁾

*

Nel terzo caso occorre conoscere in qual modo si effettua l'aumento di potenza desiderato.

Se tale aumento avviene con una maggiore utilizzazione dell'impianto esistente ancora con lo stesso fattore di potenza, è sufficiente prolungare la OP in OP_2 , in modo che P_2 corrisponda al funzionamento dell'impianto senza condensatore dopo l'aumento di potenza, e quindi calcolare al solito modo la potenza $P_2 P_3$ del condensatore occorrente.

Può invece occorrere che tale potenza debba essere assorbita da un nuovo motore ed allora si comprende come si avrà interesse a scegliere, qualora sia possibile, tale motore con un fattore di potenza alto, in modo da ridurre la potenza necessaria pel condensatore.

Se ad esempio si adotta un motore a fattore di potenza unitario, il suo funzionamento è rappresentato dal segmento PP_4 ; il segmento $P_4 P_3$ rappresenta allora la potenza del condensatore.

A questo punto della questione si comprende chiaramente la convenienza di raggruppare, tutte le volte che ciò risulta possibile, le due funzioni di condensatore e di motore in un'unica macchina, la cui capacità è data senz'altro dal segmento PP_3 . E' questo il caso dei *motori sincroni sovraccaricati* funzionanti cioè in parte come rifasatori.

*

Si può vedere adesso come anche quando il problema sia posto sotto una delle forme 1) e 2) possa tornare conveniente una soluzione simile.

Supponiamo che fra i motori esistenti nell'impianto ve ne sia uno di potenza notevolmente maggiore degli altri, il quale possa senza difficoltà essere sostituito con un motore rifasatore

⁽²⁾ Volendo tener conto dell'aumento di potenza attiva dovuto alla perdita nel condensatore, basta condurre una retta inclinata sulla verticale di un angolo il cui seno sia eguale al rapporto tra le perdite in kW del condensatore e la sua potenza in kVA.

Tale rapporto può essere conosciuto a priori e per le macchine sincrone è leggermente maggiore (a causa del maggior valore dell'eccitazione) di $1-r$ se con r indichiamo il rendimento delle macchine stesse nel funzionamento come motori a fattore di potenza unitario.

e supponiamo altresì che tale motore funzioni attualmente collo stesso fattore di potenza dell'impianto complessivo e sia $P_5 P$ il vettore che rappresenta il suo funzionamento. Sostituendo tale motore con un motore rifasatore, la capacità necessaria sarà data senz'altro dal segmento $P_5 P_1$, minore del segmento PP_1 .

*

Quando si installi in tali condizioni un motore sincrono si può regolando l'eccitazione ottenere il funzionamento di tale macchina sia come motore e fattore di potenza unitario, sia come motore-rifasatore, sia solamente come condensatore, a seconda delle condizioni di servizio dell'impianto. I limiti entro cui potremo far lavorare la macchina sono dati dal cerchio di centro P avente per raggio la capacità della macchina in kVA (vedi fig. 2). La stessa macchina potrà quindi funzionare in vari modi a seconda della potenza meccanica che è chiamata ad erogare, e si potrà sempre, regolando opportunamente l'eccitazione, ottenere da tale macchina il massimo rifasamento dell'impianto, compatibile col carico a cui è sottoposta.

Giova a questo punto far notare che anche quando la macchina è chiamata a sopportare il massimo carico di cui è capace come motore, si ha sempre un miglioramento del fattore di potenza. Infatti in tali condizioni il funzionamento della macchina è rappresentato dal segmento PP_1 ed il valore del fattore di potenza risultante è aumentato.

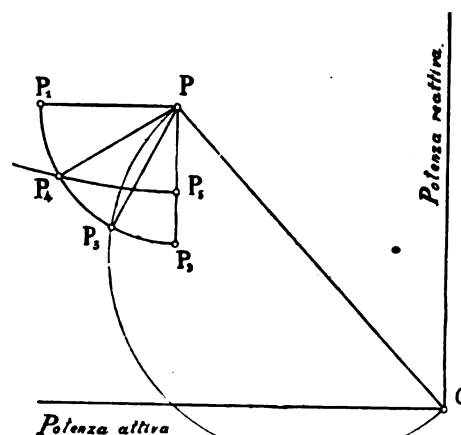


Fig. 2.

Si vede pure che il massimo valore del fattore di potenza dell'impianto non si può ottenere a macchina scarica (funzionamento come condensatore rappresentato dal segmento PP_2) ma si ottiene allorché facciamo funzionare la macchina secondo il segmento PP_3 dove il punto P_3 è l'intersezione del cerchio di funzionamento della macchina a pieno carico elettrico col cerchio avente per diametro il segmento OP .

*

Nel ragionamento che precede abbiamo supposto che le condizioni di carico meccanico della macchina sieno determinate e che in corrispondenza di tali condizioni si regoli l'eccitazione della macchina stessa in modo da portarla ad assorbire la corrente di pieno carico.

Ciò è possibile, a meno di dispositivi automatici di regolazione dell'eccitazione, solo quando il carico richiesto dalla macchina varia saltuariamente e la regolazione dell'eccitazione può essere eseguita a mano in corrispondenza di tali variazioni.

Se invece il carico all'asse del motore varia continuamente a seconda della richiesta della macchina operatrice, dovremo regolare l'eccitazione in modo che la macchina assorba la corrente di pieno carico solo in corrispondenza del massimo carico meccanico richiesto. Il funzionamento della macchina in tali condizioni corrisponda, per esempio, al punto P_4 , sul cerchio di pieno carico elettrico.

Col diminuire del carico meccanico il punto di funzionamento della macchina si sposterà e descriverà una curva che rappresenta il funzionamento della macchina per quella eccitazione costante e che sarà ad esempio la curva $P_4 P_5$.

*

Per mezzo di tale curva noi potremo a colpo d'occhio renderci conto del rifasamento operato dalla macchina sull'impianto, al variare del carico meccanico richiesto.

La conoscenza delle curve di funzionamento della macchina per diversi valori della eccitazione costante ci permette di determinare il suo funzionamento in diverse condizioni di servizio, la conoscenza in generale dell'andamento di tali curve ci dà un elemento di giudizio per la scelta più opportuna della capacità della macchina stessa.

*

Vediamo adesso come, conoscendo le caratteristiche elettriche della macchina sincrona, si possano costruire tali curve di funzionamento ad eccitazione costante.

Nella dimostrazione che segue supporremo che la macchina sia allacciata ad una rete a tensione e frequenza costanti, come generalmente si verifica nella pratica; in essa abbiamo costruito la figura per due condizioni di funzionamento della macchina come motore, l'una con corrente in anticipo, l'altra con corrente in ritardo. Tutte le considerazioni che faremo sono estensibili al funzionamento della macchina come alternatore, funzionamento che non è stato considerato nella dimostrazione per semplicità.

*

Su un diagramma di assi cartesiani ortogonali (fig. 3) si porti un segmento OV rappresentante la tensione V applicata alla macchina, e formante un angolo β coll'asse delle ordinate, tale che:

$$\tan \beta = \frac{r}{x}$$

dove r è la resistenza interna della macchina sincrona ed x la reattanza corrispondente al flusso disperso.

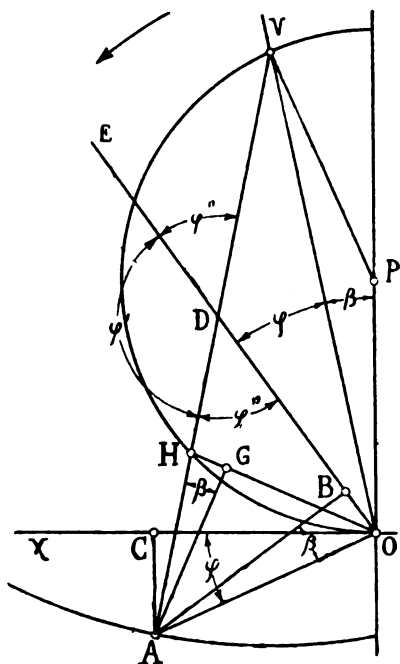


Fig. 3. — Corrente in anticipo.

Se dal punto V tracciamo il segmento VA rappresentante la forza contro-elettro-motrice E generata nell'interno della macchina, il segmento OA di chiusura del triangolo rappresenta per la legge di Ohm, la caduta interna della macchina:

$$OA = zI; \quad \text{dove:} \quad z = \sqrt{r^2 + x^2}.$$

Il segmento OA può assumersi a misura della corrente, infatti:

$$I = \frac{OA}{z}.$$

Se la scala delle tensioni è $1 \text{ cm} = v \text{ Volt}$, quella della corrente sarà $1 \text{ cm} = i \text{ amp.}$ dove $i = \frac{v}{z}$.

Scomponendo la caduta zI nelle sue componenti rI e xI si ha il triangolo OBA che ci dà il modo di determinare la direzione della corrente I e lo sfasamento φ di questa rispetto alla tensione, che è dato dall'angolo BOV .

Dalla figura si ricava, essendo $BAO = \arctan \frac{r}{x} = \beta$,

$$BOA = 90^\circ - \beta.$$

Ma:

$$VOX = 90^\circ - \beta \text{ per costruzione.}$$

L'angolo formato dalle rette OX ed OA è quindi eguale a quello formato dalle rette OV ed OB (infatti le due prime si ottengono dalle seconde con una rotazione ambedue di $90^\circ - \beta$).

Quindi:

$$AOX = BOV = \varphi.$$

Proiettando il punto A sull'asse delle x si ottiene il segmento OC e sarà:

$$OC = OA \cos \varphi = zI \cos \varphi.$$

che potrà assumersi a misura della potenza assorbita dalla macchina, infatti:

$$Pa = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi = \frac{\sqrt{3 \cdot V}}{z} \cdot OC.$$

La scala delle potenze sarà:

$$1 \text{ cm} = \frac{\sqrt{3 \cdot V}}{z} \cdot v \cdot \text{kW} = p \cdot \text{kW}.$$

Se noi supponiamo che la macchina funzioni con un carico variabile ma con f. c. e. m. costante, il punto A si muoverà sopra un cerchio di centro V , se noi descriviamo tale cerchio esso rappresenterà il funzionamento della macchina a f. c. e. m. costante eguale ad OA .

*

Col variare della corrente di indotto e della sua fase si manifesta la reazione di indotto rappresentata dall'effetto delle contospire, che è dato da:

$$X_c = k \cdot I \cdot \sin \varphi'.$$

dove I è la corrente di indotto; φ' è lo sfasamento interno della macchina fra la corrente e la f. c. e. m., e:

$$k = k' \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot f \cdot \frac{N}{2p}.$$

dove:

k' è un coefficiente che dipende dalla costruzione della macchina e che è di poco diverso da 1.

f è il numero delle fasi.

N è il numero delle spire in serie per fase e per polo.

p è il numero delle coppie polari.

(Nel caso di sistemi trifasi $k = 2,12 \cdot k' \cdot \frac{N}{2p}$).

Il valore X_c ottenuto da tale formula rappresenta il valore della reazione di indotto come forza magneto-motrice su ogni circuito magnetico polare, che si sottrae o si aggiunge alla forza magnetomotrice data dalla corrente di eccitazione.

*

Riferendoci al diagramma circolare rappresentante il funzionamento della macchina a f. c. e. m. costante avremo che nelle varie condizioni di funzionamento l'eccitazione necessaria per mantenere la f. c. e. m. costante sarà data dall'eccitazione richiesta per ottenere a vuoto tale f. c. e. m. aumentata o diminuita del valore delle contospire, a seconda che il valore di X_c risulta positivo o negativo.

Riferendoci alla fig. 3, lo sfasamento interno φ' è dato nel primo caso dall'angolo positivo EDA , il che indica che la reazione di indotto produce effettivamente un'effetto contrario alla eccitazione, nel secondo dall'angolo negativo BDF , cioè la reazione di indotto ha in questo caso un effetto magnetizzante.

Agli effetti della nostra ricerca, interessa il valore di $\sin \varphi'$, quindi invece dell'angolo φ' possiamo considerare il suo supplemento φ'' che è rappresentato nei due casi dagli angoli VDE positivo e VDB negativo.

Si ha poi anche dalla figura:

$$\varphi'' = BDA$$

tanto nel primo caso che nel secondo, e dal triangolo rettangolo BDA :

$$DAB = 90^\circ - \varphi''.$$

Si conduca la AG formante l'angolo β colla AV , si avrà:

$$GAO = DAB = 90^\circ - \varphi'',$$

infatti GAO si ottiene da DAB , aggiungendo o sottraendo nei due casi, lo stesso angolo β .

Si tracci la OG normale alla AG , dal triangolo rettangolo OGA si ha:

$$GA = OA \cos(90^\circ - \varphi'') = OA \sin \varphi'' = OA \sin \varphi' = zI \sin \varphi'.$$

Sia H l'intersezione di OG con AV , essendo per costruzione l'angolo GAH eguale a β , si ha:

$$HA = \frac{GA}{\cos \beta} = \frac{z}{\cos \beta} \cdot I \cdot \sin \varphi'.$$

Potrà assumersi quindi il segmento HA come misura dell'effetto delle contospire, essendo:

$$X_c = k \cdot I \cdot \sin \varphi' = k \cdot \frac{\cos \beta}{z} \cdot HA.$$

E poichè l'angolo OHV esterno al triangolo AHG è eguale alla somma degli angoli opposti, cioè:

$$OHV = 90^\circ + \beta = \text{costante},$$

il punto H sarà la intersezione del segmento VA rappresentante la f. c. e. m. del motore, col cerchio su cui il segmento OV sottende un angolo $180^\circ + 2\beta$, cioè sarà il cerchio passante per O e per V ed avente il centro in P sull'asse delle y .

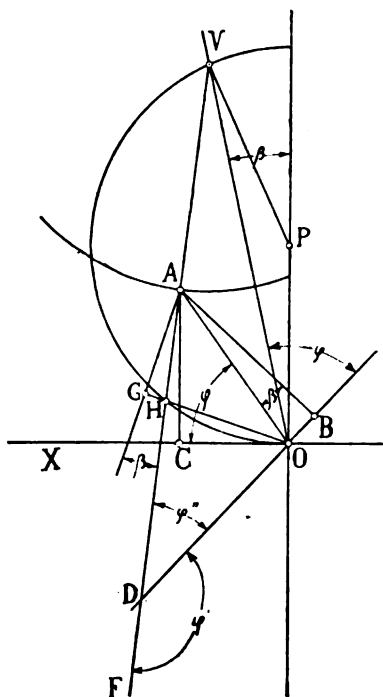


Fig. 3 bis. — Corrente in ritardo.

In tal modo per ogni punto del diagramma abbiamo la possibilità di calcolare rapidamente l'effetto delle contospire. Tale effetto si dovrà aggiungere o sottrarre dalla eccitazione necessaria a vuoto, a seconda che il punto A cade all'interno o all'esterno del cerchio.

*

Abbiamo veduto che:

$$X_c = k \cdot \frac{\cos \beta}{z} \cdot HA$$

ed in questa formula il segmento HA rappresenta una corrente e va quindi letto nella scala delle correnti, che come si è veduto è $1 \text{ cm} = \frac{v}{z}$ Amp. La scala quindi in cui il segmento HA rappresenta l'effetto delle contospire è:

$$1 \text{ cm} = k \cdot \frac{\cos \beta}{z^2} \cdot v \text{ amper-spire.}$$

*

Si costruisca adesso il diagramma rappresentato in fig. 4. Su un sistema di assi cartesiani si riportino in una scala qualunque (anche diversa da quella risultante dal diagramma precedente), le potenze assorbite dalla macchina come motore.

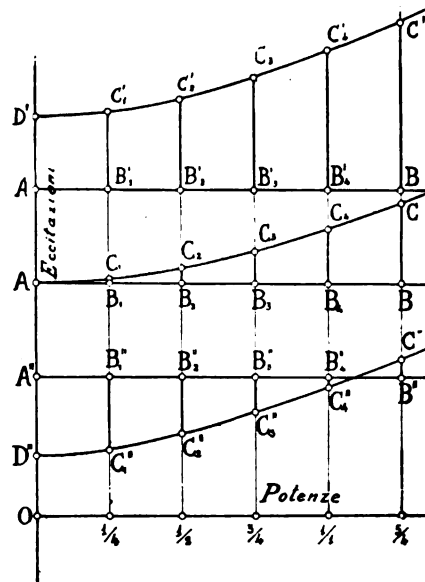


Fig. 4.

Si riportino come ordinate le correnti di eccitazione o, che è lo stesso, le forze magnetomotrici nella stessa scala con la quale leggiamo sul diagramma circolare il segmento HA rappresentante l'effetto delle contospire.

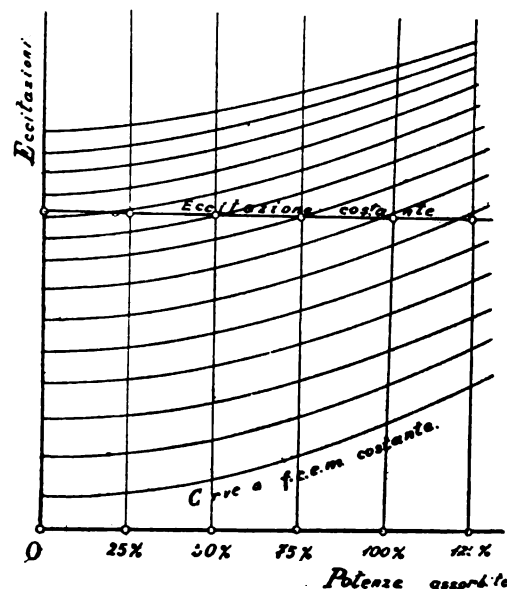


Fig. 5.

Se indichiamo con N_e il numero delle spire di induttore per polo, la forza magneto-motrice corrisponderà ad una corrente di eccitazione $\frac{X_c}{N_e}$.

La scala quindi nella quale dovremo riportare gli Ampere di eccitazione sarà:

$$1 \text{ cm} = k \cdot \frac{\cos \beta}{z^2} \cdot \frac{v}{N_e}.$$

Scelto adesso come valore della f. c. e. m. interna il valore $E = V$, troviamo sulla caratteristica a vuoto della macchina la corrente di eccitazione necessaria per ottenere tale valore e sia data dal segmento OA . Si tiri la retta AB e per i diversi valori della potenza assorbita si riportino i segmenti $B_1C_1, B_2C_2, B_3C_3, B_4C_4$, ecc., uguali in grandezza ai segmenti HA ricavati dal diagramma circolare, facendo $E = V$.

Si otterrà una curva AC , che ci dirà in qual modo sarà necessario regolare l'eccitazione per mantenere la f. c. e. m. della macchina costante nelle diverse condizioni di carico.

Ripetendo tale costruzione per valori della f. c. e. m. diversi, maggiori o minori della tensione applicata, si otterranno curve come la $D' C'$ e la $D'' C''$.

Nel primo caso la reazione è sempre contraria (segmento HA positivo e maggior corrente di eccitazione necessaria), nel secondo caso la reazione è in un certo tratto concorde, poi contraria. Il punto di reazione nulla corrisponde all'intersezione del cerchio corrispondente alla f. c. e. m. data col cerchio di centro P sul diagramma circolare.

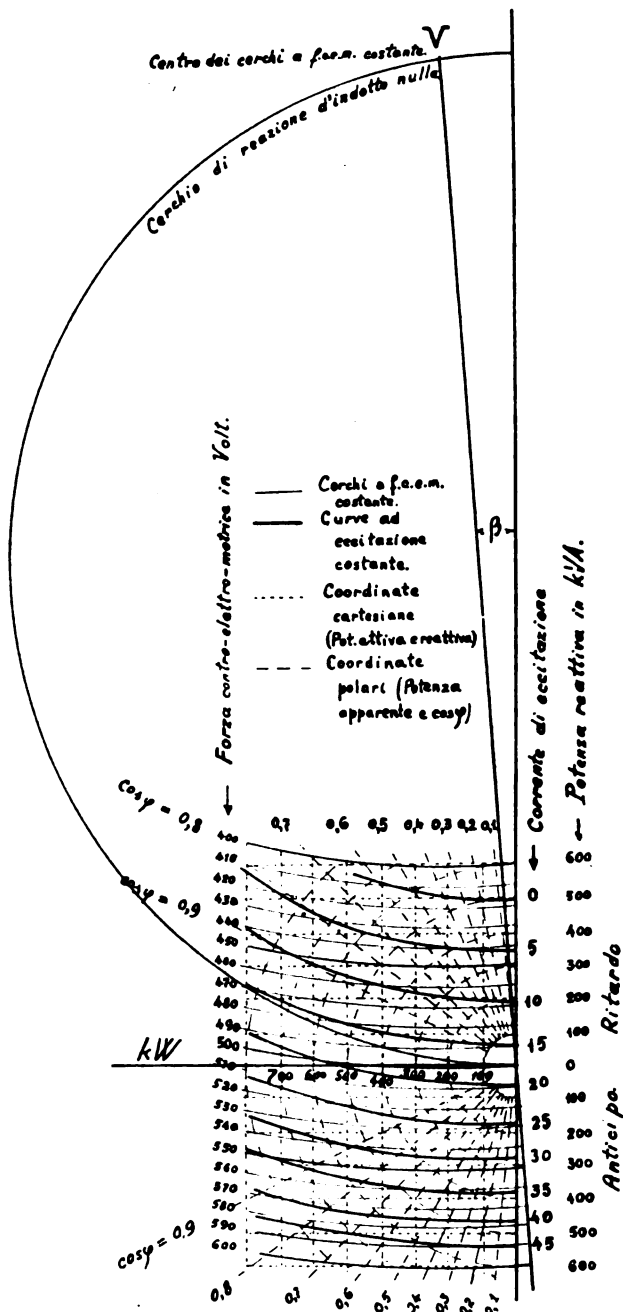


Fig. 6.

Ripetendo la costruzione per diversi valori della f. c. e. m. si otterrà un diagramma simile a quello della fig. 5.

Tracciando in tale diagramma delle rette orizzontali, esse rappresenteranno evidentemente il funzionamento della macchina a eccitazione costante e le loro intersezioni colle curve a f. c. e. m. costante indicheranno per i diversi valori della potenza i valori assunti dalla f. c. e. m., nel funzionamento a quella eccitazione costante.

Se per i valori della potenza corrispondenti alle successive intersezioni troviamo i punti corrispondenti sui diversi cerchi di centro V sul diagramma circolare, ed uniamo tali punti con una curva, la curva ottenuta rappresenterà in questo diagramma il funzionamento della macchina con quella eccitazione costante.

Ripetendo la costruzione per diversi valori della corrente di eccitazione possiamo trovare sul diagramma le curve cercate.

Se su tale diagramma, come su quello di fig. 1, segniamo le rette passanti per l'origine corrispondenti ai diversi valori del fattore di potenza ed i cerchi corrispondenti ai diversi valori

della potenza apparente, il diagramma ottenuto ci dà il modo di determinare a colpo d'occhio, per qualsiasi valore della eccitazione, il comportamento della macchina al variare del carico, permettendoci di seguire la variazione della potenza reattiva assorbita od erogata, del fattore di potenza e della potenza apparente.

*

Se noi sovrapponiamo il diagramma ottenuto, relativo alla macchina sincrona, col diagramma di fig. 1, relativo all'impianto, costruendo ad esempio il primo su carta trasparente, in modo che l'origine corrisponda al punto P di funzionamento dell'impianto, possiamo senz'altro determinare il rifasamento ottenibile, con quella macchina, sull'impianto studiato, nelle diverse condizioni di funzionamento.

*

Nella fig. 6 abbiamo riportato il diagramma circolare costruito in tal modo per un alternatore trifase di 389 kVA, 500 volt, 448 amp. 50 periodi, 600 giri, e la fig. 7 mostra il diagramma Potenze-eccitazioni che ha servito alla costruzione del diagramma di fig. 6.

Le curve così costruite perdono tutto il loro interesse per un semplice condensatore sincro, in tal caso infatti la potenza assorbita corrisponde alla perdita nella macchina e quindi rimane costante.

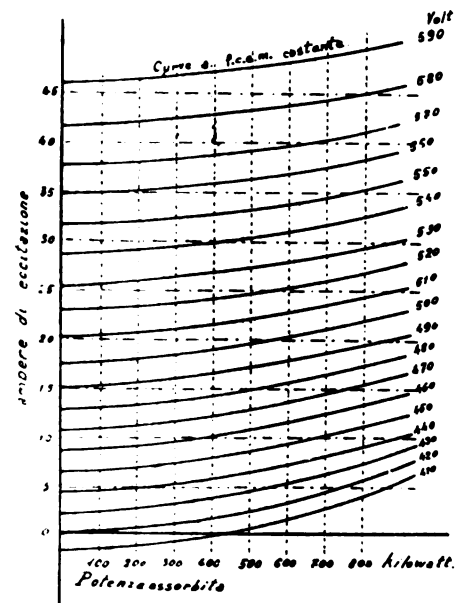


Fig. 7.

Nel funzionamento di una macchina come alternatore si hanno tali curve (estese al lato destro della fig. 6), e rappresentano il funzionamento della macchina ad eccitazione costante, quando sia collegata ad una rete di capacità così grande che se ne possa ritenere costante la tensione e la frequenza, e la potenza a disposizione della macchina vari per cause esterne. E' questo il caso degli alternatori alimentati con motrici a ricupero, la cui potenza varia con la quantità di vapore consumata dall'impianto. Tali installazioni possono servire ad alleggerire il carico assorbito da grandi impianti di utilizzazione permettendo di realizzare forti economie.

*

Un caso particolare in cui le curve descritte possono avere interesse per il doppio funzionamento della macchina, come alternatore e come motore nello stesso tempo, è nel collegamento mediante gruppi rotanti di sistemi a frequenze diverse. In tal caso infatti, lasciando costante l'eccitazione della o delle macchine sincrone, la potenza trasmessa varia, potendo anche cambiare di segno, seguendo per le macchine sincrone le curve studiate.

NOTA. — Nelle figure si è adottato il senso di rotazione contrario alla lancette dell'orologio, secondo le convenzioni internazionali, e però qualcuno dei diagrammi riportati è risultato invertito rispetto al modo col quale generalmente si rappresenta.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

UN SISTEMA DI "UNITÀ DEFINITIVE", PROPOSTO PER USO UNIVERSALE □

Dr. G. A. CAMPBELL

(Comunicazione al Congresso Internazionale di Toronto, 1924;
tradotta dall'Ing. G. Giorgi)

Riassunto.

Si propone che i fisici abbandonino le unità C. G. S. e quelle di Heaviside, le quali sono tutte cagione di molto confusionismo e di sforzo mentale inutile, e che adoperino esclusivamente un solo sistema di « unità definitive ». Le unità proposte includono il metro internazionale, il chilogrammo internazionale, il secondo, il watt meccanico, l'ohm internazionale definito dal campione di mercurio, e si uniformano alle altre unità internazionali in uso, tanto strettamente quanto è compatibile con la coerenza del sistema. Questo sistema è non solamente definito e assoluto, ma anche comprensivo, di facile visualizzazione, e in gran parte già in uso sotto nomi bene stabiliti. Il sistema fu proposto nel 1901 da Giorgi e nel 1904 da Robertson, ma non ricevette sufficiente attenzione a causa del prestigio del sistema C. G. S. Un sistema universale unico dovrebbe essere la finalità ultima, e le « unità definitive » sono scelte in modo che possano venire adottate solamente da tutti gli scienziati e da tutti i tecnici, ma anche dall'apparecchiatore, dall'operaio, dal bottegaio, dal profano alla materia.

Il problema delle unità universali.

Scopo di questo lavoro è patrocinare l'uso di un solo sistema di unità che soddisfi a questi due requisiti essenziali:

1) Applicabilità universale a tutti gli scopi, a partire dalle necessità della pratica quotidiana, fino alle esigenze più severe dell'uso scientifico;

2) Transizione facile a un solo sistema, che possa farsi con un minimo di cambiamenti e di disturbi.

E' superfluo qui far rilevare l'importanza di un terreno comune di ritrovo per tutte le nazioni commerciali nella questione delle unità. La confusione esistente e la dispersione di forze dovute alle unità moltiplicate e superflue che si trovano ancora in uso sono abbastanza generalmente riconosciute, e si cerca di progredire verso unità universali. E' sommamente importante che un sistema di unità non richiegga cambiamenti radicali; altrimenti, la sua probabilità di accettazione è piccola. Quello che è stato fatto per arrivare al sistema proposto è stato di scegliere fra la molteplicità delle unità esistenti, quelle che possono riuscire più adatte per formare un sistema unico, comprensivo e finale per uso universale. Queste unità sono mostrate nella Tavola I, nella colonna intitolata « Unità definitiva »; ogni unità, coll'eccezione dell'unità di forza (10^5 dine) è ora in uso comune. Inoltre, il metro prototipo internazionale e il chilogrammo sono divenuti campioni fondamentali di lunghezza e di massa negli Stati Uniti nel 1893 mentre otto delle altre unità (o le loro equivalenti elettriche internazionali) furono legalmente stabilite nel 1894. E' da ritenere quindi che il proposto sistema « definitivo » possa venire adottato vantaggiosamente in forma individuale, senza inconveniente, anche nell'assenza di pronuncia legislativa o altro atto di adozione generale.

Anche quando noi ci rendiamo conto delle difficoltà che si frappongono ad assicurare l'adozione universale di un sistema qualsiasi di unità, è sempre estremamente importante determinare il miglior sistema di unità per questo scopo e fare di tutto per accelerare la sua diffusione nella misura del possibile. E' specialmente importante che i fisici mostrino la via adoperando esclusivamente quel sistema che è adatto per uso universale, prima che gli usi e la legislazione abbiano stabilito altre unità addizionali non atte a venire assorbite entro il sistema. Questo cambiamento sarà un beneficio diretto per i fisici stessi, perchè li libererà dall'ingombro degli svariati sistemi di unità che si trovano ora in uso promiscuo, incluso il C. G. S. elettrostatico, il C. G. S. elettromagnetico, quello pratico, quello internazionale, quello razionale, in oltre gli amp-giri e le misure gravitazionali in aggiunta al sistema metrico. Il Committee on Electrical Standards della British Association ha posato sopra i primi quattro fra questi sistemi il sigillo della sua approvazione senza, apparentemente, alcuna seria considerazione della possi-

bilità e desiderabilità di un sistema universale unico. Il sistema C. G. S. ha compiuto una funzione importantissima: ha realizzato un grande passo verso l'unificazione completa; ma non era destinato ad essere, e non è appropriato ad essere, un sistema universale unico, e per questa ragione dovrebbe cedere il posto a un sistema veramente universale altrettanto presto quanto possibile.

E' importante che il soggetto delle unità sia considerato ora da un punto di vista universale e comprensivo, in riguardo anche alla possibilità di una legislazione che estenda in America l'uso del sistema metrico. Fortunatamente gli scienziati sulla base di un'esperienza lunga ed essenzialmente piena di successo che posseggono intorno alle unità metriche, C. G. S. assolute, e di altri sistemi, sono in grado di specificare il sistema completo di unità che può venire confidentemente fissato come mèta universale. Ogni cambiamento introdotto deve essere consistente e coadiuvante allo scopo di ottenere l'adozione ultima di un sistema universale di unità. Le proposte dirette verso l'adozione del sistema metrico negli Stati Uniti e altrove dovrebbero considerare la questione da un punto di vista elevato e non semplicemente adottare il metro, il litro, il grammo, perchè erano le unità metriche originali. Come è mostrato nella Tav. I, il chilogrammo è richiesto per coerenza col metro col secondo e col watt. Inoltre l'unità di volume appropriata per coesistere con le altre è lo stero o metro cubo, il quale è quasi esattamente un kilolitro.

E' molto importante che il proposto sistema universale di unità porti un nome distintivo semplice, specialmente da che molte delle unità che lo compongono differiscono poco o nulla dalle unità che sono già associate con uno o più sistemi esistenti di unità. Il nome proposto è « definitivo » e questo nome è appropriato perchè queste unità costituiscono la migliore scelta finale fra tutte le possibilità metriche. Per giustificarlo non occorre una prova di assoluta finalità e non è escluso che col progresso della scienza qualche nuova base per le unità, superiore a quella metrica, possa venire scoperta. In tale eventualità le unità definitive verrebbero a trovarsi superate. Ma fino a che questo non accada, ogni lavoratore nella scienza, nell'ingegneria, nell'industria, nel commercio e negli affari di ogni giorno può rivolgersi con confidenza a quello che noi chiamiamo il sistema definitivo di unità.

Unità del sistema definitivo.

Le unità che si propongono sono mostrate nella Tav. I, insieme coi fattori di conversione per ridurre diversi altri sistemi a unità definitive. Il metro e il secondo sono le due unità per l'architettura dello spazio-tempo; il watt e il joule sono le unità per la potenza e l'energia, l'anello essenziale di collegamento in tutte le trasformazioni fisiche: l'unità (10^5 dine) e il chilogrammo sono le unità dinamiche per la forza e la massa. Il sistema definitivo include il metro campione internazionale, il chilogrammo campione internazionale, l'ohm campione di mercurio internazionale, il farad internazionale e il henry internazionale. Il watt definitivo dovrebbe essere, nondimeno, quello meccanico e non quello internazionale: e fra i due esiste una differenza di 1 su 340.000.000. L'ampere, il volt e il coulomb definitivi, sono per conseguenza ciascuno più piccoli di quelli internazionali; ma la differenza è solamente di una parte su 170.000.000, e quindi trascurabile del tutto eccetto in lavori scientifici raffinati e di carattere speciale.

Queste unità definitive sono così semplici e convenienti che è sorprendente come esse non siano state adottate generalmente in luogo di quelle C.G.S.; per quanto io conosco nessun uso esteso è stato finora fatto delle medesime in forma del tutto sistematica. Il sistema fu proposto, nondimeno, fin dal 1901 da Giorgi sotto il nome di sistema « pratico assoluto », e nel 1904 da Robertson come il sistema « pratico completo ». I vantaggi effettivi che questi autori misero in evidenza furono ignorati a causa del conservatorismo e del prestigio artificiale del sistema C.G.S. Nondimeno in Germania, Emde raccomandò l'adozione delle proposte di Giorgi, ma come un passo temporaneo o di transizione. Le unità assolute C.G.S. hanno continuato a essere considerate come il sistema fondamentale e completo, ma col supplemento pratico, nondimeno, dell'uso promiscuo delle unità metriche, pratiche, razionali, internazionali, e di quelle fondate sugli amp-giri. Nessuna uniformità di pratica ha prevalso, le unità dei diversi sistemi essendo state impiegate dai diversi autori in diverse guise.

Esiste è vero, un sistema coerente che è impiegato in estensione molto limitata nell'elettrotecnica, e che soddisfa alle relazioni stesse di connessione delle unità definitive, ma fa uso

TABELLA I. — VALORI DELLE UNITÀ DEI DIVERSI SISTEMI ESPRESSE IN FUNZIONE DELLE UNITÀ DEL SISTEMA DEFINITIVO.

N.B. — Una misura espressa numericamente in qualunque sistema di unità viene trasformata in misura del sistema definitivo, tenendo conto che l'unità che ha servito di base alla misura sta all'unità definitiva nel rapporto indicato da questa tabella.

Quantità	Simbolo	Unità definitiva	UNITÀ DEI DIVERSI SISTEMI					
			Unità internazionale	Unità del sistema pratico quadrante	Unità elettromagnetiche C. G. S.	Unità elettrostatiche C. G. S.	Unità di Gauss-Heaviside-Lorentz	Unità metriche gravitazionali (1)
Lunghezza	<i>s</i>	Metro	1	10'	0,01	0,01	0,01	1
Tempo	<i>t</i>	Secondo	1	1	1	1	1	1
Potenza	<i>P</i>	Watt	1,00034	1	10 ⁻⁷	10 ⁻⁷	10 ⁻⁷	9,80665
Energia	<i>W</i>	Joule	1,00034	1	10 ⁻⁷	10 ⁻⁷	10 ⁻⁷	9,80665
Forza	<i>F</i>	(10 ⁵ dine)			10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	10 ⁻⁵	9,80665
Massa	<i>M</i>	Chilogrammo	10 ⁻³		10 ⁻³	10 ⁻³	10 ⁻³	1
Resistenza	<i>R</i>	Ohm	1	0,99948	0,99948 × 10 ⁻⁹	1,1130 ⁻¹ × 10 ¹²	1,1290 × 10 ¹¹	
Corrente	<i>I</i>	Ampere	1,00017	1,00026	1,00026 × 10	2,9974 ⁻¹ × 10 ⁻⁹	1,0625 ⁻¹ × 10 ⁻¹⁰	
Potenziale	<i>V</i>	Volt	1,00017	0,99974	0,99974 × 10 ⁻⁸	2,9974 × 10 ²	1,0625 × 10 ³	
Quantità d'elettricità	<i>Q</i>	Coulomb	1,00017	1,00026	1,00026 × 10	2,9974 ⁻¹ × 10 ⁻⁹	1,0625 ⁻¹ × 10 ⁻¹¹	
Capacità	<i>C</i>	Farad	1	1,00052	1,00052 × 10 ⁹	1,1130 × 10 ⁻¹²	1,1290 ⁻¹ × 10 ⁻¹³	
Induttanza	<i>L</i>	Henry	1	0,99948	0,99948 × 10 ⁻¹⁰	1,1130 ⁻¹ × 10 ¹²	1,1290 × 10 ¹³	
Forza magnetomotrice	<i>F</i>	Amp-giro			1,25631 ⁻¹		2,82168	
Flusso magnetico	<i>Φ</i>	Weber (volt-secondo)			1,00026 ⁻¹ × 10 ⁻⁸		2,82168 ⁻¹ × 10 ⁻⁷	
Polo magnetico	<i>m</i>	Weber			1,25631 × 10 ⁻⁷		2,82168 ⁻¹ × 10 ⁻⁷	
Reluttanza	<i>R</i>	Amp-giro Weber			1,25598 ⁻¹ × 10 ⁸		1,25598 ⁻¹ × 10 ⁸	

(1) Così detto « sistema degli ingegneri » o sistema non assoluto, basato sul metro, sul kg-peso (anzichè kg-massa) e sul secondo.

TABELLA II. — DATI E RELAZIONI SU CUI SONO FONDATE LE UNITÀ DEL SISTEMA DEFINITIVO DI CUI A TABELLA I.

a) Le unità definitive sono collegate dalle dieci relazioni

$$W = Pt = Fs = \frac{1}{2} M \frac{s^2}{t^2} = RI^2t = VIt = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} F\Phi = \frac{1}{2} R\Phi^2$$

b) Le costanti sperimentali assunte come base di partenza per la calcolazione dei coefficienti sono le seguenti:

Velocità della luce	= 2,9982 × 10 ⁸ metri/sec
Accelerazione della gravità	= 9,80665 metri/sec ²
Ohm internazionale	= 1,00052 ohm « pratici »
Ampere internazionale	= 0,99991 ampère « pratici »

del centimetro, del (10⁷ dine) e del (10⁴ kg) in luogo del metro, del (10⁵ dine) e del kg. Ora, per uso universale, il metro è preferibile al centimetro e il kg è preferibile alla deca-tonnellata. Il metro e il chilogramma-massa sono le unità ora in uso effettivo nel commercio e nella vita pratica in tutte le nazioni metriche; il centimetro è riconosciuto come un'unità di base dagli scienziati, ma non fino al punto da influenzare la nomenclatura; la deca-tonnellata come unità di massa sarebbe troppo grande, perchè è troppo al di là dell'ordinaria esperienza dei sensi. Nessun'altra combinazione possibile di multipli metrici è da preferire, ma vale la pena di rimarcare che la combinazione decametro — (10⁴ dine) — decagramma avrebbe la particolarità di far coincidere misure numeriche di peso e di massa, entro un'approssimazione del due per cento.

Vantaggi delle unità definitive.

Le unità definitive, come proposte, combinano in un grado rimarchevole le migliori peculiarità di tutti i sistemi di unità conosciuti. I seguenti vantaggi devono essere specialmente notati:

1) Le unità definitive sono indipendenti dal posto e dal tempo. Sono assolute in questo e in ogni altro riguardo, e godono tutti i pregi delle unità C. G. S. per i lavori scientifici più raffinati.

2) Grandezza facilmente visualizzabile e conveniente è la caratteristica delle unità definitive delle quantità più importanti. Il metro e il kg sono le unità metriche comuni di lunghezza e di forza. L'unità di forza definitiva (10⁵ dine), che è approssimativamente uguale al peso gravitazionale della massa di un ettogrammo, è una forza ben facile a conoscere coi sensi, mentre la dina che è l'unità C. G. S. corrisponde piuttosto al peso proverbialmente trascurabile di una piccola piuma.

3) Nomi convenienti sono già in uso comune e internazionale per la più parte delle unità definitive e per i loro equivalenti pratici. Evidentemente alcuni pochi nomi nuovi dovrebbero essere adottati così che il nome di nessuna unità definitiva sia ingombrato con un prefisso, come (10⁵ dine), chilo-

grammo e centiara. Ma i nomi sono cosa secondaria per l'adozione di un sistema universale. Verosimilmente l'adozione delle unità definitive sarebbe piuttosto ostacolata che facilitata dall'adozione dei nuovi nomi per le unità, se noi dobbiamo giudicare della discussione sollevata da Giorgi e da Robertson venti anni fa.

4) Un sistema completo e coerente di unità definitive si ottiene estendendo la Tav. I in modo da evitare i coefficienti inutili, essenzialmente nello stesso modo come si fa con le unità C. G. S. La tavola completa includerebbe unità per l'area (centiara), volume (stero = 1,000027 di chilolitro), velocità (metro/secondo), forza elettrica (volt/metro), temperatura, entropia, ecc.

5) L'intera estensione di variazione di ogni quantità che s'incontra attraverso tutta la natura è convenientemente misurata da una sola unità definitiva con l'uso dei soliti prefissi numerici. Questi prefissi vanno riguardati come parte del numerale e non come intesi a originare un'unità di base indipendente. La Tavola III illustra l'uso delle potenze dei prefissi mega e micro per coprire l'intera estensione della natura in categorie di un milione per volta. L'estensione conosciuta delle lunghezze si estende solo sopra sette di queste categorie. Per quanto io ho potuto rilevare, dodici categorie bastano per qualunque delle quantità fisiche in uso oggi.

6) Il minimo cambiamento nel commercio, nella legislazione e negli strumenti scientifici è richiesto dalle unità definitive, perchè il più gran numero possibile delle unità internazionali esistenti viene ritenuto.

7) La conversione dei risultati esistenti in unità definitive viene fatta semplicemente con l'uso della Tav. I. Questa tavola può essere estesa in modo da includere le unità inglesi, e le relazioni algebriche in aggiunta alle relazioni aritmetiche fra unità. La conoscenza delle unità definitive è sufficiente per tutti gli scopi. Lo studio delle unità C. G. S. e del ruolo storico che hanno avuto come progenitori delle unità attuali non è necessario. I risultati espressi nelle unità antiche vengono

TABELLA III.

COSTANTI FISICHE MISURATE IN UNITÀ DEFINITIVE.

<i>Lunghezze.</i>		
Diametro dell'elettrone positivo	2 micro ³	metri
Diametro dell'elettrone negativo	3,8 micro ^{2,5}	"
Lunghezza d'onda del raggio γ più corto	5,7 micro ²	"
Lunghezza d'onda della riga rossa del cadmio N° 1	643,84696 micro ^{1,5}	"
Lunghezza del meridiano terrestre	40,009 mega	"
Distanza fra la terra e il sole.	0,149504 mega ²	"
Anno di luce	9,4614 mega ^{2,5}	"
Parsec	30,838 mega ^{2,5}	"
Raggio di curvatura dello spazio (Silberstein)	1 mega ⁴	"
<i>Masse.</i>		
Elettrone negativo	0,89 micro ³	Kg.
Atomo di idrogeno	1,662 micro ^{4,5}	"
Acqua: un metro cubo a 4° C. e 0,760 m. di pressione	999,973	"
Terra	5,98 mega ⁴	"
Sole	2,0 mega ³	"
Universo	50 mega ^{6,5}	"
<i>Grandezze fisiche varie.</i>		
Numero delle molecole di un gas contenute in un metro cubo a 0° C. e a 0,760 m. di press. (Costante di Rydberg) ⁻¹	27,08 mega ⁴	secondi
Anno solare medio	0,30394 micro ^{2,5}	
Velocità della luce nel vuoto	31,556926 mega	
Forza d'attrazione gravitazionale esercitantesi fra due sfere di un chilogrammo di massa alla distanza di 1 metro	299,82 mega	m/sec
Forza esercitantesi fra due cariche elettriche unitarie (coulomb) alla distanza di 1 metro	66,58 micro ²	unità definitive
Forza esercitantesi fra due poli magnetici unitari (weber) alla distanza di 1 metro	8,9845 mega ^{1,5}	"
Quanto d'energia per unità di tempo	63359	"
Carica di un elettrone	654 micro ⁶	joule
Capacità di un metro cubo di spazio vuoto	0,1593 micro ³	coulomb
Induttanza di un metro cubo di spazio vuoto	8,8571 micro ²	farad
Impedenza iterativa dello spazio vuoto	1,25598 micro	henry
Resistenza di un chilogrammo di mercurio in una colonna lunga 1 metro	376,57	ohm
	12,7898 milli	"

facilmente ridotti a quelle definitive col semplice uso delle tavole.

8) Il sistema di unità definitive non esalta artificialmente quattro particolari unità come fondamentali per tutti gli scopi.

Qualunque scelta di fondamentali può essere fatta secondo il particolare problema che si discute.

9) Le dieci relazioni fondamentali della Tav. I, nota 2 a piedi di pagina, valgono ugualmente come per le unità di Heaviside. Poiché l'unico uso presente delle unità di Heaviside è di ottenere queste relazioni e le altre equazioni che se ne deducono, le sue unità specifiche possono venire abolite, semplificando così d'un tratto la connessione fra teoria elettromagnetica e misure pratiche.

10) Equazioni fisiche complete e omogenee (che sono le più adatte per la fisica teorica) vengono impiegate naturalmente colle unità definitive, senza necessità di costanti dimensionali prefissate.

Conclusioni.

Il sistema definitivo di unità rende perfettamente fattibile d'impiegare un sistema unico assai più generalmente che non sia stato fatto in passato. Lo scopo finale è l'uso universale di queste unità per tutti gli scopi. Nel tentativo di estendere l'applicazione delle unità metriche agli Stati Uniti, il metro-stero-chilogrammo, piuttosto che il metro-litro-grammo, do-

vrebbe formare la base della legislazione, in modo da dare alle unità definitive il loro proprio stato, e assicurare in pieno il vantaggio di un sistema comprensivo costantemente interreferito con le unità elettriche internazionali. Il graduale abbandono delle unità C. G. S. e delle altre unità sovrabbondanti seguirebbe inevitabilmente. Anche in assenza di un riconoscimento ufficiale delle unità definitive, le singole persone potrebbero con vantaggio adoperare il sistema. Questo non porterebbe confusione né agli autori né ai lettori, perché queste unità, nell'insieme hanno già acquistato esistenza vitale attraverso l'uso giornaliero nel mondo intero sotto nomi familiari già bene stabiliti.

□ SULLA CLASSIFICAZIONE DELLE LAMPADE ELETTRICHE AD INCANDESCENZA

L. F. PELLO'

Al Congresso dell'Associazione Elettrotecnica Italiana tenuto a Spezia nel settembre 1924 fu emesso un voto in cui si raccomandava che sulle lampade elettriche ad incandescenza venisse indicato il flusso luminoso (lumen) che le lampade emettono oltre, s'intende, le altre indicazioni delle condizioni di funzionamento, ad esempio: la tensione in volt, l'energia assorbita in watt, ecc., ammettendo che in via transitoria si potesse continuare ad indicare anche l'intensità luminosa che per altro avrebbe dovuto sempre essere l'intensità media sferica. Ovviamente un voto simile non poteva essere tradotto in realtà che gradatamente e ciò fu anche riconosciuto dalle « Norme tecniche per la fornitura ed il collaudo delle lampade elettriche ad incandescenza con filamento di tungsteno » elaborate dal Comitato Nazionale dell'Illuminazione. Tali norme infatti tollerano l'omissione della marcatura del flusso luminoso (lumen) sulle lampade subordinatamente a determinate condizioni.

Naturalmente il passare dalle denominazioni e classificazioni in candele divenute tradizionali alla nuova denominazione in lumen presenta delle difficoltà, o meglio degli ostacoli non lievi, sia di ordine tecnico che di ordine commerciale. Le lampade costituiscono un articolo acquistato in massima parte da consumatori non tecnici i quali in genere credono di avere una idea della unità « candela » ma con difficoltà e ad ogni modo con una certa reazione accoglierebbero la moderna unità « lumen ».

E' poco lusinghiero il dovere constatare che dal voto di Spezia ad oggi ben poco si è fatto per avviarcì verso la denominazione in lumen ed io vorrei esporre il mio modesto parere circa il primo passo che si dovrebbe fare da noi e che già si fa o si è fatto in altri paesi d'Europa. Esso potrebbe costituire un punto di partenza che dovrebbe facilitare in un secondo tempo la marcatura dei lumen sulle lampade. Ricorderò che le lampade per servizio d'illuminazione comune che si trovano sul mercato italiano, sieno esse fabbricate in Italia o importate dall'estero, portano oltre la marcatura dei volt a cui debbono funzionare, l'indicazione delle candele se si tratta di lampade al vuoto e l'indicazione dei watt assorbiti se si tratta di lampade in atmosfera gasosa. Tali sono anche le designazioni e classificazioni adottate nei cataloghi e listini.

L'origine di questa diversità di classificazione per le lampade al vuoto e per le lampade al gas può forse spiegarsi pensando che l'indicazione delle candele marcate sulle lampade al vuoto, che apparvero sul mercato prima delle lampade al gas, non rappresenta l'intensità media sferica, ma l'intensità media orizzontale, che in genere per le usuali lampade con filamento a zig-zag è 1,25 volte l'intensità media sferica, in tal modo l'indicazione delle candele come fatta sinora rappresenta l'intensità massima e non la media. E' ovvio lo scopo commerciale, non del tutto lodevole di tale sistema. Nelle lampade in atmosfera gasosa le quali hanno il filamento spiralizzato e disposto in forma d'anello, l'intensità orizzontale (al contrario in quanto si verifica nelle lampade nel vuoto con filamento a zig-zag), è inferiore alla intensità media sferica. In genere la media orizzontale è l'85 % della media sferica. Ne viene quindi che volendo adottare la classificazione in candele per le lampade in atmosfera gasosa, era necessario, o usare per uniformità anche per queste l'indicazione dell'intensità media orizzontale, ed in tal caso deprezzare il valore della nuova lampada in atmosfera gasosa, il cui rendimento in watt per candela non avrebbe allora figurato

bene in confronto al rendimento delle comuni lampade al vuoto; od adottare l'intensità media sferica, sia per le lampade in atmosfera gasosa che al vuoto, ed in questo caso aumentare la potenza dei vari tipi di lampade al vuoto onde poter mantenere inalterate le solite designazioni 10, 16, 25, 32, 50, ecc. candele a cui il consumatore è abituato. Si sarebbe anche potuto adottare l'intensità media orizzontale per le lampade al vuoto e quella media sferica per le lampade al gas, oppure scegliere altre soluzioni più o meno felici, ma è facile prevedere le confusioni, gli equivoci ed i malintesi che purtroppo sono già molti allo stato attuale.

Questo forse spiega perchè per le lampade in atmosfera gassosa si è adottata la classificazione in watt, omettendo ogni indicazione dell'intensità o del flusso luminoso.

Così stando le cose, io ritengo che il primo passo che si dovrebbe fare ora, e che non importerebbe sconvolgimenti gravi né nella fabbricazione, né nel commercio, è quello di adottare un'unica classificazione per le lampade, sia al vuoto che ai gas, e precisamente la classificazione in watt. In altre parole la serie normale di lampade al vuoto che è ora 5, 10, 16, 25, 32, 50 candele dovrebbe essere sostituita colla serie 10, 15, 25, 40, 60 watt, questa serie essendo ormai adottata nelle principali nazioni europee.

Questa trasformazione porterebbe a mio avviso vari vantaggi e anzitutto abolirebbe l'indicazione alquanto vaga delle candele. Prescindendo dal fatto che la candela non dà per sé stessa un'idea del flusso totale della lampada, occorre tener presente la grande varietà dei paesi di origine in cui sono fabbricate le lampade che si trovano sul mercato.

Nei vari paesi può essere in uso come unità di intensità luminosa, o la candela Hefner, o la Internazionale, o la Carcel o altre, ed ancora colla semplice indicazione « candela » in un paese vi è l'uso di sottintendere che si tratta della media orizzontale, in altri della media sferica, in un altro della direzione in cui l'intensità è massima e così via, di modo che il consumatore non può formarsi un'idea esatta delle caratteristiche della lampada che acquista dalle indicazioni delle candele. Ne consegue anche che lampade di diversa origine, pur portando la stessa indicazione di candele, non sono paragonabili tra loro. La classificazione in candele inoltre può permettere a fabbricanti poco scrupolosi di giocare sull'equivoco delle unità, e questo purtroppo si è riscontrato nella pratica. E' ovvio che non è facile, non solo per il comune consumatore, ma anche per i commercianti di lampade, di controllare l'esattezza del valore delle candele indicate sulle lampade che acquistano, mentre adottando la classificazione in watt ben più facile ne è il controllo.

Ciò premesso, appare evidente che se i fabbricanti di lampade dovessero ora dar corso al voto del Congresso di Spezia dell'A. E. I. ed indicare il valore dei lumen sulle lampade mantenendo la classificazione attuale in candele risulterebbero dei valori disparati, per lampade di diversa origine pur avendo esse la stessa designazione di candele nominali ed è facile prevedere quale confusione ne deriverebbe per i consumatori. Adottando invece la classificazione in watt per tutte le lampade si otterrebbe anzitutto un'uniformità nella serie delle lampade dei vari fabbricanti ed in pari tempo si adotterebbe un'unità alla quale il consumatore è già in parte abituato. Ciò faciliterebbe in seguito l'indicazione dei lumen sempre mantenendo i watt come indicazione e classificazione base agli effetti di distinguere i vari tipi di lampade. In tal modo il pubblico meglio si adatterebbe a questa specie di evoluzione nella denominazione delle lampade. In altre parole, delle tre grandezze: watt, volt e lumen che individuano una lampada si avrebbe marcato sulla lampada in un primo tempo i watt ed i volt ed in seguito i lumen.

La classificazione in watt rimarrebbe quella che caratterizza la lampada anche agli effetti commerciali nel senso che la serie dei tipi sarebbe: 10, 15, 25, 40, 60, 75, ecc. watt.

Sino a che si continuerà colla classificazione delle candele, come base, dirò commerciale, nella designazione e nei prezzi delle lampade, io ritengo che ben difficilmente si progredirà verso l'indicazione dei lumen, come giustamente è reclamata dai tecnici. Da ultimo occorre ricordare che la classificazione delle lampade in watt facilita anche il calcolo delle condutture e delle macchine che devono alimentare determinati impianti luce e costituisce anche una base più esatta delle candele per i contratti di distribuzione di energia a forfait, così pure per la tassa monopolio sulle lampade e per la tassa erariale sull'energia a scopo di luce.

La classificazione delle lampade in watt per tutti i tipi, comprese le comuni lampade al vuoto, è stata ormai adottata nei principali paesi: Stati Uniti, America del Sud, Inghilterra, Germania, Francia, Belgio, Olanda ed altri ancora ed io non

vedo alcuna obiezione seria perchè anche da noi non si faccia altrettanto. Purtroppo sono le abitudini che ci fanno continuare su un sistema di classificazione che se era giustificato al sorgere della lampada quando cioè esistevano solo le lampade a carbone, non ha alcuna ragione d'essere oggi.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Linee americane a 220 kV.

Riceviamo:

In relazione alle grandi linee di trasmissione americane a 220.000 volt, ritengo interessante comunicare una breve statistica sulle linee effettivamente in esercizio o in costruzione a tale tensione in America a tutto l'ottobre 1926.

Da tale statistica potrà rilevarsi come la tensione di 220.000 volt, adottata per la prima volta nel 1921 dalla « Pacific Gas e Electric Co. » e nel 1922 dalla « Southern California Edison Co. », sia stata in quest'ultimo anno adottata da altre tre Società di esercizio per le loro grandi linee di trasmissione.

IMPIANTI A 220.000 VOLT:

Pacific Gas e Electric Co.	anno 1921
Southern California Edison Co.	» 1922
Great Western Power Co.	» 1926
Feather River Power Co.	» 1926
Pennsylvania Power e Light Co.	» 1926
Susquehanna Power Co.	» 1928

Potrà riuscire anche interessante una statistica sul numero e potenza dei trasformatori installati o in costruzione a tutto l'ottobre 1926.

La statistica si riferisce alle due Case americane che sole hanno costruito apparecchi per tale tensione.

WESTINGHOUSE		GENERAL ELECTRIC Co.	
Pacific Gas e Electric Co.			
Installati	kVA	Installati	kVA
1921	7-16.667	1921	7-16.667
1924	10- 9.000	1922	3-16.667
1925	4-13.333		
Totale 260.000		Totale 166.667	
Southern California Edison Co.			
1922	7-19.500	1922	Totale 216.000
1922	6-36.700		
1926	4-25.000		
in costruzione		in costruzione	
1926	4-33.333	1926	4-30.000
1926	7-25.000	1926	7-20.000
Totale 765.000		Totale 476.000	
Pennsylvania Power e Light Co.			
		1926	4-16.667
		1926	4-25.000
		Totale 166.667	
Great Western Power Co.			
		in costruzione	
		1926	4-30.000
		1926	7- 8.333
		Totale 178.333	
Susquehanna Power Co.			
		in costruzione	
		1926	13-26.667
		Totale 347.000	

Si ha quindi un totale di 2.359.000 kVA di cui 1.098.000 kVA installati ed in esercizio.

Ringraziando dell'ospitalità, dev.mo

Ing. E. CIAVARELLI.

* *

Su di un nuovo tipo di raddrizzatore.

Riceviamo:

L'Ing. Senigalliesi nel N. 26 di codesto periodico ha pubblicato un resoconto di esperimenti su certi raddrizzatori concludendo su una notevole importanza del valore della frequenza nello stabilire il valore della corrente raddrizzata.

Ma, stando a quanto soltanto si legge nella sua pubblicazione, la prova di ciò non sarebbe raggiunta. Egli non dice se misurava ogni volta anche la intensità della corrente alternativa usata per prenderla a base dei confronti; nè se vi erano armoniche, ecc. A quanto pare egli avrebbe misurata tale corrente solo qualche volta. Non risulta insomma che egli si sia preso cura di constatare che quando modificava le condizioni del generatore delle oscillazioni per modificare la frequenza non veniva anche a modificare il valore della potenza messa in gioco.

Prof. P. BARRECA.

*

L'Ing. Senigalliesi così risponde:

Il prof. Barreca richiede giustamente nella sua lettera la misura dei valori della potenza col variare delle condizioni del generatore, misure che non erano nell'indole del mio lavoro che è essenzialmente qualitativa e non quantitativa tanto che non ho riportato le scale dei grafici ma ne ho dato solamente l'andamento generale.

Ad ogni modo sperimentando ad accensione costante inserendo nel circuito secondario la resistenza costante di 2000 Ω oltre quella del trasformatore, del telefono e del galvanometro al variare della frequenza da suono bassissimo od acutissimo si aveva una variazione di intensità di corrente nel galvanometro indicata da 6 mm. per frequenze bassissime a 18 mm. per frequenze acutissime.

Poichè la scala è quadratica l'intensità efficace variava nel rapporto da 1 a $\sqrt{3}$ e per quanto si è potuto qualitativamente osservare, con regolarità. Come si vede la curva di variazione della potenza è completamente diversa da quelle ottenute con il raddrizzatore e non può dar ragione di queste e dell'inversione del raddrizzamento che si osserva nei vari diagrammi.

Ing. D. SENIGALLIESI.

:: Sunti e Sommari ::

ELETTROFISICA.

HERBERT E. IVES — **Cellule fotoelettriche a metalli alcalini.** (The Bell System Technical Journal, Vol. V, N. 2, aprile 1926, pag. 320).

Nella trasmissione elettrica della fotografia a distanza i diversi sistemi, che oggi si adottano, sono in sostanza fondati tutti sullo stesso principio: la variazione dell'intensità della corrente elettrica sotto l'azione delle variazioni di luce, prodotte dalle immagini da trasmettere. I sistemi finora seguiti sono tre: il primo, che si potrebbe chiamare fotomeccanico, utilizza speciali processi fotografici per produrre una struttura meccanica, che può essere adoperata o per aprire e chiudere il contatto della linea o per produrre il movimento di qualche elemento capace di dar luogo a correnti variabili; il secondo utilizza le variazioni di resistenza elettrica a cui vanno soggette, sotto l'azione della luce, alcune sostanze fotosensibili come il selenio, ed il terzo utilizza invece le cellule fotoelettriche vere e proprie e cioè quei dispositivi che danno luogo ad emissione elettronica sotto l'azione di radiazioni luminose.

Nello sviluppo commerciale di questi diversi metodi un requisito fondamentale è la rapidità con la quale la trasmissione avviene e perciò, a parità di altre condizioni, la scelta cadrà su quel sistema che richiede il minimo tempo per la trasformazione delle azioni luminose in effetti elettrici. Per questa ragione i metodi fotomeccanici non hanno incontrato molto favore. La preparazione della struttura dell'immagine con linee e punti o con un processo di rilievo fotografico richiede infatti non meno di due ore e produce ritardi che vanno a grave discapito dei vantaggi che può offrire la trasmissione elettrica sopra i moderni mezzi di trasporto quale l'aeroplano. Scartato perciò senz'altro questo sistema l'A. passa all'esame dei dispositivi fotosensibili e cioè delle fotoresistenze e delle cellule fotoelettriche.

Quali sono i principali requisiti che si richiedono a questi dispositivi?

1) Il sistema sensibile alla luce dovrebbe rispondere per quanto è possibile istantaneamente alla sua azione.

2) L'effetto elettrico dovrebbe essere proporzionale all'illuminazione.

Siccome queste caratteristiche non si riscontrano in misura soddisfacente nelle fotoresistenze, il campo è necessariamente limitato alle cellule fotoelettriche, che meglio rispondono ai due requisiti accennati. Le cellule fotoelettriche sono però meno sensibili alla luce delle migliori fotoresistenze, che oggi si possono ottenere, ma ciò non costituisce più un difetto degno di rilievo grazie all'adozione delle valvole amplificatrici a più elettrodi.

Dimostrata quindi la superiorità del sistema a cellule fotoelettriche sugli altri metodi, l'A. dedica il suo studio alle principali caratteristiche di questi dispositivi e precisamente a quelle delle cellule fotoelettriche a metalli alcalini, che meglio rispondono alle necessità del problema. Vale la pena di riassumere ampiamente questo studio, perchè le cellule fotoelettriche, oltre all'applicazione accennata dall'A., trovano oggi largo impiego in molte altre applicazioni tecnico-scientifiche.

Caratteristiche generali di una cellula fotoelettrica. — Una cellula fotoelettrica è costituita da un bulbo di vetro ermeticamente chiuso, contenente gas inerte a bassa pressione, e munito di due elettrodi di cui uno è di materiale fotosensibile. Nella cellula schematica rappresentata in fig. 1, K è il materiale fotosensibile (catodo), per es. un me-

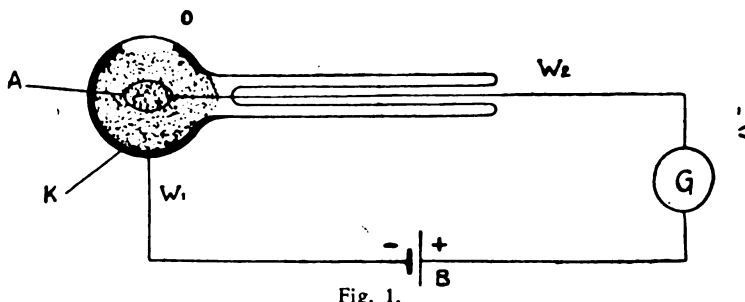


Fig. 1.

tallo alcalino come il potassio, che viene spalmato sulla parete interna del bulbo e A è l'anodo che, come è mostrato in figura, è costituito da un semplice anello di metallo. Se si applica fra i due elettrodi una determinata differenza di potenziale mediante la batteria B la corrente non passa finchè la cellula è mantenuta nell'oscurità; comincia invece a passare quando la luce batte sul catodo entrando attraverso alla finestratura trasparente O.

I fattori da cui dipende questa corrente, registrata dal galvanometro G, sono molteplici, per cui oltre alla natura ed all'intensità delle radiazioni luminose incidenti ed alla differenza di potenziale applicata, per uno studio completo bisogna considerare anche gli elementi strutturali della cellula e cioè: il materiale fotosensibile che costituisce il catodo, il trattamento al quale questo catodo è stato sottoposto, la composizione e la pressione dell'atmosfera gassosa e la forma e la disposizione dei vari elementi costitutivi della cellula. Infine bisogna anche considerare altre variabili fisiche che influiscono sul funzionamento della cellula e in particolar modo la temperatura.

L'A. esamina l'influenza di questi diversi elementi e incomincia col distinguere le cellule, a seconda della loro struttura, in cellule ad anodo centrale e cellule a catodo centrale. Come dice la denominazione stessa, mentre nelle prime il materiale fotosensibile è spalmato sulla parete interna e l'anodo occupa una posizione centrale (fig. 1) nelle seconde le posizioni degli elettrodi risultano invece invertite.

Cellule a catodo centrale. — Queste cellule hanno molto importanza per lo studio teorico dei fenomeni fotoelettrici. Le caratteristiche

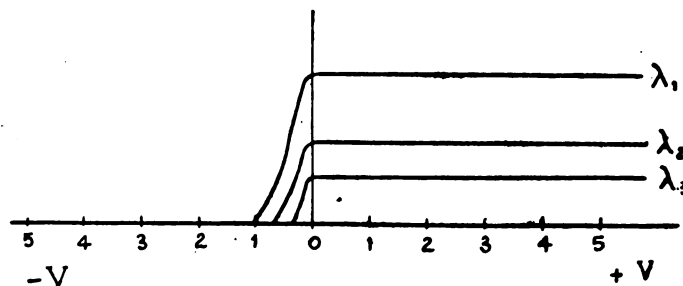


Fig. 2.

della fig. 2 indicano, per una cellula a catodo centrale a vuoto spinto, il modo di variare della corrente in funzione della tensione anodica applicata quando cadono sul materiale fotosensibile radiazioni luminose d'intensità costante, ma di lunghezza d'onda diversa ($\lambda_1 < \lambda_2 < \lambda_3$). Dall'esame di queste caratteristiche risulta che la corrente fotoelettrica comincia per un valore negativo ben definito del potenziale acceleratore V che varia con la lunghezza d'onda della luce incidente e che precisamente è tanto più elevato quanto più piccola è la λ della radiazione eccitante. Man mano che si diminuisce il potenziale negativo V, la corrente fotoelettrica aumenta fino a raggiungere il massimo quando la differenza di potenziale applicata diventa zero. A questo punto si raggiunge la saturazione, e ciò significa che il campo applicato non penetra ad una profondità apprezzabile nel materiale fotosensibile.

Le caratteristiche riportate nella fig. 2 hanno avuto parte importantissima nello sviluppo della teoria fotoelettrica e particolarmente in quello della teoria dei quantum.

Se V è la tensione applicata alla cellula, e la carica di un elettrone, h la costante quantum, f la frequenza della luce incidente, si verifica, come è noto dagli studi di Einstein e Millikan, la seguente relazione:

$$eV = h(f - f_0),$$

dove f_0 è la frequenza limite corrispondente al limite dell'onda lunga oltre la quale l'emissione fotoelettrica non ha più luogo. Se m è la massa di un elettrone e v la sua velocità, la precedente relazione si può anche scrivere sotto la forma:

$$\frac{1}{2} m v^2 = h(f - f_0).$$

Da questa espressione risulta evidente, che più grande è l'intervallo fra la frequenza della luce incidente e la frequenza limite e più grande è la velocità di emissione degli elettroni.

Quando, invece di praticare un vuoto molto spinto, s'introduce nella cellula un'atmosfera di gas a bassa pressione (pochi decimi di millimetro di mercurio) le condizioni di saturazione tipiche che si manifestano nella cellula a vuoto spinto per forti tensioni positive non si verificano più. La corrente fotoelettrica subisce invece un aumento, dovuto alla ionizzazione che vien provocata dalla collisione degli elettroni con le molecole del gas. Con l'aumentare della tensione anodica applicata la corrente aumenta nel modo indicato dalla caratteristica della

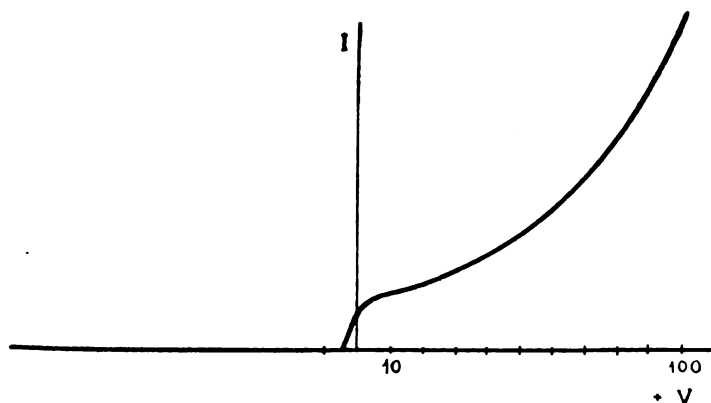


Fig. 3.

fig. 3, finché per un certo valore, che è caratteristico per ciascuna qualità di gas, l'atmosfera gassosa si lascia attraversare da una scarica elettrica visibile.

L'effetto amplificatore dell'atmosfera gassosa aumenta con la pressione del gas sino ad un massimo e poi diminuisce. Il valore ottimo di questa pressione dipende sia dalle qualità del gas, sia dalle dimensioni della cellula e risulta in generale di qualche decimo di millimetro di mercurio. Cambiando l'illuminazione della cellula la corrente varia proporzionalmente e cioè la relazione fra l'illuminazione e la corrente è lineare.

La variazione è lineare, del resto, oltre che nelle cellule a gas anche in quelle a vuoto spinto purché non vi siano superficie di vetro libere sulle quali le cariche possano accumularsi. Ad es. se la finestra è troppo grande essa può caricarsi e produrre un'incurvatura apprezzabile nel diagramma che lega illuminazione e corrente.

Cellule ad anodo centrale. — Nelle cellule aventi un anodo centrale relativamente piccolo, la relazione fra V e I differisce notevolmente da quella delle cellule a catodo centrale, perché sono necessarie grandi d.d.p. per raggiungere la saturazione. Anche qui bisogna distinguere le cellule a vuoto spinto da quelle contenenti gas a bassa pressione. Nella fig. 4 sono riportate le caratteristiche tipiche per onda

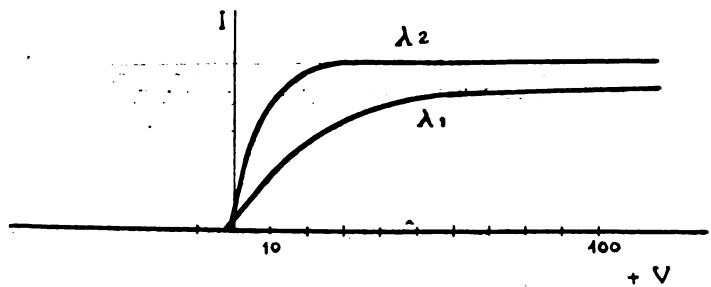


Fig. 4.

corta (λ_1) ed onda lunga (λ_2) in una cellula a vuoto spinto costituita da un anodo sferico e da un catodo sferico concentrico. Da esse appare che il potenziale col quale si raggiunge la saturazione varia col variare della lunghezza d'onda.

Quando s'introduce il gas nella cellula ad anodo centrale, l'applicazione di una tensione superiore a un certo limite provoca la ionizzazione per collisione e la caratteristica volge in su verso l'asse della

corrente come è indicato nella fig. 5. Anche qui, come nel caso delle cellule a catodo centrale, la corrente aumenta con la tensione, finché si raggiunge il valore critico, per il quale si inizia la scarica. La relazione fra corrente e illuminazione è lineare come nelle cellule a catodo centrale.

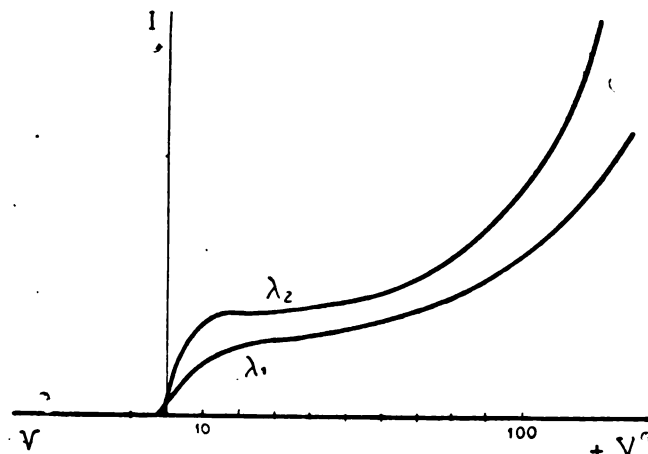


Fig. 5.

Influenza della natura delle radiazioni. — La corrente fotoelettrica dipende anche dall'angolo d'incidenza, dal piano di polarizzazione e dal colore o lunghezza d'onda della luce incidente. Questa dipendenza è però strettamente legata alla scelta del materiale fotosensibile ed allo stato della sua superficie. Per separare gli effetti delle singole variabili della luce incidente, è necessario studiare in un primo tempo le proprietà di superficie otticamente piane o speculari di materiale fotosensibile. Vediamo come si comportano queste superficie levigate, quando la luce incidente è polarizzata e quando la luce varia di lunghezza d'onda.

Influenza del piano di polarizzazione. — Quando la luce fa un grande angolo d'incidenza con la superficie speculare le due condizioni estreme di polarizzazione sono quelle nella quale il vettore elettrico giace nel piano d'incidenza e quella nella quale esso giace perpendico-

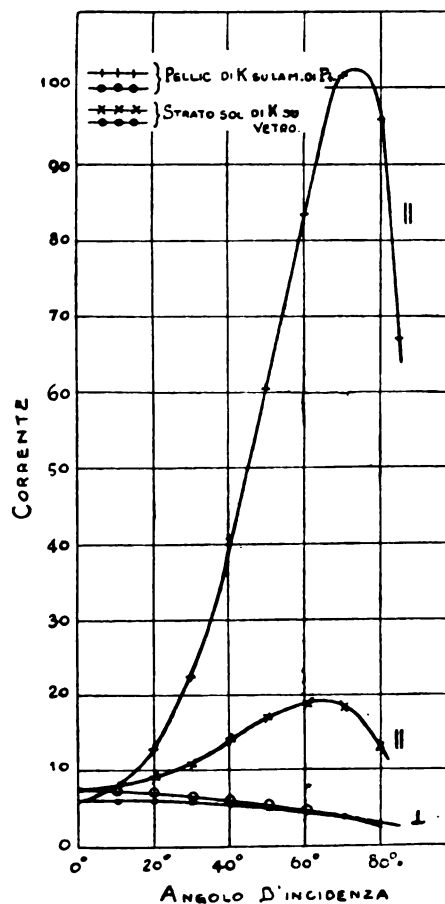


Fig. 6.

lamente a questo piano. Nel primo caso il vettore elettrico ha una componente perpendicolare alla superficie; nel secondo caso esso giace parallelamente alla superficie. È noto che la quantità di luce assorbita è in generale massima quando il vettore elettrico è nel piano di incidenza; di conseguenza poiché l'emissione fotoelettrica deve essere principalmente attribuita all'assorbimento della luce incidente è da at-

tendersi che la corrente fotoelettrica sia maggiore per la luce polarizzata col vettore elettrico nel piano di incidenza. Ciò è quanto precisamente si verifica, ma mentre il rapporto fra gli assorbimenti di luce, corrispondenti alle due posizioni limite del piano di polarizzazione, per un angolo di incidenza ad es. di 60° , non supera per qualunque metallo alcalino il valore di 4, il corrispondente rapporto fra le correnti fotoelettriche prodotte può assumere valori assai maggiori, ossia dell'ordine di $20 \div 30$.

Esempi tipici dell'influenza del piano di polarizzazione sull'effetto fotoelettrico sono mostrati nella fig. 6, dove il simbolo ($\parallel$) indica che il vettore elettrico giace nel piano d'incidenza ed il simbolo ($\perp$) che esso è perpendicolare a questo piano.

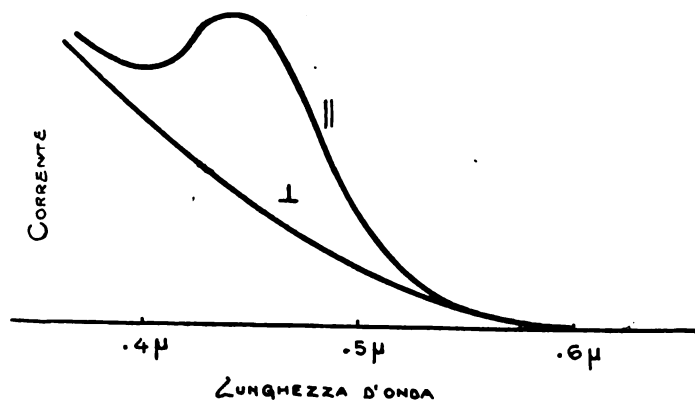


Fig. 6.

Influenza della lunghezza d'onda. — Il modo di variare della sensibilità della cellula per radiazioni luminose monocromatiche di eguale intensità ma di diversa lunghezza d'onda è dato dalle curve della figura 7 in cui i simboli ($\parallel$) e ($\perp$) hanno gli stessi significati sopra convenuti. L'emissione fotoelettrica è completamente assente al di là di una certa λ che costituisce il limite delle onde lunghe e cresce invece gradualmente verso le onde corte e cioè verso l'estremità azzurra dello spettro. Mettendo in relazione queste curve con quelle della fig. 6 si può dedurre la conclusione generale che l'aumento di emissione con luce avente il vettore elettrico nel piano d'incidenza è dovuto in gran parte alle radiazioni comprese entro una ristretta regione dello spettro.

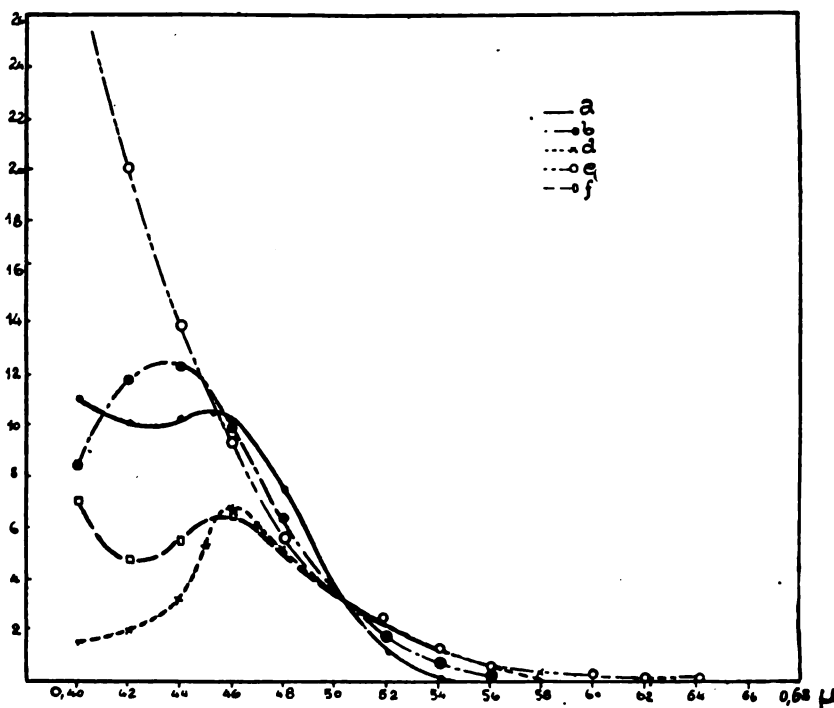


Fig. 7.

Il valore della lunghezza d'onda, a cui corrisponde il massimo di emissione, non solo varia col variare del metallo alcalino impiegato, ma dipende anche dal modo col quale si ottiene la superficie speculare. Questo valore ottimo di λ pare sia dovuto a qualche fenomeno di risonanza e la variazione della sua posizione attraverso lo spettro a seconda del metodo di preparazione della superficie è connessa in modo non ancora ben conosciuto con lo stato di aggregazione del metallo alcalino col materiale della superficie sottostante, su cui la sostanza fotosensibile viene spalmata.

L'emissione fotoelettrica delle superficie non levigate. — Con superficie ruvide il piano di polarizzazione della luce incidente non ha più significato. Non si verifica quindi alcuna differenza apprezzabile nella emissione totale quando il piano di polarizzazione cambia. La

emissione poi, oltre che dagli elementi già esaminati, dipende qui anche dal grado di ruvidezza e dal metodo di preparazione della superficie. Operando su cinque cellule al potassio, che differivano soltanto per il metodo di preparazione delle superficie fotosensibili, si ottennero le caratteristiche riportate in fig. 8. Da esse risulta per ciascun elemento il modo di variare dell'emissione in corrispondenza delle diverse lunghezze d'onda della luce incidente. Finora non è stato possibile preparare cellule fotoelettriche di questo tipo aventi fra di loro proprietà eguali.

Influenza del materiale fotoelettrico e del suo trattamento. — La sensibilità fotoelettrica è perfettamente definita per ciascun metallo alcalino, perchè essa è strettamente legata al grado di elettropositività del metallo, quale risulta dalla tabella periodica degli elementi. Con la natura del metallo, oltre al valore assoluto dell'emissione, varia anche l'estensione della zona di sensibilità rispetto allo spettro. Questa progredisce in modo regolare dal sodio, che allo stato puro non è sensibile al di là di $0,58 \mu$, attraverso al potassio e al rubidio fino al cesio, che è fotoelettricamente sensibile anche in prossimità degli infrarossi. Gli estremi esatti della sensibilità rispetto allo spettro dipendono anche dal carattere della superficie e dal suo trattamento. L'A., dopo aver accennato all'aumento di sensibilità, che si ottiene con la colorazione della superficie mediante una scarica in un'atmosfera di idrogeno, si occupa degli effetti della temperatura nell'emissione elettronica. Siccome questi effetti sono sensibili soltanto per grandi variazioni di temperatura, che non si verificano nel pratico impiego delle cellule, si rimanda per questa parte all'originale.

L'A. chiude il suo studio con un accenno ai metodi di preparazione e di costruzione delle cellule adoperate oggi nella trasmissione delle fotografie a distanza.

G. Lu.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

F. MARZOLO — La nuova turbina da 24 000 kW per il Velino. (L'Energia Elettrica, agosto 1926, pag. 661).

L'installazione di questo nuovo gruppo nella centrale Papigno-Velino della Società Terni, fa parte del piano di riorganizzazione del sistema di impianti idroelettrici della Terni.

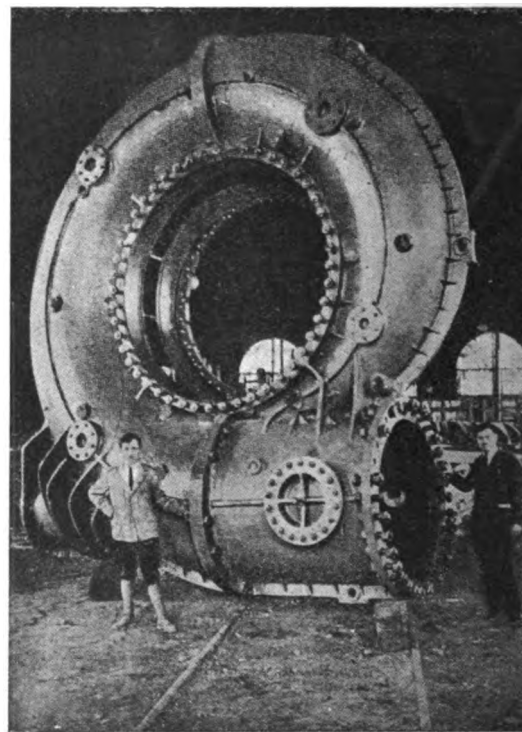


Fig. 1. — Spirale per la turbina da 24000 kW.

Le centrali Papigno-Velino, Collestatte, Pennarossa e Cervara esistevano già nel 1920, ma furono parzialmente rimodernate. La centrale Marmore entrò in servizio nel 1922. A questi impianti si aggiunse, oltre il gruppo di cui qui è parola, l'utilizzazione come bacino settimanale del Lago di Piediluco e di un tratto del Velino, mediante installazione di una grande paratoia Stony sul fiume stesso. Sono previsti dei serbatoi stagionali, sul corso superiore del Velino.

La centrale Papigno-Velino conteneva quattro gruppi con turbina ad asse orizzontale e ruota semplice a sbalzo, da 7200 kW.

La nuova turbina, costruita dalla Società An. De Pretto-Escher Wyss di Schio, è ad asse verticale, per un salto di 190 m con velocità di 450 o 500 giri. Si è ridotta così al minimo l'altezza di aspirazione per evitare erosioni di origine chimica al dorso delle pale, e si è tenuta bassa la velocità per limitare l'erosione meccanica da parte della finissima sabbia silicea che le acque tengono in sospensione.

Il piano mediano della ruota dista dal livello di scarico di circa un metro. Anche l'altezza complessiva del gruppo si dovette ridurre al minimo per non alterare il pavimento della sala, e il piano della grue esistente.

La ruota della turbina può essere rimossa facendola passare attraverso lo stator dell'alternatore. La sospensione dell'albero motore è del noto tipo a pellicola d'olio, dove la pressione è assicurata dalla stessa adesione dell'olio all'albero ruotante, essendo la corona mobile e l'anello portante immersi in cassa d'olio. L'anello inferiore è

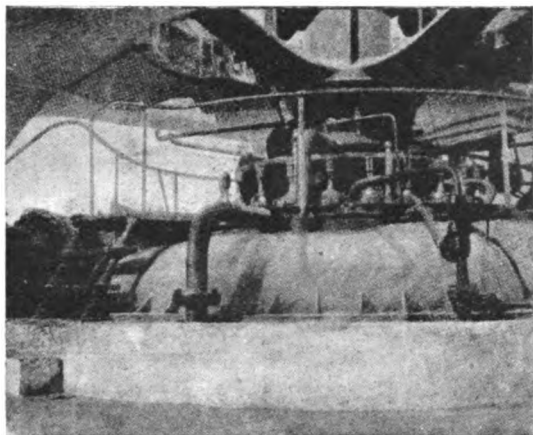


Fig. 2. — Turbina da 24.000 kW in posto.

diviso in segmenti, da scanalature radiali; la superficie di ogni segmento è da una parte leggermente inclinata e poi finisce parallela alla superficie dell'anello superiore. La pellicola d'olio permane anche durante i periodi di arresto, ciò che rende superflua l'installazione di compressori ausiliari. La sospensione sopporta un peso di 110 tonnellate. L'olio è raffreddato mediante sistema di circolazione e non supera i 60° per una temperatura ambiente di 32°.

Il premistoppa dell'albero è a labirinto con aspirazione per l'espulsione eventuale dell'acqua.

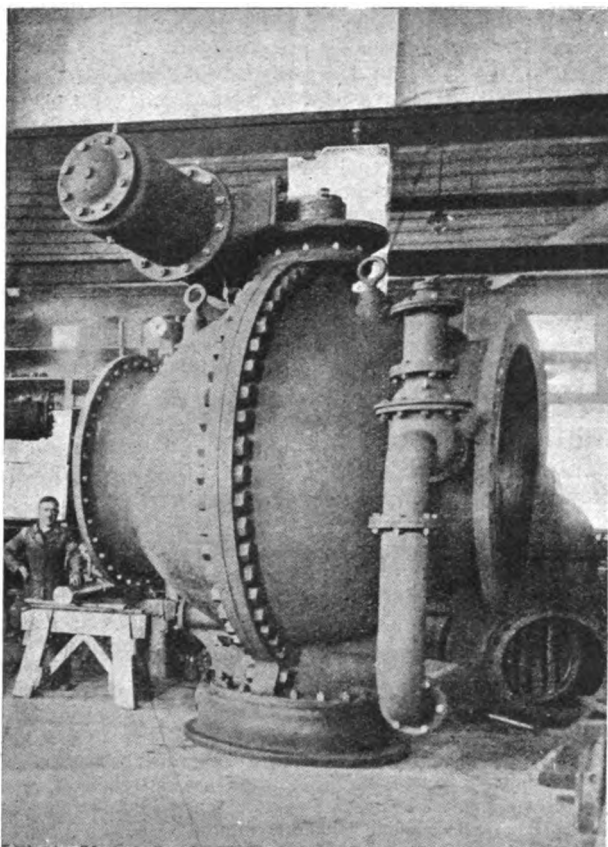


Fig. 3. — Valvola rotativa per la turbina da 24.000 kW.

La ruota in bronzo speciale, è munita di anelli di protezione ricambiabili e di cappello di bronzo pel bullone terminale di fissaggio. Ogni coperchio della turbina è registrabile a misura che il gioco della corona della ruota aumenta in causa della corrosione.

Il regolatore è del tipo universale Escher Wyss, con arresto nel caso di mancato funzionamento del regolatore. La turbina è provvista di scarico sincrono.

A monte della turbina è montata una valvola rotativa, che in posizione di apertura non dà luogo ad alcuna discontinuità di sezione,

avendo il corpo della valvola la conformazione di un tratto di tubo della condotta. Per la chiusura questo corpo è fatto ruotare e sulla fronte a valle di esso viene a trovarsi una piastra di tenuta, portata dal corpo ruotante con un certo giuoco. A valvola chiusa la pressione dell'acqua viene trasmessa allo spazio fra corpo rotativo e piastra che viene così mantenuta aderente alla sua sede.

Per l'apertura, si mette in larga comunicazione questo spazio colla condotta a valle, togliendo così la pressione alla piastra.

Le garanzie di funzionamento della turbina, in funzione da sei mesi, sono le seguenti:

carico	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
giri 450	$\eta = 85\%$	86%	80%
» 500	$\eta = 84\%$	86%	79%

Il numero dei giri caratteristico è di 100 a 110 circa.

R. S. N.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

M. OSNOS — **Metodi di misura della resistenza d'aereo.** (Zeitschr. f. Hochfrequenztechnik, 1925, Vol. 26, N. 1, pag. 10).

E' noto che si può misurare la resistenza efficace complessiva di un circuito accordato dal rapporto delle correnti nel circuito indut-

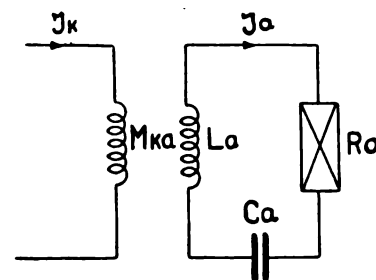


Fig. 1.

tore e nel circuito secondario e dall'accoppiamento reciproco. Sia I_a (fig. 1) la corrente di risonanza nel secondario, I_k quella nel primario, R_a la resistenza cercata, definita dalla relazione:

$$R_a = \frac{\sum \text{perdite}}{I_a^2},$$

ω la frequenza di risonanza. Allora:

$$R_a = \frac{E}{I_a}$$

dove E è la f. e. m. indotta nel secondario. Si inserisca poi in quest'ultimo una resistenza nota R_x allora sarà:

$$R_a + R_x = \frac{E}{I_a},$$

oppure:

$$R_a = R_x \cdot \frac{1}{\frac{I_a}{I_a'} - 1}$$

Però nelle misure eseguite con questo metodo si trovano spesso dei risultati inverosimili. Questa formula vale soltanto se la E è rimasta invariata e se il secondario è nella condizione di risonanza. Gli errori possono quindi essere dovuti ad imperfetto accordo del secondario. In tal caso il rapporto fra corrente secondaria e corrente primaria, è notoriamente:

$$\frac{I_a}{I_k} = \frac{\omega M_{ka}}{\sqrt{R_a^2 + \left(\omega L_a - \frac{1}{\omega C_a}\right)^2}}$$

Nella condizione di risonanza $\left(\omega L_a = \frac{1}{\omega C_a}\right)$ il rapporto $\frac{I_a}{I_k}$ ha un

massimo ben distinto e conseguentemente il suo reciproco $\frac{I_k}{I_a}$ un minimo. Raggiunto questo minimo mediante la variazione delle costanti del circuito ovvero della frequenza impressa la resistenza è definita dalla:

$$R_a = \omega M_{ka} \left(\frac{I_k}{I_a}\right)_{\min}$$

Siccome il coefficiente di mutua induzione non può venir esattamente misurato si sostituisce con vantaggio l'accoppiamento galvanico all'accoppiamento induttivo, nel qual caso il tratto comune di induttanza dei due circuiti può venir esattamente misurato. Lo schema è quello

della fig. 2, in cui si varia l'accordo del secondario fino a render minimo il rapporto I_k/I_a e poi si applica la formula ora riportata.

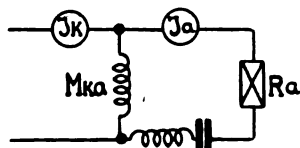


Fig. 2.

Il metodo descritto è valido per apparati con circuito intermedio; il metodo seguente invece permette la misura anche nel caso che non ci sia alcun circuito intermedio. Nella fig. 3 è rappresentata un'an-

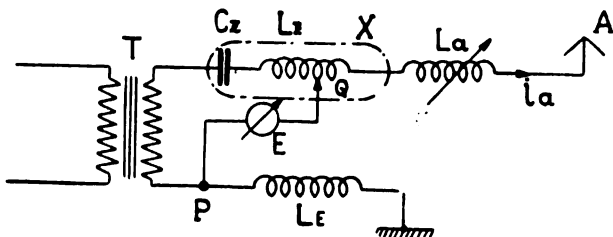


Fig. 3.

tenna la cui resistenza deve venir misurata. Noi inseriamo tra il trasformatore e l'antenna un complesso approssimativamente accordato $C_x L_x$ e deriviamo un voltmetro tra P e diversi punti di L_x . Troviamo un punto Q per cui la tensione E ha un minimo (E_{min}) allora sarà :

$$r_a = \frac{E_{min}}{i_a}$$

Perchè essendo il circuito d'antenna approssimativamente accordato, e la resistenza del trasformatore prevalentemente induttiva il tratto $L_x L_a C_x$ deve avere una resistenza capacitiva ρ . L'introduzione di $L_x C_x$ non cambia niente. Si può perciò prendere una parte XQ di L_x la cui resistenza induttiva sia $r_x = -\rho$ allora la tensione deve avere un minimo uguale alla caduta ohmica dell'antenna se questa è abbastanza grande e può essere regolata in modo da riportare il sistema alla risonanza dopo l'inserzione di C_x (fig. 4).

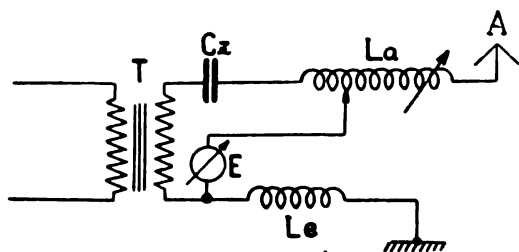


Fig. 4.

Il metodo può venir applicato naturalmente anche ai circuiti intermedi, si misura allora la resistenza ohmica dell'antenna e del circuito intermedio. Si può anche così estendere la misura a interi complessi.

Infine l'A. menziona un metodo che si adatta particolarmente se si ha un circuito intermedio, nel quale il coefficiente di mutua induzione non è ben definito.

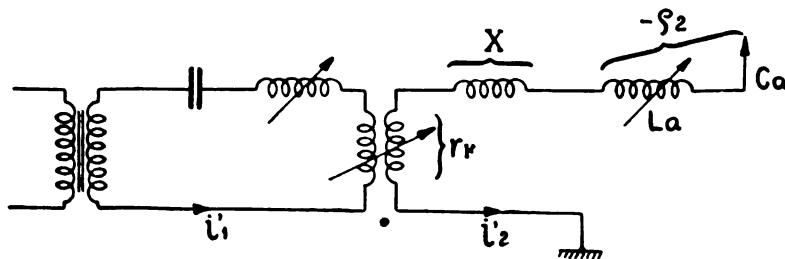


Fig. 5.

Accordiamo il circuito d'antenna (fig. 5), allora sarà :

$$r_k - r_2 = 0$$

ed il quoziente $\frac{i_2}{i_1}$ avrà un massimo che indicheremo con $\sqrt{a}$ in modo che :

$$\frac{i_2^2}{i_1^2} = a = \frac{r_k^2}{r_1^2}$$

formola che si deriva facilmente partendo dalle equazioni generali dei due circuiti. Inseriamo poi nel circuito di antenna una resistenza induttiva X e leggiamo i nuovi valori i_1' e i_2' senza variare il resto del circuito. Il nuovo valore del rapporto $\frac{i_2'}{i_1'}$ sia $\sqrt{a'}$ allora è :

$$a' = \frac{i_2'^2}{i_1'^2} = \frac{r_k^2}{x^2 + r_1^2}$$

Dalle due equazioni ricaviamo la resistenza d'antenna :

$$r = x \sqrt{\frac{a'}{a - a'}} = \frac{x}{\sqrt{\frac{a}{a'} - 1}}$$

C. Hr.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

G. W. LENTZ — **Piccoli trasformatori per alte tensioni.** (Gen. El. Rev., aprile 1926, pag. 287).

Lungo le grandi linee di trasmissione fino a qualche tempo fa non erano stabilite sottostazioni per alimentare le piccole località attraversate, di guisa che spesso avveniva che queste, pur essendo in mezzo a reti elettriche, non potevano godere dei vantaggi dell'elettricità. Per poter fornire anche a queste località remote l'energia elettrica, senza dover ricorrere a reti di distribuzione a bassa tensione derivate da grandi sottostazioni, sono studiati i trasformatori di limitata potenza per alte tensioni fino a 110.000 volt di cui sono esposte le particolarità e le caratteristiche nell'articolo.

I trasformatori monofasi del tipo a nucleo a raffreddamento naturale studiati a questo scopo hanno gli avvolgimenti costituiti da bobine a disco del tipo concentrico, come le unità di grande potenza. Le bobine di bassa tensione sono cilindriche ed isolate dalle colonne di bobine ad alta per mezzo di cilindri di «Ercolite» con ampi canali verticali per l'olio. Le prese di regolazione della tensione sono ricavate dagli avvolgimenti a bassa, e per mezzo di commutatori del tipo normale, muniti di manovelle portate fuori coperchio, il cambio del rapporto si può eseguire facilmente e con precisione. Data la piccola potenza dei trasformatori destinati a questi servizi, è possibile adottare un'unica colonna di bobine sulla parte centrale della colonna di un nucleo normale distribuito in due parti. Di qui deriva che la corrente magnetizzante è molto bassa con piccole perdite nel ferro. La reattanza è necessariamente elevata per poter far fronte ad eventuali sforzi meccanici risultanti da corti circuiti: in causa di ciò la caduta di tensione è pure necessariamente elevata, ma questo rappresenta il migliore compromesso per assicurare la vita del trasformatore.

L'A. dopo aver così esposto le caratteristiche generali di questi trasformatori, passa a dare descrizioni più particolareggiate di varie unità costruite per casi specifici da 100 a 500 kVA.

C. G. E. (*).

TRAZIONE E PROPULSIONE.

F. GUILLOT — **Funzionamento di equipaggiamenti di comando per trazione sulle automotrici della Staten Island Rapid Transit Company.** (Gen. El. Rev., marzo 1926, pag. 184).

L'A. descrive l'equipaggiamento di comando delle novanta automotrici in servizio. La parte essenziale di esso è costituita da un controller automatico con motorino di comando, costituito di interruttori di linea, invertitori, contattori, relais di massima e di accelerazione; il tutto è montato in un'unica cassa sistemata sotto l'automotrice. I contattori principali sono azionati da una serie di camme comandate da una cremagliera e da un ingranaggio mosso ad aria compressa, il che assicura meccanicamente le sequenze nelle mosse dei contattori, senza ricorrere a sistemi elettrici di blocco. Altri due contattori comandati singolarmente da appositi cilindri ad aria compressa funzionano da interruttori di linea e vengono fatti scattare da un relais di massima. Il controller automatico è azionato da una batteria di accumulatori a 32 volt che è caricata sia dal gruppetto moto-compressore, sia direttamente dalla linea attraverso resistenze. Il controller provvede automaticamente all'accelerazione della vettura, però volendo si può eseguire anche l'accelerazione a mano ricorrendo al controller di comando della cabina del manovratore. Un relais di minima provvede poi a far scattare gli interruttori principali e a portare il controller automatico allo zero, quando la corrente venga improvvisamente a mancare. L'equipaggiamento provvede anche ad una frenatura elettrica di soccorso analoga a quella che si ha negli equipaggiamenti di comando manuali.

C. G. E.

(*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Co. Gen. di Elettricità.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

Echi dell'Esposizione di Grenoble.

Gli industriali italiani che con tanto successo parteciparono all'esposizione internazionale del Carbone bianco, tenutasi a Grenoble nell'estate dell'anno scorso (vedasi questo giornale, quest'anno, n. 3, pag. 56), vollero dare un segno tangibile della loro gratitudine all'Ing. Guido Semenza che, quale Commissario italiano, tanto e tanto efficacemente si adoperò per la felice riuscita dell'iniziativa; ed affidarono alla Signora Fausta Mengarini Nicoletti, l'incarico di ritrarre l'Ing. Semenza in un busto in bronzo. L'opera d'arte, perfetta sotto ogni punto di vista, fu presentata, insieme con una artistica pergamena, al Semenza, il 16 ottobre u. s., durante un banchetto offertogli dagli industriali promotori ed al quale volle partecipare anche S. E. Belluzzo. Il festeggiato sedeva appunto fra Sua Eccellenza ed il Sen. Mengarini, padre dell'artista.



Alle frutta parlarono l'Ing. Colombo a nome degli espositori, il Prof. Barbagelata in rappresentanza della Presidenza Generale dell'A. E. I. e del Comitato Elettrotecnico, il Sen. Mengarini e S. E. Belluzzo. A tutti rispose, felicemente come sempre, l'Ing. Semenza, visibilmente commosso per gli omaggi e per gli elogi rivoltigli.

* *

APPLICAZIONI VARIE.

Un dispositivo elettrico per scoprire i difetti interni delle rotaie ferroviarie è stato adottato nel Giappone. Un elettromagnete a ferro di cavallo abbraccia la rotaia in modo che il ferro di essa completi il circuito magnetico del magnete stesso; fra la superficie polare di esso e la superficie della rotaia si introduce una bobina che abbraccia la testa della rotaia ed ha i suoi estremi collegati agli apparecchi di misura. Facendo scorrere il magnete e la bobina lungo la rotaia, ogni imperfezione interna è rilevata da uno spostamento degli apparecchi di misura. Si può anche connettere un dispositivo di registrazione automatica o fotografica. L'apparecchio è semplice, sicuro e di rapida manovra.

*

Le proprietà termoelettriche sono state recentemente impiegate per misurare le temperature che si generano durante il lavoro nei ferri delle macchine utensili. L'utensile ed il pezzo in lavoro sono utilizzati come elementi di una coppia termoelettrica della quale si misura la forza elettromotrice. Il dispositivo, con opportuni accorgimenti, può adattarsi anche a lavorazioni rapide e brusche, come punzonature, e simili. Come apparecchio di misura è usato un galvanometro Einthoven.

ELETTROFISICA.

Un curioso caso di elettrizzazione per strofinamento è descritto nella Revue Gen. de l'Electricité del 19 giugno 1926. Si tratta di una cinghia di cuoio usata per collegare un motore da 60 kW con un generatore unipolare a 80 giri. La cinghia subiva un forte scorrimento e si elettrizzava fortemente. Per mezzo di una piccola spazzola appoggiata sulla cinghia e di un voltmetro elettrostatico, era possibile leggere la tensione in un punto qualunque della cinghia. Per velocità di cinghia di 21 metri per secondo, si poterono riscontrare tensioni fino di 80.000 V. Con un milliamperometro si osservarono correnti fino a 2 milliampere, ossia potenze dell'ordine di 160 W. Fu possibile, con questo generatore di nuovo genere azionare un tubo a raggi catodi di Brown.

*

Sugli effetti della temperatura nell'assorbimento dei raggi X da parte dei diversi materiali, sono riportate interessanti esperienze nella Physical Rev. dell'aprile 1926, pag. 373. Le esperienze furono condotte misurando le correnti di ionizzazione prodotte da due fasci di raggi X provenienti dalla stessa sorgente, e uno dei quali attraversava lo schermo in esperienza; fatte le debite correzioni per la variazione di densità del materiale e dello strato d'aria, si riscontra ancora un effetto perturbatore che è dovuto ad una variazione dipendente dalla temperatura dell'assorbimento atomico. Si esperimentò con schermi di Al, Cu, Fe, Ni, Ag, Pb. Si riconobbe per tutti i materiali che il coefficiente di assorbimento cresce pressochè linearmente colla temperatura, di circa 0,2 per cento ogni 100° fino presso alla temperatura di fusione del materiale.

IMPIANTI.

Un notevole impianto per la fornitura dell'acqua si è dovuto costruire per servizio della centrale termoelettrica di Witbank nella Colonia del Capo. La centrale nella quale sarà presto installato un primo gruppo da 20.000 kW, si trova non molto lontana dal fiume Olifants. Il fiume venne sbarrato, dieci chilometri a monte, con una diga lunga più di cinque chilometri, creando un serbatoio di circa 6.000.000 di metri cubi, destinato al servizio della centrale. L'acqua dopo aver circolato nei condensatori in centrale, viene condotta, con una tubazione di un metro di diametro, ad un sistema di raffreddamento a getti, costituito da un sistema di tubi forellati installati in una vasca ricavata scavando 80.000 m³ di terra. L'acqua raffreddata ritorna ai condensatori. Circolano all'ora più di 5.500.000 litri di acqua.

*

La nuova centrale termoelettrica di Berlino conterrà tre gruppi da 70.000 kW, con turbine a vapore a 33 atmosfere; tensione di generazione 6000 V. Saranno installate 16 caldaie da 1750 m², di diversi tipi; ogni paio di caldaie avrà un camino in lamiera alto 70 metri a tiraggio forzato. Le caldaie saranno servite a carbone polverizzato.

*

La centrale termoelettrica di Goldemberg in Westfalia ha attualmente una potenza installata di 400.000 kW. Fra il macchinario installato vi sono due turbogeneratori da 55.000 kW, con turbine a 12 atmosfere e 325°, e velocità periferica di oltre 260 metri al secondo; lo statore dell'alternatore pesa 145 tonnellate, e il rotor 104; ogni turbina ha due condensatori da 3000 m², pesanti 100 tonnellate. Dispositivi di polverizzazione del carbone permettono di polverizzare 1.250.000 tonnellate all'anno. Sono installate 68 caldaie a tubi verticali, da 750 m². L'energia è trasmessa a 110.000 V.

*

Il comando a distanza di cabine di conversione di corrente alternata in continua per mezzo di raddrizzatori a mercurio, è facilmente realizzabile mediante l'installazione di fili piloti. Secondo la Siemens Zeit del giugno 1926 sono realizzabili diversi schemi di comando a distanza. Le operazioni principali che essi permettono di eseguire sono: avviamento ed arresto dell'impianto; lettura a distanza e regolazione delle tensioni e delle correnti; segnalazioni di ogni perturbazione. Negli schemi riportati, il numero di fili piloti necessari varia da 4 a 11 secondo il numero dei raddrizzatori. In Germania vi sono già installazioni di questo genere per complessivi 90.000 kW.

MATERIALI.

L'impiego di termocoppie per misure di alte temperature è spesso reso inadatto dai fenomeni di alterazione che subiscono i materiali metallici della coppia. Si ricorreva talvolta a proteggere questa con tubi di quarzo fuso; però i tubi ordinari di quarzo opaco non erano del tutto soddisfacenti presentando una certa porosità ai gas. Esperienze condotte con tubi di quarzo fuso limpido, ottenuto coi nuovi procedimenti hanno dimostrato che essi non presentano l'inconveniente citato e possono essere opportunamente usati con temperature fino a 1200°.

MOTORI PRIMI, CALDAIE, ECC.

Turbine idrauliche del tipo ad elica di dimensioni rilevanti sono state costruite dalla Casa Voith (Wurtemberg) per la centrale di Kachlet presso Passau sul Danubio. La centrale sfrutta un salto medio di m 7,85 ottenuto con una diga destinata anche a regolare il fiume per la navigazione. La centrale conterrà otto gruppi generatori da 6000 kW, 6300 V, $\cos \varphi = 0,7$. Le turbine ad elica sfruttano ciascuna una portata media di 87,5 metri cubi per secondo; in certi periodi il salto arriva a m 9,20 e la portata per ogni macchina a 92,4 metri cubi; il numero di giri normali è di 75. La ruota ha un diametro di m 4,60 e pesa 22 tonnellate. L'albero verticale è lungo più di otto metri, con diametro di 475 mm. Ogni turbina ha un distributore fisso a sei pale pesanti ciascuna due tonnellate e 24 pale mobili, disposte internamente alle altre, alte m. 1,67 e comandate per mezzo di meccanismo con due servomotori a olio.

*

L'applicazione di coppie termoelettriche per la misura della distribuzione delle temperature nei grandi camini in cemento armato, è stata compiuta con successo da una Società americana specializzata in tal genere di costruzioni. Durante la costruzione di un camino alto 60 metri vennero lasciate a diverse altezze, delle serie di piccoli fori per collocarvi le termocoppie. Si poteva così misurare in diversi punti la temperatura dei gas nell'interno della canna e nell'intercapedine fra la camicia interna e il corpo del camino, nonché quella della massa cementizia a diverse profondità nello spessore. Furono usate coppie rame-costantina. Dalle misure si trassero i seguenti dati per le cadute di temperatura attraverso la parete: 4°,5 per ogni centimetro di spessore quando non vi è camera d'aria e 2° per centimetro quando vi è camera d'aria.

STATISTICA.

Le risorse idroelettriche del Giappone sono valutate da statistiche ufficiali in 9.000.000 di kW sfruttabili con 2850 impianti di agevole costruzione. L'85 per cento della potenza totale disponibile è nell'isola di Honshu; di esso solo il 12 per cento è stato sfruttato fino ad oggi raggiungendosi 1.800.000 kW installati. Le condizioni locali sono tali che generalmente non permettono la costruzione di singoli impianti molto potenti; il salto medio si aggira sui 100 a 150 metri, arrivando al massimo a 450 metri. Vi sono poi attualmente nel Giappone parecchie grandi centrali termiche, 7 delle quali contengono gruppi da 25.000 a 35.000 kW. I motori elettrici attualmente installati in Giappone rappresentano complessivamente 1.350.000 kW, con un aumento del 400 per cento rispetto al 1915.

TRASFORMATORI, CONVERTITORI, RADDRIZZATORI.

I più grandi trasformatori monofasi a raffreddamento naturale fino ad oggi costruiti, sono quelli forniti dalla G. E. Co. alla Philadelphia El. Co. per la cabina di Schuylkill. Ogni unità ha la potenza di 20.000 kVA, 60 periodi con rapporto 13.800/724.50 V, triangolo-stella. Sono installate due terne di queste unità monofasi per una potenza complessiva di 120.000 kVA.

TRAZIONE E PROPULSIONE.

Un nuovo tipo di controller per motori di trazione a corrente continua ad alta tensione, è descritto in Brown Boveri Mitteilungen del luglio 1926. Per evitare la formazione degli archi fra i segmenti mobili e i contatti fissi, l'albero di comando non porta direttamente i segmenti ma bensì altrettante cammes circolari ognuna delle quali aziona un corrispondente organo fisso di contatto provvisto di soffiatore magnetico dell'arco. Il nuovo controller si è dimostrato di perfetto funzionamento e di usura assai limitata: le sue dimensioni non superano di molto quelle dei corrispondenti controller di vecchio tipo. Però per tensioni oltre i 1500 V le dimensioni diventano ingombranti: si provvede allora a installare il controller sotto la vettura provvedendolo di un sistema di comando a distanza.

*

Sulla elettrificazione delle Ferrovie americane riporta dati interessanti la Gen. Elec. Rev. del maggio 1926 a pag. 301. Malgrado il continuo impulso subito dalle elettrificazioni in genere, quella ferroviaria è ancora, si può dire, agli inizi e negli Stati Uniti appena il due per cento delle ferrovie è stato elettrificato. Le 69.000 locomotive a vapore in esercizio negli Stati Uniti non rappresentano certo le fonti più economiche di produzione di energia e il fatto che le unità motrici di trazione più potenti finora costruite siano rappresentate da locomotori elettrici sta a dimostrare che l'elettricità rappresenta la fonte di energia più adatta ai servizi di trazione. L'A. passa poi ad esaminare la natura del carico ferroviario, nell'eventualità che gli attuali 400 mila km di linee ferroviarie americane debbano essere completamente elettrificati. Ne conclude che il carico ferroviario, per sé stesso molto variabile, può essere caratterizzato da un buon coefficiente di utilizzazione, a condizione che la rete sia sufficientemente ampia.

:: NOTE ECONOMICHE E FINANZIARIE ::

Movimento delle Società Elettriche.

VARIAZIONI DI CAPITALE.

Soc. An. Elettrometallurgica Sarda — Milano.

Venne approvato l'aumento del capitale sociale da L. 100.000 a L. 1.000.000 mediante emissione di 90.000 azioni da L. 10.

Compagnia Lampade Elettriche Nazionali.

E' stato deliberato di aumentare il capitale sociale da L. 10.000 a L. 300.000 emettendo 2900 azioni da L. 100.

Soc. An. Ferrovie Elettriche Biellesi — Biella.

E' stato deliberato l'aumento del capitale sociale da L. 8.000.000 a L. 10.160.000 mediante emissione di 4320 azioni nuove.

Soc. Italiana Luce e Magnet — Torino.

Venne deliberato di ridurre il capitale da L. 2.000.000 a zero reintegrandolo successivamente a due milioni ed elevandolo poi a L. 6.000.000.

COSTITUZIONI E SCIoglimenti DI SOCIETÀ.

« Isola » Fabbrica Isolanti Elettrici Sterlingati — Milano.

Si è costituita con capitale di L. 25.000 in 50 azioni da L. 500.

Fabbrica Italiana Proiettori Beretter — Milano.

Venne costituita con capitale di L. 150.000 in 150 azioni da L. 1000.

Costruzioni Elettromeccaniche Ing. Giardini — Novara.

Si è costituita con capitale di L. 500.000 in azioni da L. 250.

Soc. An. Elettrometallurgica — Novara.

Venne costituita con capitale di L. 200.000 distribuito in 200 azioni da L. 1000.

Soc. An. Elettrovolt — Milano.

E' stata costituita con capitale di L. 10.000 in 20 azioni da L. 500.

Soc. An. Impianti Telefonici ed Elettrici S. A. T. E. — Milano.

Venne costituita con capitale di L. 9900 in 33 azioni da L. 300.

Specialità Elettroplastiche Waldberg — Milano.

E' stato deliberato lo scioglimento anticipato della Società e la sua messa in liquidazione.

* *

La preparazione della prossima sessione del Consiglio della Società delle Nazioni a Ginevra ha occupato gran parte dell'attività politica delle principali Nazioni europee. I problemi che il consesso di Ginevra sarà chiamato ad esaminare sono di grande importanza, trattandosi di definire l'atteggiamento da assumersi verso la Germania nei riguardi del disarmo e della sorveglianza interalleata.

La Francia insiste nel pretendere il disarmo completo, lo smantellamento delle fortezze, la sorveglianza stabile almeno nella zona di confine. Inoltre si vorrebbe ottenere dalla Germania la inutilizzazione di 240 antiche caserme, la riduzione della polizia statale a soli 100.000 uomini, la proibizione alla Reichswer di servirsi di materiali proibiti dal Trattato di pace, come gas asfissianti e tanks, ecc.

Da parte germanica non si cessa naturalmente dall'asserire che gli obblighi derivanti dal Trattato di pace sono stati scrupolosamente eseguiti, e si insiste per ottenere senz'altro la soppressione del controllo militare interalleato. Si avanza anche, in sordina, il problema delle rivendicazioni coloniali, pur senza insistere soverchiamente su di esso, almeno per ora.

Che cosa uscirà dal convegno di Ginevra non è dato prevedere. Resta però come fatto saliente della vita politica del mese ora decorso un sensibile affievolirsi dello spirito di Thoiry, affievolimento che contrasta singolarmente collo slancio iniziale.

La Società delle Nazioni ha pubblicato intanto il rapporto della Commissione incaricata di preparare il materiale per la grande Conferenza economica internazionale, la data della quale sembra fissata pel 4 maggio 1927.

In Inghilterra si è finalmente concluso lo sciopero minerario, che tanti danni ha cagionato al Paese e che la Confederazione dei minatori ha inutilmente prolungato in questi ultimi mesi senza raggiungere gli scopi prefissati.

La grande Conferenza dei Dominions si è chiusa sancendo nuove norme per l'attività politica internazionale dell'Impero britannico. I Dominions vengono ad assumere una libertà di movimenti ed una libertà sostanziale di politica assai maggiore di quella che godevano fino ad oggi.

Grande interesse ha suscitato una conferenza turco-russa tenuta ad Odessa e nella quale sarebbero state gettate le basi di un vero trattato d'alleanza turco-russa. Pare che il Trattato si voglia estendere anche alla Persia ed all'Argentina con spiccato carattere anti-britannico. In Inghilterra la notizia ha destato molte inquietudini perchè vi si distingue una grave minaccia agli interessi inglesi nell'Oriente.

Preoccupazioni ha destato anche la situazione albanese, dove era scoppiata una nuova rivoluzione. Il movimento fu però domato e la tranquillità sembra ristabilita.

Sempre più oscura e minacciosa è la situazione in Cina dove il prevalere dei rivoluzionari di Canton sostenuti dai bolscevichi russi, va abbattendo ogni parvenza di rimanente autorità delle Potenze occidentali le quali si vedranno ben presto private di ogni privilegio non solo politico ma anche economico.

* *

Il bisogno che l'Italia sente di una espansione demografica come conseguenza della sua popolazione sempre accrescentesi e della sua posizione politica fra le potenze europee, risponde talmente alla naturale situazione delle cose e va facendosi tanto impellente, che esso viene ormai riconosciuto si può dire in linea generale, come uno degli imprescindibili fattori del prossimo sviluppo della situazione politica europea. Questo problema si collega naturalmente da vicino con quello delle relazioni dell'Italia cogli altri Paesi d'Europa, e d'altra parte coinvolge l'altro non meno grave problema della restituzione parziale delle colonie alla Germania.

Non può quindi fare meraviglia se questo problema ha formato per tutto il mese ora decorso il centro dell'attività delle varie cancellerie europee e se intorno ad esso si vanno più o meno polarizzando tutti gli altri problemi della politica europea.

Ad una revisione dei mandati, troppo affrettatamente distribuiti dopo la guerra si arriverà certamente in una data che non può essere ormai lontana: ciò è nella convinzione di tutti. A che cosa porterà tale revisione ed in qual modo essa sarà effettuata è quanto per ora non è dato prevedere.

Certo conversazioni importanti sono in corso intorno a questa questione e voci di ogni genere sono state messe in circolazione: esse vanno dalla attribuzione all'Italia dell'incomodo mandato sulla Siria e sull'Irak, fino alla cessione della colonia del Kenia. Inutile rilevare la infondatezza e la incontrollabilità di queste voci.

Da parte della Germania si è capito probabilmente la convenienza di procedere parallelamente all'Italia in questo momento critico, tan-

toché si notano indizi non dubbi di un riavvicinamento fra le due Nazioni. Tale riavvicinamento non può incontrare opposizioni da parte italiana qualora da parte tedesca si arrivi ad una comprensione più realistica di quelli che sono i diritti sovrani dell'Italia, e degli obblighi derivanti dai Trattati di pace specialmente nei riguardi dello statu quo nell'Europa centrale.

Da parte francese sempre più vivaci sono le manifestazioni di riconoscimento della opportunità di una più cordiale collaborazione col l'Italia nell'attuale groviglio della politica europea. La comprensione dei nostri interessi va facendosi strada per quanto lentamente; gli uomini politici francesi arretrano però ogni qual volta si manifesti l'occasione di passare dalle semplici espansioni verbali a qualche atto di effettiva applicazione dei concetti di benevolenza e di avvicinamento sul terreno della realtà.

A grandi manifestazioni di sincera simpatia per l'Italia ha dato luogo il viaggio a Bucarest del Duca di Spoleto e del Generale Badoglio. Le nubi che avevano per qualche tempo minacciato l'amicizia italo-rumena sembrano definitivamente allontanate e ciò verrà salutato con compiacimento dal sentimento popolare delle due Nazioni.

Per quanto riguarda i pagamenti all'estero dei nostri debiti di guerra, si annuncia che l'Italia ha ormai provveduto al pagamento integrale di tutte le rate dovute per l'anno 1926. Si tratta complessivamente di 4 milioni di sterline e di 13.500.000 dollari che al corso attuale corrispondono a circa 800 milioni di lire. E' confortante notare che questo rilevante trasferimento abbia potuto compiersi senza alcuna scossa sul processo di rivalutazione della lira. A ciò hanno contribuito le riparazioni di guerra che la Germania continua a pagare con regolarità. Nel mese di ottobre l'Italia ha ricevuto 8.494.873 marchi oro in conto riparazioni, così ripartiti: 5.560.644 e 1.143.921 rispettivamente per carboni e relativi trasporti; 529.182 marchi in prodotti chimici e 1.667.092 in consegne diverse.

E' stato finalmente firmato il Trattato di Commercio colla Grecia, intorno al quale si stava da tempo trattando. Esso sostituirà il modus vivendi attualmente in vigore.

Il Trattato concluso collo Yemen, il più forte Stato della penisola arabica, sembra essere destinato ad ulteriori sviluppi. Si parla infatti di una azione che l'Italia andrebbe svolgendo presso gli altri Stati della penisola, come l'Hegiaz e il Negher, per aprirsi una via di penetrazione commerciale e favorire nello stesso tempo lo stabilirsi di una condizione di pacifica convivenza fra i diversi Sultanati che fronteggiano la nostra colonia del Mar Rosso.

Nei riguardi delle colonie si annuncia che sono stati firmati i protocolli dell'Accordo per l'interpretazione del Trattato stipulato col l'Egitto per le frontiere della Cirenaica.

*

Il prestito del littorio, come lo si è voluto chiamare, costituisce senza dubbio una delle più grandiose operazioni finanziarie che siano state compiute in Europa dopo la guerra, e forse la più importante che sia mai stata compiuta nella storia economica italiana.

Il consenso che intorno a tale iniziativa del Governo si è avuto in tutto il Paese, costituisce per sé una prova di disciplina e di forza che contribuisce in non piccola parte a dare all'estero l'impressione della energica volontà colla quale l'Italia procede sulla via del proprio risanamento finanziario, e della fiducia che nel successo di tale opera nutre fermamente tutto il Paese.

E' evidente che la conversione forzata dei Buoni del Tesoro poliennali urta interessi singoli che possono essere in qualche caso anche notevolissimi. Pure nessun tentativo, nonchè di protesta ma nemmeno di critica, si è verificato contro il nuovo prestito; tanta è la convinzione che della opportunità di esso è penetrata in tutti gli strati dei risparmiatori e degli industriali. La difesa della lira e la protezione delle finanze dello Stato costituiscono infatti un caposaldo di interesse generale per tutti i cittadini; e in tale opera il Paese ha veramente impegnato il proprio orgoglio col sentimento di una battaglia da vincere per la propria dignità nazionale.

Questo consenso di opere nella politica finanziaria del Governo è essa stessa un elemento di successo e conforta ad attendere la buona riuscita del prestito, dall'esito del quale può in gran parte dipendere l'immediato avvenire della nostra valuta e, con essa, della nostra industria e dei nostri commerci.

L'importanza dell'operazione finanziaria nella quale l'Italia si è ora impegnata, può essere facilmente giudicata nelle sue linee principali, da poche cifre di massima.

Tenendo conto infatti soltanto della conversione obbligatoria dei Buoni del Tesoro, ordinari, quinquennali e settennali, e riferendosi alla situazione del 30 settembre ultimo, si trovano interessati alla conversione: 1624 milioni di buoni ordinari, 1659 milioni di buoni quinquennali e 4000 milioni di buoni settennali. Si tratta dunque complessivamente di quasi 22 miliardi che, solo per questa voce, si trovano impegnati nell'operazione del prestito.

Alle cifre esposte vanno aggiunte ancora quelle che deriveranno dalla conversione dei buoni novennali, lasciata alla facoltà del portatore, e dei quali sono in circolazione circa 6991 milioni. E ancora sarebbero da valutarsi le sottoscrizioni obbligatorie degli Enti parastatali, secondo le disposizioni del Decreto. Infine vi saranno le sottoscrizioni facoltative del nuovo titolo da parte del pubblico.

Non è certamente esagerato prevedere in più di 25 miliardi la somma complessiva che, per un rispetto od un altro, è direttamente interessata al prestito. Si tratta di una porzione veramente cospicua del

risparmio nazionale, ed è agevole comprendere la importanza veramente fondamentale che, per l'economia statale della nostra Nazione, riveste l'operazione in corso di effettuazione.

Come è noto, la conversione dei Buoni del Tesoro in titoli del nuovo prestito di effettua ad un tasso maggiore dell'unità ed opportunamente graduato in relazione alle diverse date di scadenza dei titoli da convertirsi. Infatti i Buoni del Tesoro ordinari saranno cambiati in L. 116,50 di valore nominale di nuovi titoli per ogni 100 lire di valore nominale dei buoni; analogamente i buoni quinquennali saranno cambiati a L. 115,50 contro 100 nominali, e quelli settennali saranno convertiti in ragione di L. 113 contro 100 nominali. A loro volta i buoni novennali potranno essere, a facoltà del portatore, convertiti in ragione di L. 107,50 contro 100 di valore nominale.

Da questo fatto deriva una naturale conseguenza che può sembrare a prima vista nociva; vale a dire la conversione porterà inevitabilmente all'aumento del debito complessivo dello Stato nella misura di circa il 15 per cento del capitale convertito, ossia per 3 o 4 miliardi circa a seconda che la conversione si estenderà ad una parte più o meno grande della massa dei buoni novennali. Il debito pubblico che al 31 ottobre era di circa 85.200 milioni, salirà quindi dopo la conversione a circa 88 od 89 miliardi con un aumento di spesa, annua per servizio interessi, di circa 150 o 200 milioni di lire.

Ma questo inevitabile inconveniente, è largamente compensato dai grandi vantaggi derivanti dal consolidamento del debito stesso. Il Governo si trovava infatti davanti a scadenze prossime relevantissime. I buoni ordinari sono, come è noto, tutti a breve scadenza. Inoltre al 1 aprile 1927 sarebbero scaduti 600 milioni di buoni quinquennali, e al 1 ottobre altri 430 milioni. Nel 1928 si aveva la scadenza di 2 miliardi di buoni settennali, e nel 1929 quella di altri 2 miliardi.

Per fronteggiare tali scadenze il Tesoro avrebbe dovuto ricorrere o alla emissione di altre serie di buoni a un tasso superiore, o provvedere al rimborso con la conseguenza inevitabile di una nuova inflazione. Col consolidamento invece la preoccupazione di questi rimborsi è eliminata, la circolazione è protetta dal pericolo di nuove improvvise inflazioni, tutto l'organismo finanziario dello Stato è reso più saldo ed è facilitata, e soprattutto resa più sicura, la via per rivalutazione e la stabilizzazione definitiva della valuta.

Il lato pericoloso dell'operazione consiste specialmente nelle ripercussioni per l'industria la quale aveva in molti casi fatto assegnamento sul rimborso dei buoni per disporre di denaro liquido occorrente per le proprie operazioni ad una certa data prevista. E' evidente come in certi casi dal mancato rimborso possano derivare situazioni penosissime per alcune industrie.

Questo lato del problema non poteva essere dimenticato da chi predisponesse il piano della grandiosa operazione. Fortunatamente, in pratica il problema si limitava ai buoni ordinari a breve scadenza, poichè i buoni poliennali, avevano ormai acquistato nelle abitudini del nostro risparmio un vero carattere di investimento stabile. Opportunamente venne quindi deliberato che la Banca d'Italia possa effettuare anticipi ai portatori di buoni, in denaro liquido, fino ad una percentuale notevole del loro importo. Ciò varrà ad alleviare in misura rilevante il disagio temporaneo delle industrie, se anche non varrà ad eliminarlo completamente, come francamente è stato riconosciuto dal Ministro delle Finanze.

Ma per mettere la Banca d'Italia in grado di provvedere in sufficiente misura a tali anticipi senza dover ricorrere alla emissione di nuova carta moneta, arrivando a quella inflazione che si cerca appunto di evitare in ogni modo, è necessario far affluire ad esse del denaro liquido.

Questa è precisamente la finalità immediata della sottoscrizione pubblica al nuovo prestito. Il Decreto stabilisce infatti esplicitamente che il netto ricavo del collocamento del nuovo titolo per pubblica sottoscrizione, sarà versato dal Tesoro, in conto corrente, alla Banca d'Italia perchè lo impieghi in operazioni di anticipo sul titolo stesso. In sottordine è prevista anche la possibilità pel Tesoro di impiegare il ricavato della pubblica sottoscrizione al prestito, per estinguere i debiti dello Stato a breve termine.

Le condizioni fatte ai risparmiatori per l'acquisto del nuovo titolo possono ritenersi vantaggiose nelle attuali condizioni del mercato dei titoli, senza eccedere negli oneri accollati allo Stato. Come è noto, il titolo che rende il 5 % netto, viene emesso al valore nominale di L. 87,50; vale a dire che esso frutta in realtà il 6 per cento. Considerato in rapporto alla sicurezza del titolo e all'ampissimo mercato che ad esso si offrirà può ritenersi che il titolo richiederà largamente l'attenzione dei risparmiatori.

Certo i tempi non sono molto propizi ai nuovi investimenti, data la generale lamentela di mancanza di denaro liquido. Tuttavia vi è nel nostro Paese ancora una larga massa di risparmiatori, modesti e alieni dalle speculazioni ardite e pericolose, che costituiscono le fonti più sane del risparmio nazionale e che potranno portare nella loro somma una corrente larghissima di contributi al prestito. Le prime notizie che vengono diffuse danno l'impressione di un vero successo. Nei primi pochissimi giorni, si è superato rapidamente il primo miliardo di sottoscrizioni. Le operazioni proseguono con grande attività e lasciano sperare che le previsioni fatte saranno probabilmente superate. Anche le colonie italiane all'estero partecipano al prestito e sono giunte notizie di sottoscrizioni rilevanti e già realizzate.

Per provvedere alla formazione di un mercato sufficientemente largo del nuovo titolo e per agevolare le operazioni di credito su di esso, è stato costituito un fortissimo Sindacato del quale fanno parte la Banca d'Italia, la Cassa Depositi e Prestiti, la Cassa Nazionale

delle Assicurazioni, l'Istituto Nazionale delle Assicurazioni, la Cassa Nazionale per gli Infortuni sul lavoro, tutte le Casse di Risparmio e gli Istituti assimilati, tutte le Imprese di Assicurazioni in genere, e gli Istituti che abbiano per legge l'obbligo di investire in tutto o in parte le loro disponibilità in titoli di Stato o garantite dallo Stato. Da ora al 31 dicembre 1927 gli Istituti e le Casse parastatali sopra ricordate hanno l'obbligo di investire almeno la metà delle disponibilità esistenti e maturanti in questo periodo di tempo nel nuovo Consolidato o in conti fruttiferi presso la Banca d'Italia per le anticipazioni che fossero richieste sui titoli stessi. Tutto ciò assicura al titolo un mercato attivissimo e molto esteso.

Questo è il piano complessivo del prestito, genialmente concepito e dall'esito del quale tanta parte dipenderà delle fortune prossime della nostra valuta.

*

Il bilancio dello Stato alla data del 31 ottobre, presenta, secondo il Conto del Tesoro pubblicato dalla « Gazzetta Ufficiale », un avanzo effettivo di 19 milioni. Tale avanzo appare inferiore a quello registrato alla fine del mese di settembre, ma come già allora facevamo rilevare, il confronto fra gli avanzi mensili dell'esercizio ora in corso deve essere fatto, per acquistare il suo reale significato, sui valori riferibili allo stato di previsione.

Infatti nelle spese registrate agli effetti del calcolo del suddetto avanzo di 19 milioni, sono stati compresi anche 167 milioni come parti aliquote dello stanziamento dei 500 milioni per la riduzione della circolazione cartacea per conto dello Stato; sono pure stati compresi fra le spese, 83 milioni impiegati in costruzioni di strade ferrate, che venivano per il passato contabilizzati a parte.

Non dunque a 19 milioni ma a 269 milioni salirebbe l'avanzo del primo quadrimestre dell'esercizio corrente, con un aumento di 81 milioni rispetto al corrispondente periodo dell'esercizio 1925-1926. Nei quattro mesi decorsi dall'inizio dell'esercizio alla data del 31 ottobre, gli incassi per entrate effettive ordinarie e straordinarie superano i pagamenti, per 303 milioni. Il fondo di cassa al 31 ottobre 1926 ammontava a 1536 milioni.

L'ammontare complessivo dei debiti pubblici era, alla stessa data di 85.185 milioni, presentando una diminuzione di 1233 milioni sul 30 settembre 1926 e di ben 6124 milioni sulla somma complessiva al 30 giugno dell'anno in corso. La circolazione per conto del Commercio, per quanto riguarda la parte corrispondente ad operazioni attive della Banca d'Italia, e quindi soggetta al limite dei 7 miliardi, ammontava a 5.915 milioni, lasciando quindi ancora un margine di oltre un miliardo. La circolazione per conto dello Stato era, alla stessa data, di 1875 milioni con una diminuzione di 125 milioni durante il mese di ottobre.

La circolazione complessiva, bancaria e di Stato, ammontava alla fine di ottobre a 20.025 milioni, presentando una diminuzione di 1975 milioni rispetto al massimo valore raggiunto alla fine dell'anno 1920, quando si toccarono i 22 miliardi; la cifra di 20.025 milioni è però ancora superiore 1235 milioni al minimo toccato al 31 maggio 1926. Durante il mese di ottobre si verificò una diminuzione di 207 milioni, mentre dal principio dell'anno in corso la circolazione diminuì di 418 milioni.

Col 31 ottobre, in conformità alle disposizioni già accennate e a suo tempo ricordate, è ricomparso in circolazione l'argento per un valore totale di cinque milioni di lire.

E' stata definitivamente approvata la soppressione della Sezione Autonoma del Consorzio sovvenzioni sui valori industriali, delegando la funzione di condurre a termine gli affari residui ad un Ente autonomo appositamente formato.

E' bene ricordare che l'esposizione originaria degli Istituti di emissione e poi della sola Banca d'Italia verso la Sezione Autonoma del Consorzio V. I. era salita fino a 4120 milioni. Al 30 settembre dell'anno corrente, tale esposizione era stata però ridotta a 2700 milioni circa, oltre ad un accantonamento di riserve di 770 milioni. Si ritiene che l'Istituto di liquidazione riuscirà a realizzare altre attività per una somma complessiva che si presume non inferiore a 1300 milioni, cosicché la perdita residua non dovrebbe superare i 600 milioni. Essa sarà fronteggiata dal Tesoro mediante gli accantonamenti della tassa sulla circolazione bancaria nei limiti già previsti per effetto delle disposizioni vigenti e di altre appositamente deliberate.

Durante il mese di novembre fu intensificata da parte del Governo la lotta per l'incremento della produzione nazionale e per il ribasso dei prezzi interni.

Il problema del caro vita è stato affrontato dal Ministro della Economia Nazionale il quale rivolge specialmente la sua attività alla riduzione dei prezzi al minuto i quali mostrano di non voler in nessuna maniera seguire la tendenza decrescente che pure da qualche tempo si va manifestando nei prezzi all'ingrosso. Basti infatti ricordare che, mentre il numero indice dei prezzi all'ingrosso delle derrate alimentari da 744,05 nel luglio scendeva a 668,18 nell'ottobre, e così pure per le derrate animali scendeva da 657,90 a 649,45, al contrario gli indici dei prezzi al minuto salivano da 645 nel luglio, a 647,6 nell'agosto, a 655,8 in settembre e 661,7 in ottobre.

Ben giusto è quindi l'intervento del Ministro, il quale ha annunciato una serie di provvedimenti di vario genere. Senza entrare nel merito, è lecito tuttavia nutrire dei dubbi sull'efficacia dell'intervento statale in questa delicatissima materia.

Ha iniziato i suoi lavori anche la Commissione per l'incremen-

to zootecnico che il Ministro dell'Economia ha nominato per compiere nel suo campo l'opera corrispondente a quella che da altri Enti viene da tempo compiuta con tanto profitto per l'agricoltura.

L'Istituto Centrale di Statistica ha pubblicato il suo primo Bollettino nel quale sono riportati alcuni dati che crediamo interessanti fissare in queste Note.

Secondo tale pubblicazione di carattere ufficioso, la popolazione del Regno, è salita da 38.989.827 persone quale era ai 31 dicembre 1921 a 40.548.583 al 31 dicembre 1925. L'analfabetismo che raggiungeva la gravissima cifra del 65 % nei primi anni della costituzione del Regno, era disceso al 13,83 % alla fine del 1924. Il consumo dei generi di privativa è pure in forte aumento. Nel 1913-14, prima della guerra, si consumavano in Italia circa due milioni e mezzo di quintali di sale, mentre nell'esercizio ultimo chiuso al 1° giugno 1926, il consumo è stato di circa 3 milioni e mezzo; così pure il consumo dei tabacchi da quintali 186.461 nell'esercizio 1913-14 saliva a 285.014 quintali nell'esercizio 1925-26.

I depositi presso le Casse postali di risparmio che erano di 2108 milioni al 31 dicembre 1913, erano giunti a 10.660 milioni circa nell'ottobre scorso. A questo riguardo va ricordato il successo ottenuto dai Buoni postali di risparmio, di recente istituzione. Complessivamente, al 31 luglio del corrente anno, i buoni in lire avevano raggiunto la somma di 696 milioni di lire; i buoni in sterline erano arrivati a 4250 sterline, quelli in dollari rappresentavano 58.950 milioni di dollari. Durante il mese di ottobre ora decorso, l'andamento dei lavori pubblici nel mezzogiorno e nelle isole, per l'opera dei Provveditorati, è stato il seguente. Si sono disposti 131 appalti per complessivi 75 milioni; sono stati condotti a termine 127 lavori per complessivi 27 milioni circa. I pagamenti disposti durante il mese furono di circa 83 milioni.

*

Il mese di ottobre 1926 segnerà una data storica nello svolgimento del movimento commerciale italiano. E' questa infatti la prima volta, da parecchi decenni, che la bilancia commerciale degli scambi internazionali si svolge a nostro favore presentando una eccedenza attiva delle esportazioni sulle importazioni. Il fatto è veramente notevole, se anche possa dipendere in parte da fortuite coincidenze di cause diverse e se non possa prendersi come indice di una situazione definitivamente stabilita. Esso costituisce tuttavia pur sempre un ambito e meritato premio alla tenacia e al sacrificio di questo nostro Paese, che da anni si è messo al lavoro con tutte le proprie energie per ricostruire quanto è stato distrutto e sanare le ferite di guerra.

Il successo che registriamo con profonda soddisfazione, è tanto più notevole in quanto ottenuto in momenti aspri non soltanto per noi, ma per la maggior parte delle Nazioni europee le quali si dibattono in difficoltà finanziarie ed economiche di ogni genere.

Durante il mese di ottobre, si verificò infatti una eccedenza delle esportazioni sulle importazioni per ben 59.705.455 lire. Le esportazioni del mese di ottobre 1926 hanno presentato un aumento di circa 18 milioni e mezzo su quelle dell'ottobre 1925, mentre le importazioni hanno presentato una contrazione di circa 140 milioni. Nell'ottobre dello scorso anno si era avuta una eccedenza passiva di oltre 98 milioni; il miglioramento realizzato è quindi di circa 158 milioni.

Le esportazioni erano andate aumentando da tre mesi senza interruzione, e precisamente, di 145 milioni di lire in agosto, di 26 milioni in settembre, di 134 milioni in ottobre. Riferendosi ai valori oro, mentre nei primi 10 mesi dell'anno 1913, immediatamente precedente alla guerra, avevamo avuto una esportazione valutata a 2020 milioni di lire oro, nei primi dieci mesi di quest'anno le esportazioni corrispondono ad un valore di 2850 milioni di lire oro; si è quindi raggiunto un incremento effettivo di valore di 830 milioni di lire oro, pari al 41 %. Tale valore dell'esportazione è il massimo che sia mai stato raggiunto in eguale periodo, dopo la costituzione del Regno d'Italia.

E' interessante richiamare brevemente l'andamento della bilancia commerciale negli anni decorsi. Lo squilibrio passivo valutato in lire oro era stato di 1244 milioni nel 1909, di 1165 milioni nel 1910, di 1135 milioni nel 1911, di 1305 milioni nel 1912, e di 1134 milioni nel 1913. Negli anni successivi alla guerra la situazione peggiora; lo squilibrio, sempre valutato in lire oro è stato di 2887 milioni nel 1920, di 1818 milioni nel 1921, di 2263 milioni nel 1922, di 2395 milioni nel 1923 e di 3227 milioni nel 1924.

Nei primi mesi del corrente anno la bilancia commerciale aveva cominciato a peggiorare ulteriormente. Fortunatamente il movimento poté essere arrestato e, come si è visto, invertito. A ciò hanno certamente giovato i nuovi provvedimenti presi dal Governo di carattere economico e finanziario e l'attenta sorveglianza specialmente sul movimento delle importazioni. Nei circoli governativi il fatto che le esportazioni abbiano potuto presentare incremento anche durante il mese di ottobre, viene citato come riprova che i provvedimenti emanati per la restrizione della circolazione non sono stati punto nocivi all'industria.

Naturalmente la buona disposizione della bilancia commerciale, specialmente se potrà essere mantenuta almeno in qualche misura nei mesi successivi, viene a portare un nuovo potente contributo alla opera di risanamento economico del Paese particolarmente nei riguardi della difesa e della rivalutazione della valuta.

A fianco della bilancia commerciale va, a questo riguardo, considerata l'altra grande partita, delle rimesse degli emigranti.

Negli anni precedenti alla guerra, tali rimesse rappresentavano un importo complessivo che superava largamente il miliardo di lire oro, rappresentando circa il 20 per cento dei nostri totali pagamenti internazionali. La guerra ha naturalmente rallentato questo afflusso di oro, tuttavia non nella misura che si potrebbe credere. Nel quadriennio 1915-1919 può ritenersi che complessivamente le rimesse degli emigranti abbiano rappresentato una somma di circa 3 milioni di lire lire oro. Nel 1920 si superarono i quattro miliardi di lire carta, pari a oltre un miliardo di lire oro.

Ea quella data si va manifestando una progressiva contrazione. Nel 1921 il valore complessivo si mantiene ancora prossimo al miliardo di lire oro; nel 1922 l'apporto di oro dovuto a tale fonte si valuta sugli 835 milioni; nel 1923 si scende ancora limitandosi a 600 milioni di lire oro; nel 1924 il valore complessivo delle rimesse si aggira ancora sui 600 milioni di lire oro, rappresentando circa il 12 % dei pagamenti totali all'estero e circa il 50 % del deficit lasciato scoperto dalla bilancia commerciale.

Causa principale di tale contrazione è stata la riduzione della nostra corrente emigratoria che si è andata verificando dopo la guerra sia in conseguenza della accresciuta capacità di produzione del Paese, sia specialmente per la chiusura dei Paesi transoceanici.

Fortunatamente nel 1925 sembra delinearsi un movimento di ripresa nelle spedizioni di denaro in patria da parte degli emigranti. Secondo valutazioni molto attendibili si potrebbero valutare le rimesse totali verificatesi nel 1925 in circa 3800 milioni di lire carta, pari a oltre 750 milioni di lire oro. Non è possibile ancora prevedere l'andamento per il 1926, perchè mentre nei primi mesi si avevano avuti accenni ad una nuova contrazione, il movimento si è invece intensificato durante i mesi estivi.

Un'altra voce che concorre, come è noto, a saldare il deficit dei pagamenti internazionali, è quella delle così dette importazioni invisibili ossia delle spese effettuate in Italia dagli stranieri. Viene segnalato a questo riguardo il crescente sviluppo del movimento turistico che si svolge attraverso i nostri porti. Risulta infatti che dal gennaio al settembre ben 69 piroscafi sostarono a solo scopo turistico nei nostri porti.

Tutto il movimento dei porti segna un forte incremento. Durante il mese di settembre approdarono infatti complessivamente ben 15.245 navi con una stazza netta di 5.018.136 tonnellate, contro 13.110 navi e 4.578.205 tonnellate nel settembre dell'anno precedente; vennero sbarcate 1.553.916 tonnellate di merci e 306.166 passeggeri, contro 1.487.231 tonnellate e 212.318 passeggeri nel settembre 1925. Partirono dai nostri porti nel settembre di quest'anno 15.192 navi imbarcando 633.411 tonnellate di merci, mentre nel corrispondente mese dello scorso anno, erano partite 13.170 navi con 684.117 tonnellate di merci.

La bandiera italiana ha partecipato a questo traffico per il 95 % del numero delle navi, per l'81 % della stazza netta e per il 79 % del quantitativo totale di merci imbarcate e sbarcate. Il naviglio in disarmo nei nostri porti alla fine di settembre rappresentava soltanto l'1,56 per cento del tonnellaggio totale dei piroscafi iscritti nelle matricole del Regno.

Registriamo ancora un dato interessante emerso da comunicazioni ufficiali, riguardo alla produzione siderurgica italiana. Mentre la produzione di tali materiali era stata di circa un milione di tonnellate nel 1915, ed era salita a circa 1.300.000 tonnellate negli anni di guerra, essa era gravemente diminuita durante la crisi del dopo guerra tanto che nel 1921 si produssero soltanto 700.000 tonnellate. Coi nuovi provvedimenti presi dal Governo, la produzione riprese vigorosamente, toccando 1.141.000 tonnellate nel 1923, e salendo a 1.358.000 tonnellate nel 1924 e a 1.533.000 tonnellate nello scorso anno. Attualmente il minerale estratto in Italia (500.000 tonnellate) e le ceneri di pirite (300.000 tonnellate) non bastano al 65 % di consumo di ghisa che si verifica nel nostro Paese. Occorre tuttavia osservare che un aumento nella produzione di minerale scavato in Italia non porterebbe tutto il vantaggio a cui si potrebbe pensare, in ragione specialmente delle forti importazioni di carbone necessario per la produzione della ghisa.

Il Consiglio dei Ministri ha ratificato recentemente una convenzione colle Società che sfruttano i giacimenti dell'Elba nel senso di autorizzare una maggiore escavazione di 800.000 tonnellate di minerale e una maggiore utilizzazione di 500.000 tonnellate di lavati di terre ferrifere.

*

L'andamento del nostro mercato borsistico non ha mutato da quello che ormai è divenuto abituale. Nemmeno la grande operazione del prestito ha avuto ripercussioni sensibili sulle contrattazioni di borsa e non è valsa a galvanizzare l'ambiente degli affari che permane depresso ed inerte.

L'accenno ad una ripresa che era andato delineandosi sulla fine dello scorso mese non ha avuto seguito; il movimento si è tosto arrestato e le Borse sono ricadute nella loro apatia.

I cambi sono stati relativamente poco mossi; la lira ha energicamente reagito ad un tentativo di infiacchimento ed ha conservato e migliorato le sue posizioni nei riguardi delle valute pregiate. Da notarsi la brillante ripresa del franco francese.

L'esame del comportamento dei singoli titoli offre campo a osservazioni di scarso interesse.

I valori di Stato hanno avuto qualche momento di debolezza alla quale però ha fatto seguito un periodo di buona sostenutezza; tuttavia essi chiudono perdendo circa due punti sulle quotazioni all'inizio del mese. In particolare il Consolidato è stato trattato con insolita ampiezza.

I bancari sono stati alquanto movimentati, reagendo con prontezza a diverse punte di pesantezza. Le Banche d'Italia hanno registrato variazioni di oltre cento punti ma nel complesso non subiscono spostamenti risultanti notevoli.

Abbastanza ben tenuti i titoli tessili che però danno segni di pesantezza. Particolarmente danneggiati i titoli delle sete artificiali.

Variazioni di minima importanza si sono avute nel comparto dei titoli meccanici e metallurgici. Cedenti durante il mese i titoli dei trasporti che però si riprendono in chiusura. In regresso generale gli immobiliari; lo stesso può dirsi dei valori alimentari e saccariferi.

I titoli elettrici hanno in complesso manifestato maggiore sostenutezza degli altri comparti, come risulta dal solito specchietto.

RENATO SAN NICOLÒ.

Variazioni dei titoli elettrici nel mese di novembre 1926

	Valore nominale	I decade	II decade	III decade
Edison	375	542	512	540
Centi	250	354	342	358
Vizzola	500	810	786	805
Bresciana	100	210	210	211
Adamello	200	213	204	211
Unione Esercizi Elettrici	50	83	83	86
Elettrica Alta Italia	250	254	250	250
Officine Elettr. Genovesi	250	290	286	284
Adriatica	100	179	179	180
Negri	100	210	208	206
Ligure Toscana	200	268	261	263
Generale Elettr. della Sicilia	100	113	107	108
Elettrica Brioscchi	250	330	355	360
Emiliana Esercizi Elettrici	35	39	39	39
Idroelettrica Trezzo	250	360	350	345
Elettrica Valdarno	100	125	121	121
Tirso	250	180	170	178
Torni	400	378	374	374
Elettriche Meridionali	250	261	255	258
Idroelettrica Piemontese	125	140	133	137
Dinamo	100	114	110	110

Prezzi dei materiali nella prima settimana di novembre 1926

I prezzi si intendono franco vagone sulla piazza di Milano.

COMBUSTIBILI

Carboni da vapore			
Cardiff primario	L. —,— a L. —,—	alla tonn.	
Newcastle	—,—	—,—	
Americano	480,—	500,—	
Slesia	380,—	390,—	
Sarre	—,—	—,—	
Antraciti			
Inglese primaria (in pezzatura)	550,—	570,—	
Tedesca (in pezzatura)	470,—	500,—	
Coke			
Coke da gas nazionale	490,—	—,—	
Coke da gas inglese	—,—	—,—	
Coke metallurgico inglese	—,—	—,—	
Petrolio	275,—	320,—	al quint.
Nafta			
Per Diesel	535,—	565,—	alla tonn.
Per caldaie	500,—	530,—	
Benzina in fusti	535,—	565,—	al quint.

METALLI

Ghisa			
Eglinton N. 1	L. —,— a L. —,—	alla tonn.	
Middlesbrò N. 3	—,—	—,—	
Ematite nazionale	680,—	690,—	
Lussemburgo-Lorena	690,—	700,—	
Ferro			
Laminato omogeneo	142,50	—,—	al quint.
Poutrelles	132,—	—,—	
Lamiere da 4 mm. in più	147,50	—,—	
Tubi per gas	270,—	280,—	
Acciaio			
Rapido per utensili	2300,—	3700,—	
Martin resist. 50-70	210,—	—,—	
Rame			
Elettrolitico	850,—	—,—	
In fogli comune	1220,—	—,—	
In barre tonde e quadre	1140,—	—,—	
Stagno in pani	3825,—	3875,—	
Zinco in pani 1 ^a fusione	470,—	480,—	
Piombo in pani 1 ^a fusione	400,—	410,—	
Antimonio in pani	990,—	1010,—	
Ottone in barre	830,—	850,—	

:: NOTE LEGALI ::

Questioni relative al R. D. L. 4 marzo 1926, N. 681.

L'articolo 4 prevede la costituzione del Collegio arbitrale per l'attuazione della revisione autorizzata dall'articolo primo, semprechè non si raggiunga l'accordo delle parti in via amichevole. Ne risulta che la competenza del Collegio sorgerà soltanto quando il venditore di energia chiederà di valersi della facoltà concessa dal decreto per variare i prezzi contrattuali stabiliti.

Quando invece il venditore, stimando di non aver bisogno di riferirsi al Decreto per aumentare i prezzi, ritenendosi sciolto da ogni vincolo contrattuale, attui senz'altro degli aumenti è solo alla autorità giudiziaria che l'utente potrà ricorrere se ritiene lesi i suoi diritti contrattuali.

Se l'autorità giudiziaria invece dirà che contratto vi è, e tuttora in corso, il quale obblighi il venditore ad un prezzo fissato l'utente sarà allora esonerato dal pagamento del maggior prezzo, e entrerà in campo il Collegio, costituito a norma del decreto, il quale dovrà lui autorizzare o meno gli aumenti.

*

In base all'art. 13 parecchie imprese produttrici e distributrici di energia, prodotta con acque demaniali, hanno notificato ai loro utenti di aver aumentato i prezzi contrattuali di vendita dell'energia, per rivalsa dell'aumento loro imposto del canone demaniale.

Tale articolo si riferisce a sua volta al R. D. L. 25 febbraio 1924, n. 456 e stabilisce che siano solo rivedibili i prezzi convenuti prima della entrata in vigore di tale disposizione legislativa.

Di che disposizione si tratta? Quando essa è entrata in vigore?

In base alla legge 3 dicembre 1922 che conferiva al Governo Nazionale i pieni poteri, il 21 dicembre 1922 fu pubblicato il Regio D. L. 2367 il quale dava disposizioni per la revisione di talune entrate e all'art. 2 disponeva precisamente così:

« Entro la stessa data del 31 dicembre 1923 sarà proceduto colle norme e colle cautele da determinarsi con speciale decreto alla revisione delle entrate demaniali d'ogni specie al fine di aumentare il gettito di tutti indistintamente i redditi patrimoniali dello Stato ».

Poichè il Governo non si valse entro il termine stabilito della facoltà in questione, un decreto 30 dicembre 1923 prorogò il termine per la revisione delle entrate demaniali al 31 marzo 1924, ed al 25 febbraio 1924 fu pubblicato il decreto 456 colle disposizioni per tali aumenti e revisioni.

Tale decreto fu però pubblicato solo il 16 aprile 1924 sulla Gazzetta Ufficiale ed entrò in vigore perciò al 1° maggio 1924.

Ne consegue che ai contratti posteriori al 1° maggio 1924 non può applicarsi alcun aumento per il titolo di cui all'art. 13 del R. D. L. 681. Esso infatti è molto chiaro e preciso:

« Le imprese produttrici-distributrici di energia prodotta colle acque dei canali demaniali sono pure ammesse ad aumentare i prezzi contrattuali di vendita di energia, convenuti prima dell'entrata in vigore del R. D. L. 25 febbraio 1924, n. 456 per rivalersi, ecc. ».

Resta perciò chiaramente stabilito che sui prezzi contrattuali stabiliti dopo il 1° maggio 1924 non è applicabile l'aumento di cui all'articolo 13.

Avv. LEONE PESCI.

:: PUBBLICAZIONI DELL'A. E. I. ::

I. L'ELETTROTECNICA - Periodico trimestrale.

Giornale ed Atti dell'A. E. I. (Si pubblica il 5, 15, 25 d'ogni mese).

Annate arretrate	cad.	L. 100,—
più per postali	»	10,—
Abbonamento: per il Regno	»	100,—
» per l'Estero	»	200,—
Un numero separato: per il Regno	»	3,50
» per l'Estero	»	5,—
più per postali	»	1,50

NORME DELL'ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA.

Norme per l'esecuzione e l'esercizio degli Impianti elettrici	L. 4,—
più per postali	» 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo delle Macchine elettriche	» 4,—
più per postali	» 1,—
Norme per l'ordinazione e il collaudo degli Isolatori di porcellana	» 2,—
più per postali	» 0,80
Norme per gli olii	» 2,—
più per postali	» 0,80
Norme per gli Impianti di bordo	» 2,—
più per postali	» 0,80

INSTALLATIONS HYDROELECTRIQUES en Italie

.....	L. 15,—
più per postali	» 2,—
CONSTRUCTIONS ÉLECTROMÉCANIQUES MODERNES	L. 13,—
en Italie	» 2,—
più per postali	» 2,—

Indirizzare richieste con vaglia alla Sede Centrale dell'A. E. I. MILANO (103) - Via S. Paolo, 10.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

XXXI RIUNIONE ANNUALE

BRESCIA - 1-7 Settembre 1926

Verbale della 3ª Seduta

2 settembre 1926 - ore 14,30.

Presidente: Invita il Prof. Lombardi a riferire sulla sua memoria: « Nuove macchine convertitrici ».

L. e P. LOMBARDI. — Nuove macchine e apparecchi di conversione - Vedi L'Elettrotecnica, Vol. XIII, n. 28 del 5 Ottobre 1926, pagina 637.

Lombardi: Questa Comunicazione, di cui non fu possibile redigere il testo in tempo per la pubblicazione preventiva, essendo in corso le esperienze relative, intende servire di complemento a quella sul Transverter, presentata a Napoli nel 1925 in occasione della XXX Riunione Annuale dell'A.E.I.

In essa sono contenute alcune informazioni circa i progressi compiuti in Inghilterra nella costruzione del Transverter da Highfield e Calverley, ed in Italia nello studio dell'apparecchio analogo di piccolo modello dall'Ing. Urbinati; e sono descritti due tipi nuovi di macchine convertitrici, elaborati in Austria da Meller ed in Inghilterra dal Creedy.

Consiste il primo di un indotto analogo a quello delle convertitrici trifasi ordinarie, ove si introduce la corrente alternata attraverso un collettore ad anelli, e si raccoglie quella continua mediante un collettore a segmenti, laddove lo statore può costituirsi mediante una semplice ossatura di ferro, che valga a diminuire la riluttanza offerta alle linee di flusso magnetico. Queste, in quanto ariginano dalle correnti trifasi immesse attraverso agli anelli, assumono i caratteri e la distribuzione di un ordinario campo rotante rispetto ai circuiti che provvedono la forza magnetomotrice; ma, a somiglianza di quanto accade nelle eccitatrici a campo rotante di Hutin e Leblanc, vengono ricondotte e mantenute in una posizione fissa nello spazio, azionando i circuiti medesimi mediante un motore sincrono, che loro imprime una velocità angolare eguale e contraria. Le spazzole per la raccolta della corrente continua possono adunque rimanere fisse nello spazio; e, ad eliminare il pericolo di scintillamento, si provvede attenuando il campo nella loro contiguità mediante apposite incavature, praticate nella ossatura magnetica dello statore, ovvero con appositi poli addizionali.

La inclinazione della linea di commutazione rispetto alla direzione del campo può modificarsi peraltro, imprimendo opportuni spostamenti angolari allo statore del sincrono, che aziona l'indotto, ciò che equivale a spostare le spazzole dalla zona neutra, ed a ridurre il numero delle spirali elementari, utilizzate nella produzione della f.e.m. continua. In tal modo la tensione generata può regolarsi fra i più vasti limiti, ed invertirsi a volontà, ciò che rende la nuova macchina adatta pel comando di motori esterni secondo il sistema di Léonard, e soprattutto preziosa nelle applicazioni agli impianti di sollevamento.

Il convertitore binario di Creedy, consiste a sua volta di uno statore, avvolto e alimentato a somiglianza di quelli dei comuni motori asincroni polifasi, il quale nelle stesse, ovvero in altre apposite scanalature, porta un secondo avvolgimento, adatto per la eccitazione di un campo induttore continuo e multipolare.

L'indotto può costituirsi con un avvolgimento unico e continuo, munito di collettore a segmenti a somiglianza di quelli delle comuni dinamo generatrici; ma deve predisporre in modo, da poter ricevere collegamenti interni equipotenziali, fra punti distanti di un doppio passo polare, in modo da poter simultaneamente funzionare come l'indotto in corto circuito del motore polifase. Se i numeri di coppie polari, per cui sono disposti l'avvolgimento induttore polifase e quello di eccitazione a corrente continua, sono primi fra loro, risulta nulla la f.e.m. indotta dal campo rotante in quest'ultimo, e la f.e.m. continua, indotta nel rotore, risulta a sua volta indipendente dal campo rotante, e regolabile a volontà mediante il circuito di eccitazione. Questo pertanto può essere predisposto per la alimentazione in serie o in parallelo, ovvero in sistema composto del tipo comune o differenziale, in modo da conferire alla dinamo quella caratteristica che si vuole. La Ditta inglese, che ne ha assunto la costruzione, vanta in particolare l'attitudine della nuova convertitrice a funzionare con corrente costante negli impianti di saldatura elettrica.

Di quest'ultimo tipo di macchina i due Autori hanno potuto procurarsi un esemplare di discreta potenza, facendo avvolgere in modo opportuno lo statore e il rotore di un vecchio motore a repulsione,

esistente nel Laboratorio di Elettrotecnica della R. Scuola di Ingegneria di Roma, e, sebbene gli elementi costruttivi di esso, che non potevano modificarsi con i mezzi dell'Istituto, abbiano rese inevitabili alcune imperfezioni, i due Autori hanno tuttavia istituito alcune serie di esperienze sopra i fenomeni, cui dà luogo la sovrapposizione nello statore e nel rotore delle due forme caratteristiche di magnetizzazione, dovute alla presenza contemporanea del campo rotante, che nasce dalle correnti primarie polifasi, e di quello continuo che produce le f. e. m. della dinamo. In base ai risultati ottenuti, i due Autori hanno concluso che:

1) Dalla sovrapposizione dei due campi scaturisce nello statore un aumento del lavoro perduto per l'isteresi dovuta al campo rotante, piccolo in generale, e variabile in modo sensibilmente lineare con la intensità del campo continuo.

2) Nel rotore il fenomeno dovuto alla sovrapposizione della doppia magnetizzazione subisce una particolare ondulazione, che ne modifica la perdita in relazione alla intensità e frequenza rispettiva.

3) Dallo scorrimento relativo del campo, dovuto alle correnti polifasi, rispetto al rotore, nasce una coppia di isteresi, che sollecita questo nella direzione del movimento, quando esso cammina sotto sincronismo, e in direzione contraria al di sopra di questo. Dello stesso segno è la coppia dovuta alle correnti parassite.

4) Se il movimento del nucleo è impresso dall'esterno, la coppia e la potenza necessaria vengono in conseguenza della coppia predetta di altrettanto alleggerite o aggravate, ed alla variazione loro fa bilancio una variazione equivalente della potenza, fornita dalla sorgente di forza magnetomotrice polifase. Se il movimento è conferito per tramite delle correnti indotte, come nei motori polifasi e nei convertitori di Creedy, la potenza magnetizzante e quella di propulsione sono a carico della medesima sorgente. Le perdite nel rotore per effetto del campo rotante si riducono in ragione della velocità relativa e nel passaggio pel sincronismo diventano trascurabili, laddove permangono sensibilmente inalterate quelle dovute alla rotazione nel campo continuo.

5) Nel convertitore di Creedy le perdite magnetiche uguagliano, o superano di poco, quelle che si verificherebbero, a parità di dimensioni e di induzione, in un gruppo convertitore composto di un motore asincrono e di una dinamo separata; quelle elettriche corrispondono a loro volta alla somma di quelle, che si verificherebbero nei circuiti distinti delle due macchine predette, a parità di corrente e di dimensioni. Il coefficiente di rendimento non può perciò eccedere quello del gruppo convertitore, se non in quanto dipenda da una parziale diminuzione delle perdite meccaniche, laddove il peso ed il prezzo possono subire una sensibile riduzione, in conseguenza della unificazione dell'ossatura magnetica, se anche per le esigenze del raffreddamento i parametri unitari di utilizzazione debbano subire una parziale modificazione.

Presidente: Ringrazia vivamente l'oratore per il nuovo contributo che egli ha portato per la conoscenza delle macchine convertitrici e invita l'Ing. Ferrerio a parlare.

Ferrerio: Riferisce sugli impianti elettrici a vapore.

P. FERRERIO. — *Centrali termiche Nord Americane* - Vedi *L'Elettrotecnica*, Vol. XIII, n. 28 del 5 Ottobre 1926, pag. 644.

Presidente: Invita l'On. Motta a prendere la parola.

Motta: Per quanto io sappia di trovarmi in un Congresso di tecnici i quali hanno l'invidiabile privilegio di occuparsi esclusivamente di questioni e di problemi tecnici, credo mi consentirete di richiamare la vostra attenzione anche sull'aspetto economico del problema trattato dall'Ing. Ferrerio e sui riflessi che può avere per la utilizzazione delle nostre forze idrauliche.

Voi certamente sapete, perchè è storia vecchia, che l'avvento dell'energia elettrica in Italia è stato il risultato di una lotta diurna fra le Società elettriche e le macchine a vapore.

In questo senso anzi i capi delle Società elettriche italiane sono dei veri benemeriti dell'economia nazionale, e io lo posso dire perchè il destino mi ha chiamato a capo di una Società elettrica quando la lotta era già finita con la vittoria dell'energia idraulica.

Senonchè ci sono molte ragioni per temere che la stessa lotta possa ripetersi. Il progresso termico, se mi è concessa l'espressione, è stato così grande, e conseguentemente il consumo di combustibile è diminuito in misura tale, che è lecito anzi doveroso fin da oggi riflettere al danno che ne potrebbe risentire l'utilizzazione delle forze idrauliche da noi.

L'Ing. Ferrerio vi ha detto che in alcune centrali termiche americane si riesce a produrre l'energia in esercizio corrente, mediante l'impiego di 3500 calorie e anche meno. Per chi, come me, ha fede nel progresso della scienza, soprattutto quando lo stimoli un grande interesse generale, è logico prevedere che questo consumo diminuirà ulteriormente. Ma già quella cifra suggerisce utili considerazioni.

Alcune importanti Società del Gruppo Edison in collaborazione con altre consorelle hanno deciso di costruire a Genova, in porto, una centrale termica che sarà certo la più potente d'Italia. Per ora viene equipaggiata con due gruppi da 25.000 kW ciascuno.

Supponendo che il costo della centrale sia di 1200-1300 lire per ogni kilowatt, come accennava l'Ing. Ferrerio e che la centrale possa funzionare consumando mezzo chilogrammo di Cardiff da 7700 calorie per chilowattora (occorre naturalmente una durata di funzionamento di almeno 3000 ore all'anno) non è infondato sperare che il

chilowattora in queste condizioni possa costare forse 21 o 22 centesimi della lira attuale. Tenendo conto del cambio, ciò vuol dire da 3,7 a 4 centesimi-oro.

Ebbene poi che questo risultato sembra già assicurato dal progresso termico odierno e forse migliorerà nella eventualità di ulteriori progressi e quindi probabili ulteriori diminuzioni nel costo della produzione termica, è legittimo pensare che gli impianti idroelettrici nostrani siano forse destinati a ritrovare nella produzione termica una concorrente temibile.

E' fuori di dubbio infatti che mentre negli impianti termici potrà diminuire il costo di produzione dell'energia, gli impianti idroelettrici necessariamente saranno invece soggetti a maggior costo di costruzione.

La caratteristica del progresso è infatti quella di avvalorare il lavoro umano in confronto di ogni altro bene economico, e quindi di aumentare il costo di tutte quelle opere delle quali il lavoro umano è parte cospicua, come sono appunto gli impianti idroelettrici.

D'altra parte l'energia idroelettrica venduta in Italia oggidì ha dei prezzi che non tengono conto se non di una parte della svalutazione intervenuta nella lira. Il prezzo medio di vendita delle aziende idroelettriche italiane non è stato forse superiore a 20 o 22 centesimi nel 1925, ciò che vorrebbe dire 4 centesimi-oro all'incirca. Esso si è dunque sostanzialmente ridotto a meno della metà del prezzo dell'ante guerra. Anche per questi motivi dunque deve ragionevolmente attendersi un aumento sia pure graduale nel prezzo dell'energia elettrica in Italia anziché una diminuzione.

Per questi motivi non è dunque infondato ritenere che l'avvenire riserverà probabilmente tempi duri agli impianti idroelettrici. Tanto più duri poi per il consumo in luoghi distanti dalle centrali idroelettriche, come sono appunto la Liguria e tutta la zona dell'Appennino settentrionale, nelle quali grandi forze idroelettriche non esistendo, il nuovo consumo dovrà essere fronteggiato o trasportando energia alpina o generando energia termica in loco.

Già fin d'oggi si può ritenere che il trasporto dell'energia alpina a Genova condurrebbe ad un costo non inferiore a quello indicato per la produzione termica. D'altra parte non è possibile illudersi che l'energia appenninica costi meno, perchè notoriamente gli impianti idroelettrici appenninici sono molto più costosi che non gli alpini, per via del regime idrologico troppo vario, epperò sfavorevole, dei minori salti ottenibili e della minor stabilità dei terreni che richiedono maggiori spese di manutenzione.

Nel discorrere di questo argomento, è disagevole fare dei confronti economici senza tener conto delle condizioni in cui si trova la nostra moneta attuale, l'instabilità della quale contrasta col fervore delle iniziative e rende perplessi gli uomini responsabili. E' diventato ormai necessario per un'industria come la nostra che immobilizza centinaia di milioni ogni anno in nuovi impianti, considerarne il costo ed il profitto non già alla stregua di una moneta così instabile come è l'attuale, ma per confronto con una moneta aurea. Non è detto che la moneta aurea possa sempre conservare un valore assolutamente costante. Anzi il progresso moderno ha portato ad una progressiva svalutazione dell'oro. Ciò non toglie che praticamente nulla di più stabile abbiano trovato finora gli uomini.

Queste considerazioni mi permettono di soggiungere che gli impegni di vendita a lunga scadenza esigono assolutamente da parte dell'industria nostra il riferimento dei prezzi all'oro o a qualche altro parametro di maggiore stabilità che non l'attuale lira-carta; ciò non vuol dire che la nostra industria non desideri più di qualsiasi altra che la lira si rivaluti, o almeno raggiunga nel più breve tempo possibile quella stabilità che è attribuito indispensabile della moneta.

Il Governo, auspice il suo Capo, ha preso recentemente dei provvedimenti ai quali la nostra industria può associarsi toto corde.

Farei pertanto invito alla Presidenza di considerare l'opportunità di esprimere al Governo il consenso del Congresso ai provvedimenti adottati per la difesa della lira.

Presidente: Ringrazio l'on. Motta che ha voluto prospettarci il suo punto di vista nel grande problema del costo dell'energia prodotta idraulicamente o termicamente. Egli è in grado di conoscerlo molto bene non solo perchè è un eminente tecnico, ma anche perchè dirige e controlla un organismo colossale. Non posso che associarmi all'augurio fatto dall'Ing. Motta per quanto riguarda la riduzione del prezzo dell'energia termoelettrica in dipendenza dei grandi progressi tecnici che continuamente si compiono; ma esprimo al tempo stesso l'augurio che il costo della energia idroelettrica possa anch'esso gradatamente ridursi, vuoi perchè il costo del kWh è in ragione inversa della grandiosità degli impianti — e la potenza dei singoli va continuamente crescendo — vuoi perchè ha piena fiducia nel graduale miglioramento della nostra moneta.

A questo riguardo mi associo a lui sull'opportunità che anche la nostra Assemblée esprima la sua opinione in merito ai provvedimenti presi dal Governo recentemente, i quali mirano sempre più a ridare alla lira la sua antica potenzialità d'acquisto. Questo però lo faremo nell'Assemblea di domenica, nella quale sarei felicissimo fosse presente anche l'on. Motta. In ogni caso mi farò portavoce delle idee da lui espresse.

Bianchi: Riassume la sua memoria.

G. BIANCHI. — *Alcuni dati sullo sviluppo della trazione elettrica negli Stati Uniti.*

*

Verbale della 4ª Seduta

3 settembre 1926 - ore 9.

Presidente: Apre la seduta e dà la parola all'Ing. Morelli.
Morelli: Riassume la sua conferenza.

E. MORELLI. — *Le Officine di costruzioni elettromeccaniche negli Stati Uniti d'America nel 1926.* — Vedi *L'Elettrotecnica*, vol. XIII, n. 27 del 25 settembre 1926, pag. 613.

Presidente: Ringrazio il Collega Morelli della sua brillante comunicazione spiacente soltanto di non aver potuto accordargli un tempo maggiore. Lo prego vivamente di voler esporre in una memoria quanto egli ci ha così rapidamente esposto.

A proposito del sistema di trazione mono-trifase di cui egli ci ha parlato mi corre l'obbligo di una rivendicazione, l'idea primitiva di quel sistema essendo tutta italiana avendola fatta conoscere il grande professore Ferraris in collaborazione col Prof. Arnò. In proposito voglio anche ricordare un esauriente studio del nostro Prof. Lombardi pubblicato negli Atti della nostra Associazione. Non è pertanto escluso che l'idea americana sia una derivazione di quella italiana, debitamente perfezionata.

Prego il collega Ratti di voler informarci di quanto ebbe occasione di vedere di saliente in America in materia di turbine.

Ratti: Parla della costruzione delle turbine in America illustrando l'esposizione con delle proiezioni.

N. RATTI. — *Turbine.* — Vedi *L'Elettrotecnica*, vol. XIII, n. 33 del 1926, pag. 757.

Presidente: Ringrazio il collega Ratti che abbiamo ascoltato tutti con grandissimo interesse, e dò la parola al Prof. Lombardi.

Lombardi: Parla dei laboratori scientifici americani.

L. LOMBARDI. — *« Il Bureau of Standards » degli Stati Uniti.* — Vedi *L'Elettrotecnica*, vol. XIII, n. 31 del 5 novembre 1926, pag. 710.

Presidente: Ringrazio il Prof. Lombardi per la sua comunicazione. Dò la parola al collega Clerici.

C. CLERICI. — *Illuminazione elettrica e nuove lampade.*

Clerici: Sono molto grato al Presidente Generale che mi ha invitato a dire qualcosa sull'illuminazione anche in questa adunata dedicata ad altri argomenti, perchè questo mi prova che i problemi della illuminazione fin qui trascurati hanno finalmente fissato l'attenzione degli elettrotecnici che dalla loro razionale soluzione possono trarre grandi vantaggi.

Per non ripetere quanto già esposi poco tempo fa alla Sezione di Milano al ritorno dal mio viaggio di studi negli Stati Uniti mi limiterò ad accennare alle più spiccate caratteristiche del movimento americano per una migliore illuminazione.

Anche nel campo della illuminazione come in ogni altro campo della tecnica gli americani hanno per così dire cercato i limiti più lontani raggiungibili. Come nella ricerca della economia di carbone hanno sorpassato i confini della convenienza economica nelle spese di impianto con installazioni fantastiche ad altissime pressioni ed a carbone polverizzato, con turboalternatori anche di 100 mila kW, così anche nel campo della illuminazione non hanno badato a spese per sviscerare ogni problema e rendersi conto del massimo effetto ottenibile in ogni caso colla illuminazione sia dal punto di vista economico che della produzione, dell'igiene e della sicurezza del lavoro come altresì della influenza della razionale illuminazione sugli scambi commerciali.

Siccome l'illuminazione si può ridurre a tre fattori primi per così dire, e cioè una sorgente di luce, degli apparecchi modificatori del flusso luminoso ed infine un occhio umano per percepire la sensazione luminosa così esporrò come, con metodo, ed in laboratori specialmente attrezzati i tre fattori sieno stati studiati a fondo dai colleghi americani.

Per le sorgenti di luce e specie per le lampadine ad incandescenza venne studiato il comportamento di ogni sorta di filamenti ad ogni temperatura ed in vari gas, il che condusse alle moderne lampade cosiddette mezzowatt pel loro consumo ridotto.

Per i mezzi modificatori del flusso furono studiate le caratteristiche di diffusione riflessione assorbimento di tutti gli apparecchi in uso dai più semplici piattelli riflettori ai moderni diffusori, ai fari d'auto, ai più complicati apparecchi diottrici.

Quanto all'occhio è facile immaginare quali studi di fisiologia e di fisica sieno stati necessari per determinare le condizioni più vantaggiose di illuminazione perchè la funzione visiva si esplichi nel miglior modo e colla minor fatica, permettendo produzione più rapida e perfetta ed evitando infortuni.

Nella memoria ho anche toccato la questione economica del movimento per la migliore illuminazione in America. Occorsero certo centinaia di milioni di lire per montare laboratori, pagare operatori e materiali per le prove. Chi ha fatto tali spese? Per la massima parte i fabbricanti di lampade che dall'aumentato volume di affari di illuminazione godono solo un 5 per cento. Ma in America l'industria lampade a motivo degli accordi sui brevetti e dell'alto dazio di protezione

era molto florida e coi cospicui utili poteva far fronte a quelle spese, che portarono ai perfezionamenti tanto vantaggiosi per gli utenti luce.

Easti il dire che tutti i consumatori italiani senza i progressi realizzati nei laboratori americani dovrebbero spendere ogni anno per energia due miliardi di lire in più di quanto spendono per mantenere il livello attuale di illuminazione, livello che è assai basso e valutabile a circa un quinto del livello medio americano.

La mia nota si diffonde poi a parlare del nuovo tipo di lampadine smerigliate internamente che credo sostituirà quasi completamente gli attuali tipi a vetro chiaro o smerigliato esternamente o di vetro bianco.

Le difficoltà incontrate nella preparazione dei palloncini che diventano fragilissimi sono grandissime, ma si evitò tale inconveniente.

Mostro dei diagrammi di comportamento di tali lampadine da cui si può concludere che esse riducono lo splendore del filamento ad un cinquantesimo mentre assorbono solo dall'1 al 2 per cento del flusso luminoso cioè un quinto dei tipi smerigliati esternamente o di vetro bianco.

Il pericolo di abbagliamento viene così notevolmente ridotto. Nell'introdurre tale nuovo tipo in America si prese l'occasione per unificare i tipi con grande vantaggio per fabbricanti e per i consumatori. Mi auguro che altrettanto possa avvenire anche in Italia.

Presidente: Ringrazia l'Ing. Clerici per l'interessante comunicazione e toglie la seduta.

*

Verbale della 5ª Seduta

3 settembre 1926 - ore 21.

Presidente: L'Ing. Guido Semenza non potendo intervenire, mi ha pregato di leggervi la seguente lettera:

Carissimo Presidente,

« Era mia intenzione, accettando il tuo invito, di esporre alla riunione di Brescia alcune osservazioni fatte durante il mio ultimo viaggio negli Stati Uniti: non essendomi possibile per parecchie ragioni intervenire, ti mando queste poche note, che se credi, potrai far leggere.

« Premetto che non ho molto di nuovo da dire, sia perchè i colleghi che mi hanno accompagnato hanno già riferito o riferiranno, con maggiore competenza che non sia la mia, nei campi che formano la loro specialità, sia perchè, impegnato come ero nei lavori e nelle necessità sociali che provenivano dalle cordiali e larghe accoglienze avute laggiù, poco tempo e poca lena mi eran restati per la visita e l'osservazione. Comunque raccoglierò qui sotto qualche nota, alla rinfusa, su argomenti che spero potranno interessare.

« Non conosco quanto i colleghi diranno sulla *Produzione e distribuzione di energia*: noto soltanto alcuni dati, avuti probabilmente da fonti diverse. Così ho potuto constatare dalle registrazioni interne di una grande centrale a vapore nella quale si consuma combustibile polverizzato, i dati di consumo seguenti: con unità da 75.000 kW il consumo medio mensile, compresi tutti gli ausiliari e servizi di officina, era di 3.930 calorie, per kWh consegnato alle linee uscenti, con combustibile da 7.300 cal. per kg: in altre parole 540 gr. di tale combustibile per kWh, cifra che scenderebbe a meno di 500 gr. coi migliori carboni. Questo consumo non è il minimo raggiunto (si è infatti discesi sino a circa 460 gr. in altre centrali) ma il caso citato è interessante perchè è ottenuto senza alcun dispositivo di recupero di calore perduto nell'alternatore, nelle tubazioni od altrove: inoltre si tratta di risultati della cui attendibilità posso rispondere. La conclusione degli ingegneri della Società sono che le spese per la polverizzazione del combustibile sono pressochè compensante dalla maggiore economia di consumo, e che rimane come utile addizionale tutta l'economia risultante dalla minore superficie di caldaie necessarie. Una questione non ancora ben risolta è quella della precipitazione delle ceneri risultanti dalla combustione: il metodo elettrostatico funziona in modo intermittente senza che si siano ancora trovate le cause di questo fatto.

« In tutte le centrali termiche è adottata la separazione netta del quadro di comando dalla sala delle macchine e vi è una larga applicazione di sistemi automatici per il controllo e la regolazione della combustione.

« Come disposizioni speciali di quadri ho visto le seguenti. Come è noto, nelle grandi centrali americane si collocano le apparecchiature delle tre fasi in tre reparti assolutamente separati come costruzione muraria: in alcune centrali si separano anche, portandoli in vari piani sovrapposti, gli elementi degli interruttori: così nel piano superiore sono disposti i meccanismi di manovra, in un piano intermedio i contatti principali e in un ultimo piano disotto gli elementi di interruzione. In un'altra grande centrale era avvenuto qualche volta che un guasto di isolatore aveva prodotto un corto circuito a terra non abbastanza netto per far scattare gli interruttori e quindi assai lungo a localizzare: si è allora introdotto un circuito di terra che corre lungo tutte le sbarre e le apparecchiature, per modo che qualunque guasto trovi una terra netta, la quale è munita poi di indicatori che segnalano in quale sezione del quadro il guasto sia avvenuto.

« Passando ad altro argomento ho avuto ovunque assicurazioni che gli inconvenienti dovuti agli isolatori diminuiscono continuamente, ciò che mostra un continuo progresso nella fabbricazione.

« Un problema che non è ancora risolto (ed è con un certo ram-

marico che ho dovuto constatarlo) è quello della interruzione delle grandissime potenze (ordine dei 400.000 kW). Si hanno infatti in alcuni di questi impianti frequenti scoppi di interruttori, e gli ingegneri d'esercizio sono ancora alla ricerca dell'interruttore che assicuri la continuità del servizio.

« Le grandi difficoltà del procurarsi personale di servizio a condizioni ragionevoli, ha sviluppato e sviluppa sempre più le *Applicazioni domestiche della corrente elettrica*, e di conseguenza si sono venuti perfezionando gli apparecchi relativi. Ad Atlantic City, in occasione della Riunione annuale della N. E. L. A., vi è stata una mostra di apparecchiatura elettrica dove ho potuto esaminare questo tipo di applicazioni e constatare la varietà e la molteplicità delle soluzioni adottate. Si trattava di una esposizione che richiedeva un paio di giornate per essere visitata. V'erano cucine d'ogni tipo e misura, ghiacciaie munite di piccole macchine frigorifere, numerose macchine pel bucato domestico, calandre a motore ed a riscaldamento elettrico e poi ferri da stiro, scope, macchinette per lucidare i pavimenti, masseuses elettriche, ferri da parrucchiere, e così via. E le Società venditrici di energia spingono con ogni mezzo l'impiego di questi apparecchi che rappresentano ormai un largo cespite di guadagno.

« Da noi le condizioni di vita non sono ancora tali da giustificare una sostituzione così completa della macchina alla servitù: ma si ha l'impressione che le nostre Società esercenti trascurino un po' troppo questo campo di attività, che sviluppato in giusta misura, può sollevare un poco la buona massaia dalle fatiche troppo rudi.

« Nelle officine, grandi e piccole vi sono delle caratteristiche che giova ricordare, non perchè tutto ciò che si fa laggiù sia per noi conveniente, ma perchè vi possono essere casi nei quali una saggia imitazione può tornar utile. In generale, nelle officine che lavorano in serie (mass production, come dicono gli americani), i vari pezzi elementari sono mandati a magazzino e ritirati poi pel montaggio. Si tende ora alla abolizione del passaggio da magazzino ed alla conseguente economia risultante dalla soppressa doppia registrazione e dai relativi trasporti.

« La produzione viene quindi ordinata per modo che ogni pezzo elementare subisce le sue lavorazioni successivamente e senza interruzioni, passando da un operaio all'altro a mezzo di opportuni convogliatori, il numero delle macchine per ciascuna operazione essendo pressochè proporzionale alla durata dell'operazione stessa. I pezzi elementari, a lavorazione finita, sempre a mezzo di convogliatori, vengono ad incontrare altri pezzi ai quali debbono essere uniti, e così via fino a che si arriva al collaudo finale. Metodi simili non sono giustificati che da produzioni di grandissime quantità di pezzi.

« Chiunque abbia passione per la meccanica, non può percorrere fabbriche americane senza incontrare ad ogni passo ragioni di interesse, specie nelle macchine automatiche: vi sono trovate di grande ingegnosità, dovute generalmente ai capotecnici, che permettono di semplificare lavorazioni, di renderle più perfette, qualche volta di risolvere problemi di alta difficoltà, e soprattutto di ridurre in quantità e qualità la mano d'opera.

« Meravigliosa come perfezione di lavorazione è l'officina della Weston, i cui strumenti tutti abbiamo usato; non meno interessanti quelli della Sanganò ed i riparti strumenti della General Electric Co. e della Westinghouse ed in altro campo quelle della Automatic Telephon Co.

« Parlando di strumenti non è fuor di luogo accennare alle tariffe. In generale la tariffa più usata è quella a kWh con sconti, ma si va anche diffondendo quella a « massima richiesta ». Per questa si sono perfezionati i contatori che, assieme al consumo in kWh, danno anche una indicazione della massima richiesta in kW, apparecchi un po' complicati, ma di funzionamento sicuro e che eliminano gli inconvenienti dei sistemi a massimo ampermetro. Questi sono invece conservati sotto forma di indicatori kilovoltamperometrici da quelle Società che, con molta razionalità, misurano il consumo in kWh e il massimo in kVA.

« Nelle grandi città e nelle loro zone più centrali continua il sistema di distribuzione a corrente continua con accumulatori e non vi è alcun indizio che si intenda abolire tale sistema, il solo che garantisca l'assoluta continuità del servizio.

« Continua negli Stati Uniti la campagna pel collegamento delle reti, ma soprattutto per giungere alla soppressione delle centrali a consumo elevato: e vengono costruite largamente linee di collegamento a 120.000 V ed anche a 220.000 V: i loro problemi a questo riguardo differiscono alquanto dai nostri e sono, sotto molti rapporti, più semplici.

« Una parola sui *Telefoni*. Molte reti sono manuali, ma il servizio è fatto così bene che non si sente il bisogno di cambiarlo in automatico. Ciò dipende sia dalla bontà delle installazioni, sia soprattutto dalla perfezione del servizio. Ciononostante il sistema automatico si va rapidamente estendendo e ciò per l'economia che offre nell'esercizio e anche per le migliori soluzioni che permette, specie nel collegamento dei piccoli centri e dei distretti rurali.

« Applicazioni elettriche sono anche quelle alle *Segnalazioni stradali per la regolazione del traffico*, che sono state assai perfezionate in questi ultimi anni e che sono oggi di attualità anche da noi. Specialmente degno di nota è il sistema sviluppato a Chicago e usato per il rione centrale della città, che è formato da una scacchiera di strade a traffico intensissimo. La regolazione di questo traffico è ottenuta con segnali luminosi, comandati da una stazione centrale automatica, la cui caratteristica è formata dal fatto che con grande facilità le durate di arresto e di marcia dei veicoli possono essere aggiustate, strada

per strada. Con questo il volume di traffico può essere adattato alle necessità: a seconda delle ore il traffico nord-sud può essere maggiore di quello est-ovest o minore, e il sistema permette di tenerne conto.

« Terminerò queste mie disordinate e disadorne note parlandovi di un vecchio amico: Edison. Abbiamo ritrovato il grande inventore ormai ottantunenne, vegeto e sano nel suo laboratorio al quale dedica tutto il suo tempo. La sua mente è ancor fresca ed agile: peccato che la sordità quasi completa renda difficile e penoso il comunicare con lui.

« Ma quando si riesce a porgli una questione, la risposta è sempre precisa ed umoristica. Che cosa egli faccia nel suo laboratorio non è facile a dire: ho visto evidenze di studi sui cementi, sul fonografo, sulle pile alcaline; ma si ha l'impressione che ormai lavori più per propria soddisfazione che per fare ricerche coordinate a qualche scopo preciso ».

Invita l'Ing. Palestrino a parlare sulle sue impressioni del viaggio in America.

C. PALESTRINO. — *Esercizio dei grandi impianti elettrici.*

Palestrino: Prima di riferire succintamente sulle constatazioni da noi fatte nel recente nostro viaggio negli Stati Uniti d'America, ci sentiamo il dovere, se l'Illustre nostro Presidente lo permette, di far precedere una spontanea parola intesa ad esprimere pubblicamente in questo consesso di elettrotecnici, la nostra riconoscenza ed il nostro « grazie » ai colleghi americani che ci hanno accolti, — l'On. Ponti e noi, — non solo con la cordialità propria alle persone colte e gentili, ma altresì con l'affettuosità derivante da una simpatia ispirata, non diremo alle nostre persone che possono non contare, ma certamente e con maggior importanza al Paese di cui siamo Figli ed in particolar modo con espressione di riguardoso assentimento all'attuale nostro regime.

E la stessa accoglienza abbiamo trovato ovunque, all'Est come al Centro, come all'estremo Ovest della grandissima Nazione, in ogni campo, in ogni Società, sicchè ci siamo sinceramente detti che se gli americani fattivi sono nel loro Paese come quelli di vecchia e nuova conoscenza colà incontrati, ben si può dire che l'accusa di poca sentimentalità nella mente e nel cuore americano sia una pura leggenda.

Gli ingegneri americani tutti, che noi abbiamo avuto fortuna d'incontrare, furono larghi di informazioni, tutto mostrarono, parlando con sincerità dei loro successi come dei loro errori, senza restrizioni, senza falsi amor propri.

I nostri rapporti con i colleghi di America trovano sintesi in queste nostre due ben radicate sensazioni, e cioè: che i tecnici americani 1) seguono con particolare studio i nostri sforzi scientifici e pratici nel campo idroelettrico; 2) mentre manifestano una spontaneità quasi passionale nell'insegnarci i risultati da essi conseguiti, dimostrano insieme un desiderio vivissimo, altrettanto spontaneo, non contenuto dalle ritorte dall'orgoglio nazionale, di imparare da noi i nostri risultati, che essi ammettono aprioristicamente, quasi conseguenza di una riconosciuta nostra elevata capacità scientifica.

Altri prima di noi avranno fatto certamente le stesse constatazioni. Non importa. Giova ripeterlo perchè le nostre parole le sentano anche le giovani reclute della nostra famiglia Elettrotecnica.

E sia concesso a noi di ricordare fra tutti tre nomi: *Edison, Lieb, Faccioli*!

Edison: il nome stesso non ha bisogno di essere illustrato e dice tutto: della sua simpatia verso di noi italiani basta solo ricordare le parole da questo Uomo pronunciate all'indirizzo del nostro Paese e di Mussolini, parole a tutti ormai note.

Lieb: il grande amico degli italiani che ha saldo nel cuore l'affetto alla nostra terra perchè fra noi Egli fu uno dei primi lavoratori nella Società Edison di Milano, egli è l'uomo sul quale ogni buon elettrotecnico italiano può fare serio affidamento se in tanto lontana terra è costretto a cercare una strada per il suo avvenire.

Faccioli. . . la fiaccola d'italianità nel Nuovo Mondo, costante fiaccola che arde per il buon nome d'Italia, pronto anch'egli ad aiutare nella sua eminente posizione chiunque domanda aiuto. Egli ci fu largo di preziose informazioni e di consigli utilissimi per gli studi delle linee ad altissima tensione.

Egli vive in America ma ha il cuore in Italia. Lasciandoci ci gridò commosso con nostalgico senso di ricordo: « Salutatemi gli amici di laggiù che tutti e sempre ricordo... » e qui sono certamente presenti molti di questi amici che egli ebbe compagni sui banchi della scuola ed amici poi, sempre ed indimenticabilmente.

A questi uomini, agli altri eminenti elettrotecnici americani che non nominiamo perchè troppo numerosi, i quali tutti gareggiarono nel renderci onori e cortesie, dandoci simpatiche dimostrazioni di cordiale ed amichevole interessamento al nostro viaggio di studio, mandiamo il nostro riverente e riconoscente saluto.

L'oratore prosegue quindi esponendo la sua comunicazione: « Esercizio dei grandi impianti elettrici americani ».

Presidente: Ringrazio il collega Palestrino per le interessanti osservazioni esposte e che sono importantissime per noi. Assicuro l'Ing. Palestrino che mi renderò interprete del suo desiderio credendo così di interpretare anche quello di tutti i colleghi che furono in America per rendere il dovuto omaggio agli ingegneri americani per le cortesie, le gentilezze, direi quasi la liberalità con cui sono venuti incontro ai colleghi italiani. Non mancheremo di inviare anche il nostro ringraziamento particolare al collega Faccioli che volle accogliere i nostri colleghi con fraterna amicizia.

Dò la parola all'Ing. Reborà.

G. REBORÀ. — *La temperatura di regime degli avvolgimenti.* — Vedi *L'Elettrotecnica*, vol. XIII, n. 23-24 del 15-25 agosto 1926, pag. 533.

Reborà: Parla della temperatura di regime degli avvolgimenti degli alternatori.

Voglio comunicarvi le mie ricerche riguardo al metodo di misura delle sovratemperature. Tutti sanno che il modo più semplice è quello di usare il termometro, e per quanto questo sistema di misura sia qualche volta disprezzato, credo invece che bene adoperato esso possa dare risultati abbastanza attendibili. Altro metodo di determinazione è quello « per resistenza » deducendo la temperatura finale di un avvolgimento da una misura di resistenza a freddo e da una successiva misura quando la macchina è a regime.

Il procedimento è di uso generale, ma chi l'adopera si trova di fronte spesso a serie difficoltà. Ho voluto cercare gli errori che si commettono nelle misure di questo genere. Intanto bisogna tenere presente che quando si misura la temperatura per resistenza si giunge ad una media delle temperature lungo l'avvolgimento e non al valore massimo che è quello che si vorrebbe determinare. Bisogna tener presente che le grandi macchine rotanti richiedono un tempo notevolissimo per fermarsi (20 minuti, mezz'ora). Frattanto la macchina si raffredda. Per la misura delle resistenze, si può adoperare il voltmetro o l'amperometro, il ponte, o dispositivi voltmetrici con resistenze tarate. Qualunque sia il metodo mi sono preoccupato di vedere quale fosse l'errore a cui andavamo incontro nella determinazione della temperatura dato un certo errore nel rapporto tra le resistenze a caldo ed a freddo.

Il calcolo dice che nei limiti delle temperature usuali, fra 50° e 100°, l'errore sul valore della temperatura è da 5,5 a 3,2 volte l'errore fatto nella determinazione del rapporto tra le resistenze. Cioè un errore del 2 per cento nella misura elettrica falserà di circa 11 % ÷ 6 % la temperatura cercata.

L'oratore riassume quindi la sua memoria: « L'isolamento degli avvolgimenti ». — Vedi *L'Elettrotecnica*, vol. XIII, n. 23-24 del 15-25 agosto 1926, pag. 531.

Presidente: Ringrazio il collega Reborà per le importanti dimostrazioni pratiche e chiedo ai colleghi se desiderano interloquire in merito alle considerazioni da lui svolte.

Vannotti: Sono anch'io d'accordo col Prof. Reborà che la maggior parte delle avarie che si verificano negli avvolgimenti delle macchine e dei trasformatori sia dovuta a corti circuiti che si producono per sovratensioni tra spire contigue, e mi auguro che il nostro Comitato Elettrotecnico prenda l'iniziativa di stabilire nelle Norme di collaudo del macchinario anche una prova di tensione tra spira e spira di singole bobine o spezzoni di bobine scelte a caso. Questa proposta dovrebbe naturalmente essere fatta al Comitato Elettrotecnico Internazionale perchè venga adottata in tutti i paesi. In occasione della discussione relativa si potranno stabilire le modalità e i limiti di tensione più convenienti per le prove anche allo scopo di evitare delle esagerazioni. Così, ad esempio, le esperienze hanno dimostrato che le sovratensioni possibili durante l'esercizio dei trasformatori non sono le stesse in tutte le bobine di una stessa fase, ma raggiungono un massimo soltanto verso le estremità delle singole colonne dell'avvolgimento. Sarebbe inutile pertanto prescrivere la stessa prova di isolamento per tutti gli elementi dell'avvolgimento.

Dissentito però colla proposta dell'Ing. Reborà per quanto riguarda la durata della prova in discorso.

Questa ha lo scopo di accertare la resistenza di un elemento dell'avvolgimento alle sovra tensioni fra spira e spira, dovute ai cosiddetti fenomeni transienti. E' noto che queste sovratensioni si riducono ad una frazione di periodo (della frequenza della macchina) e quindi hanno una durata infinitamente più piccola di quella proposta dall'Ing. Reborà per la prova. Pur ammettendo che queste onde di sovratensioni si ripetano, in determinati casi particolari di esercizio, a intervalli frequenti, mi sembra che la durata della prova di tensione massima non dovrebbe essere superiore a qualche secondo. Per chiarire questo concetto citerò il risultato di alcune prove da me fatte alcuni anni or sono su bobine di grossi trasformatori ad alta tensione le cui spire contigue poterono sopportare per un minuto primo una tensione di 120.000 volt prima che l'isolante fosse perforato. Due altre spire della stessa bobina, sottoposte ad una prova di tensione che cresceva rapidamente, ebbero l'isolante perforato a 165.000-170.000 volt circa, ossia ad un valore assai superiore a quello della tensione che altri elementi dello stesso avvolgimento hanno potuto sopportare per la durata di un minuto.

Per le macchine di piccola potenza le cui bobine elementari sono costituite da molti fili, non si potrà adottare convenientemente la prova di tensione proposta, perchè altrimenti si dovrebbe ricorrere a costruzioni troppo complesse e poco pratiche. In questi casi, e quando si tratti di alte tensioni, sarà opportuno munire le macchine rotanti di trasformatori elevatori, le cui bobine si possono isolare convenientemente senza ricorrere a costruzioni anormali.

Presidente: Mi dispiace che non sia presente a questa discussione il collega Morelli che è Presidente del sottocomitato Norme del Comitato Elettrotecnico, il quale potrebbe avocare a sé lo studio di queste osservazioni. L'anno prossimo questa discussione potrà es-

sere portata davanti alla Commissione Elettrotecnica Internazionale per stabilire norme precise riguardo alla durata di queste sovratensioni.

Picker: Un minuto, se mi permettete, ho un'osservazione. Il caso di piccole macchine citato dall'Ing. Reborà, è un caso tipico dove, almeno sinora, per ragioni costruttive e di prezzo, non si è potuto aumentare molto l'isolamento interno, tra spira e spira, come sarebbe desiderabile. Voglio quindi solamente notare che è sempre possibile venire in aiuto all'isolamento tra spire contigue contro le sollecitazioni di origine esterna ricorrendo a quei mezzi che permettono di ridurre e neutralizzare queste sollecitazioni provenienti specialmente dalle onde migranti e dai fenomeni ad alta frequenza. Questo credo sia mio dovere di notare, in seguito a quanto si è detto prima a proposito delle protezioni.

Presidente: Nessuno domandando più la parola chiudo la discussione.

Notizie delle Sezioni

SEZIONE VENETA.

Approvata, nella seduta sezionale tenuta il giorno 8 dicembre 1925 a Venezia, alla presenza di numerosi soci, la relazione morale e finanziaria dell'esercizio 1924; approvato il bilancio relativo, nonché la proposta di aumento della quota annua sezionale per il 1926 a L. 55 per i soci individuali e a L. 150 per i soci collettivi, l'attività della Sezione fu ripresa nel 1926 con numerose manifestazioni.

E precisamente il 10 maggio ebbe luogo a Padova una interessante relazione del Dott. Balbino Del Nunzio sulle sue ricerche su *la misura elettrica della velocità dell'acqua*; il 13 maggio un numeroso gruppo di soci visitava gli impianti idroelettrici delle Limentre e del Brasimone, squisitamente accolti dagli Ingegneri delle Ferrovie dello Stato, e rispettivamente dai dirigenti della Società Bolognese di Eletticità; il 28 maggio infine a Padova aveva luogo la conferenza del Ch.mo Prof. Giuseppe Revessi su *La funzione economica della produzione dell'energia*, conferenza già pubblicata per disteso su questo giornale.

Intanto, colla collaborazione attiva di alcuni soci della Sezione, si apriva a Padova, alla Fiera Campionaria, una interessante mostra di apparecchiatura elettrica, già a parte descritta in questo giornale; mostra alla quale si accompagnava anche una interessante esposizione di radio apparecchi organizzata dal locale Radio Club.

E il 7 giugno il Presidente di questo Club, Prof. G. Saggiori teneva ai nostri consoci, adunati a Padova, una interessante conferenza su *La riproduzione dei suoni in radiotelegrafia*, facendola seguire da audizioni e da interessanti esperimenti di trasmissione.

Il 14 giugno trovava i soci ancora riuniti a Padova per ascoltare una conferenza dell'Ing. G. Fracanzani su *Le prese di terra*; mentre due giorni dopo aveva luogo, col graditissimo intervento del Presidente generale, Prof. Sartori, l'adunata per la visita ufficiale alla mostra; visita che veniva poi seguita da un pranzo sociale, che fu cordialissima riunione di un'ottantina di soci, chiusa da applauditi discorsi del Prof. Lori, Presidente della Sezione, del Prof. Sartori, Presidente generale, del Gr. Uff. Ing. Croce a nome degli Industriali, e del Sen. Indri, Presidente della Fiera.

Il 17 giugno poi il Gr. Uff. Ing. Prof. Coen Cagli intrattenne il vivo interessamento dei soci e di numerosi invitati con una particolareggiata descrizione de *Il Porto di Marghera*; opera da lui diretta.

E infine il 25 giugno in un'ultima riunione i soci ascoltavano la dotta conferenza del Prof. B. Del Nunzio su *l'Irradiazione per luminescenza*.

Personale

L'Ing. Francesco Abbolito, in seguito a concorso è stato chiamato a Roma ad occupare il posto di Ispettore di 1^a classe presso l'Istituto Sperimentale delle Ferrovie dello Stato, come tecnico specialista metallurgista.

L'A. E. I., la quale a sensi del suo Statuto dovrebbe pubblicare i suoi Atti una volta all'anno, è giunta, a poco a poco, a dare gratuitamente ai suoi Soci una ricca rivista trimensile che costituisce ogni anno un grosso volume di circa 1000 pagine. - Il notevole successo è dovuto essenzialmente al continuo incremento del numero dei Soci. - Nuovi ed importanti risultati potrebbe conseguire l'A. E. I. in un futuro prossimo, se ogni Socio si facesse centro di propaganda e, fra le sue conoscenze, procurasse almeno un nuovo iscritto all'Associazione.

L'ELETTROTECNICA

GIORNALE ED ATTI DELLA

ASSOCIAZIONE ELETTROTECNICA ITALIANA

REDAZIONE ED AMMINISTRAZIONE: VIA SAN PAOLO, 10 - MILANO - TELEFONO N. 82-372

REDATTORE CAPO: A. BARBAGELATA - REDATTORI: U. BORDONI - M. SEMENZA - G. VALLAURI

SEGRETARIO DI REDAZIONE: R. SAN NICOLÒ

È GRADITA LA COLLABORAZIONE DEI LETTORI - GLI ARTICOLI DI INTERESSE GENERALE ACCETTATI DALLA REDAZIONE SONO COMPENSATI
GLI SCRITTI DEI SINGOLI AUTORI NON IMPEGNANO LA REDAZIONE E QUELLI DELLA REDAZIONE NON IMPEGNANO L'A. E. I.
I MANOSCRITTI NON SI RESTITUISCONO

Le elezioni generali.

Il 28 corrente, presso l'Ufficio Centrale a Milano, avranno luogo le operazioni di scrutinio alle quali qualsiasi socio può assistere. Le schede pervenute dalle varie Sezioni sommano ad oltre 2000, cosicchè sono state notevolmente superate le percentuali di votanti avutesi nelle passate elezioni. Del che siamo assai lieti, per l'A. E. I. e per i nuovi eletti.

Lampade smerigliate.

Alla serie delle « Impressioni d'America » appartiene la comunicazione fatta a Brescia dall'Ing. C. CLERICI della quale diamo oggi il testo. Anche il Clerici si è soffermato sulla grandiosa organizzazione industriale degli Stati Uniti, parlando dei grandi laboratori di ricerca creati laggiù dalle grandi fabbriche di lampade. E per mostrare l'utilità pratica di siffatte istituzioni, il Clerici ha parlato a lungo delle nuove lampade con palloncino di vetro smerigliato internamente, anzichè esternamente, le quali sembrano rappresentare oggi la novità più saliente nel campo della illuminazione elettrica. La smerigliatura del globo ha lo scopo — ben noto — di ridurre i fenomeni di abbagliamento, ma provoca in pari tempo un notevole assorbimento di luce a tutto scapito del rendimento della lampada. La smerigliatura interna, anzichè esterna ha solo il vantaggio di rendere più facile la pulitura delle lampade in esercizio; ma la peculiarità della nuova lampada sta nell'aver potuto realizzare, con opportuni trattamenti, un tipo di smerigliatura che pur eliminando praticamente ogni abbagliamento, riduce ad una percentuale economicamente tollerabile l'assorbimento di luce. Risultato reso possibile da una lunga serie di tentativi e di ricerche sistematiche quali solo laboratori largamente dotati possono intraprendere con speranza di successo.

Misura elettrica della velocità dell'acqua.

Ancora un esempio del grandissimo aiuto che le misure elettriche possono dare ai più disparati generi di misure, nei più disparati campi della tecnica. Ci siamo recentemente occupati di un metodo di misura delle portate liquide del collega Barbagelata nel quale il Ponte di Wheatstone era di ausilio prezioso ⁽¹⁾: nel metodo oggi descritto dal Dr. DEL NUNZIO è ancora il ponte di Wheatstone lo strumento adoperato, ma il metodo è completamente diverso e si ricollega invece agli studi del Collega Bordini per la misura delle piccole velocità dei gas. Il Del Nunzio utilizza infatti il raffreddamento che un filo sottile, percorso da corrente elettrica subisce quando sia immerso in una corrente d'acqua. Sull'argomento, l'Autore tenne una comunicazione alla Sezione Veneta fin dal maggio scorso, ed il manoscritto ci pervenne fin dall'agosto (quando si era in piena preparazione pel Congresso di Brescia), ma per varie ragioni non poté essere prima pubblicato. L'autore ci ha contemporaneamente inviato un secondo lavoro sullo stesso argomento, che speriamo di poter pubblicare nel prossimo numero.

LA REDAZIONE.

(1) Questo giornale, 15 febbraio 1926.

I Soci vitalizi o perpetui sono i più benemeriti della Associazione. - - - -

ILLUMINAZIONE ELETTRICA E NUOVE LAMPADE

C. CLERICI



Comunicazione alla XXXI Riunione Annuale dell' A. E. I.
Brescia - Settembre 1926

Egredi Colleghi,

Il nostro ottimo Presidente Generale mi ha invitato a dirvi qualcosa sulla illuminazione, ed io sono molto lieto di rilevare che a questo ramo della elettrotecnica, fin qui troppo negletto, si comincia a dare la importanza che merita.

Se io non avessi già fatto alla Sezione di Milano una comunicazione, al mio ritorno del viaggio di studio agli Stati Uniti, dicendo delle principali cose da me osservate, ve le esporrei ora; ma poichè la rivista « Energia Elettrica » ha già pubblicato il mio sproloquio e ne abbiamo degli estratti, preferirete leggerveli, non fosse altro che per prendere sonno.

Riassumendo le mie impressioni d'America, vi dirò che sono stato veramente sorpreso del modo positivo con cui si studiano i problemi attinenti alla illuminazione, anche quelli la cui soluzione sembra tanto facile.

Non avete un'idea dei laboratori messi a disposizione degli studiosi e dei materiali e facilitazioni di ogni specie di cui possono godere.

Quando poi si vedono migliaia di tecnici ben stipendiati che passano tutto il loro tempo a far prove di lampade, di apparecchi, di effetti luminosi in ogni campo, la mente corre subito ad una stima del costo di tale grandiosa attività. Sono certo cifre dell'ordine di qualche centinaio di milioni di lire che saranno state spese nel montare laboratori, nel pagare dei Tecnici, nel consumare materiali in prova.

E viene fatto di pensare se realmente valeva la pena di tanto sacrificio di denaro, e come vi sia stato chi abbia avuto il coraggio di spingersi tanto innanzi in tali studi.

Ed allora risalta una caratteristica generale dei nostri colleghi Nord-Americani, quella da spingersi in ogni campo al limite.

Per esempio, nel campo della produzione della energia elettrica per via termica, sapevamo anche noi che aumentando le pressioni, surriscaldando il vapore, abbruciando meglio il combustibile, si ottiene una economia.

Orbene, in America, la corsa al risparmio di combustibile è diventata frenetica.

Si polverizza il carbone soffiandolo nelle caldaie, si tentano le 70 e fino le 90 atmosfere e si vuole arrivare ai 400 grammi di consumo per kWh. Pare che i 450 si siano realmente raggiunti in condizioni specialmente favorevoli di esercizio, ma a qual prezzo!

Noi avevamo nel casellario del nostro cervello una certa immagine tipo del locali Caldaie. Una corsia con delle facciate a sportelli in cui si introduceva il carbone e si vedevano dentro le fiamme.

Questa immagine semplicista non serve più. In una centrale recentissima per alcuna centinaia di migliaia di kW (ora le unità preferite sono di almeno 50.000 kW ed ho già visto in costruzione turboalternatori da 75 mila kW ed in progetto per 100 mila), la sala macchine pareva una delle nostre un po' più grande, la parte servizi accessori condensatori, pom-

pe etc., era già spettacolosa, ma quando si arrivava alle caldaie non ci si raccapazzava più. Pareva di essere nelle quinte di un grandioso palcoscenico con 7 od 8 ordini di impalcature di ferro, tubi a fasci, motori per ogni dove, niente carbone in vista, nè fuoco. Mi è proprio venuto spontaneo di chiedere: ma il fuoco dov'è? E mi hanno fatto salire al quarto o quinto piano, dove un bucherellino munito di vetro azzurro si poteva vedere un vortice incandescente che si precipitava in un gorgo.

Robe fantastiche da far restare a bocca aperta.

Ma poi veniva spontanea la domanda: ma quanto costa tutta questa messa in scena? E sentivate dirvi che costava l'impianto per solo macchinario, edifici ed accessori esclusi, da 200 dollari in su fino a 250 per kW installato. Ed allora fate subito mentalmente il conto che per avere la convenienza a fare di tali impianti, anche supposto di arrivare a risparmiare 600 grammi di carbone per kWh, che valgono da noi 12 cent., bisognerebbe funzionare per un po' più delle 8760 ore dell'anno solare per compensare la spesa di interessi ed ammortamento del maggior immobilizzo di capitale.

Se uno di tali impianti dovesse funzionare come da noi per un migliaio di ore, la quota spese fisse porterebbe il costo del kWh al doppio od a tre volte tanto quanto costa con impianti meno moderni.

Noi dobbiamo mandare tutti i nostri biglietti da visita col P. R. ai colleghi americani per aver fatto loro la prova del limite minimo di consumo raggiungibile, ma quanto a copiare i loro modernissimi impianti, prudenza! Ma veniamo alla luce:

In questo campo pure gli Americani hanno cercato i limiti, ma in un altro senso.

Hanno voluto cioè indagare le migliori condizioni della illuminazione per ogni sua applicazione, sia nella illuminazione pubblica che privata, per le officine, per le scuole e per tutte quelle altre applicazioni che noi diremo minori ma che in America hanno assunto proporzioni imponenti, quali la illuminazione dei veicoli d'ogni qualità e specialmente delle automobili con particolare riguardo ai fari, tanto utili e tanto pericolosi per il fenomeno di abbagliamento. Nè vennero trascurate le applicazioni alle proiezioni, la illuminazione per réclame, le svariatissime applicazioni a segnali e cartelli avvisatori e per controllo del traffico, applicazioni mediche, fino alla illuminazione per feste quali quella dell'albero di Natale che richiede annualmente qualcosa come trenta milioni di lampadine speciali.

E poichè l'illuminazione artificiale consta essenzialmente di tre fattori primi, per così dire, e cioè: di una sorgente di luce, dei mezzi modificatori del flusso luminoso, e dell'occhio umano che deve percepire gli oggetti ricevendone, riflesso o trasmesso, il flusso luminoso che li ha colpiti, potete subito formarvi un'idea della estensione e varietà degli studi che furono necessari.

Studio delle sorgenti di luce: Ormai la tecnica della illuminazione elettrica è quasi esclusivamente basata sulle lampade ad incandescenza che offrono quasi tutte le possibilità di risoluzione di problemi pratici, data la grande varietà di caratteristiche che si possono avere per intensità, tensioni e rendimenti.

Gli archi sono quasi confinati alla storia ed i gas luminescenti sono ancora piuttosto esperienze di laboratorio, con pochissime pratiche applicazioni.

Lo studio della lampada ad incandescenza non è così semplice come si potrebbe pensare. Esso coinvolge lo studio dei corpi che riscaldati possono vantaggiosamente emettere luce, come il carbone e soprattutto il tungsteno e quindi sua metallurgia, suoi comportamenti, emissività, vaporizzazione, cristallizzazione, ecc.

Poi altri problemi si connettono alla forma da dare al filamento nella lampadina: se teso o spiralizzato e con quali caratteristiche, poi la emissività in lumen più conveniente per la durata e per la colorazione della luce: poi problemi sul cristallo dei palloncini, sulla forma, ecc.

E per questi studi vi sono numerosi laboratori specialmente attrezzati per ogni singola ricerca.

Passando al secondo fattore: apparecchi modificatori della luce, si apre un'altra serie di problemi della riflessione, della rifrazione, della trasmissione, dell'assorbimento, della colorazione.

Siccome il complesso degli studi ha dimostrato la quasi impossibilità e certo la non convenienza di usare lampade nude se non in casi specialissimi, era importante sapere in qual modo ogni apparecchio proposto, dai più semplici piattelli riflettori ai più complessi sistemi diottrici modificasse il flusso luminoso e quale ne fosse il rendimento.

Quindi grandi laboratori fotometrici, ciascuno attrezzato per le speciali prove a cui si destinava. Particolarmente interessanti le gallerie oscure per lo studio dei fari d'automobili e gli speciali teatrini per lo studio della illuminazione stradale, riproducenti in scala 1:100 differenti tipi di strade.

Infine, resta l'ultimo fattore: cioè l'occhio e la visione. Pare strano che si fosse quasi perduto di vista in fatto di illuminazione che tutto è inteso a far funzionare l'occhio. Senza occhi per vedere esiste della energia di movimento ma non esiste luce nè illuminazione. E l'occhio che trasforma tale energia in sensazione visiva, ha le sue caratteristiche e le sue leggi di funzionamento che non si possono impunemente violare.

Per determinare le caratteristiche dell'occhio e le leggi della visione, si richiesero altre serie di esperienze di ottica fisica e di fisiologia e quindi altri importanti laboratori.

Ed ora, riprendendo il filo del mio dire primitivo, vorrei rispondere alla domanda che mi sono posto, e cioè se valga la pena di tanta fatica e spesa.

E debbo concludere che sì, a tutti i punti di vista.

Cominciamo a vedere chi ha fatto le spese.

Nella massima parte furono sostenute dalle fabbriche di lampade, le quali poi, nell'incremento del volume di affari conseguente a tutti tali studi, e relativa propaganda, beneficiano solo di un 5 per cento del totale. E' veramente sorprendente che le cose siano andate così, ciò che da noi non avrebbe potuto capitare.

Ma le fabbriche di lampade americane avevano saputo, colla protezione doganale, coi brevetti, colle intese commerciali, con tutta quella linea di condotta pratica che tanto dà sui nervi dei nostri liberali e liberisti, avevano saputo, dico, crearsi un monopolio di fatto e quindi, anzichè vendere le lampadine al puro costo, cercavano di averne un forte utile, con che ebbero a disposizione i milioni occorrenti pei laboratori.

Da noi si griderebbe: « poveri consumatori svaligiati dagli ingordi industriali ». Aspettate un momento a lanciare il vostro anatema e seguite il mio ragionamento.

Supponete che la nostra bella Italia sia l'unica terra emersa dal pianeta Terra. Da noi niente dogana, quasi niente brevetti, libera concorrenza in luogo di trust e quindi i felici consumatori hanno pagato le lampadine al prezzo di costo e spesso al di sotto.

I fabbricanti si sono conservati puri, ma poveri e con questa loro francescana virtù non hanno potuto nè impiantare laboratori come quelli di Nela Park o di Schenectady, nè assicurarsi la collaborazione di studiosi, perchè i frati fisici e i frati chimici al pari dei frati uccellini, vogliono il loro becchime, chè senza soldi non si può avere in questo mondaccio corrotto.

Orbene in questa Italia, supposta unica terra del mondo, da quando venne introdotta la illuminazione elettrica, una quarantina di anni fa, ad oggi, si saranno consumate in tutto trecento milioni di lampade, esageriamo e diciamo 400 milioni.

Ma senza laboratori, senza studiosi, è troppo evidente che saremmo rimasti ai filamenti di carbone, con una resa di circa 3 lumen per watt, invece dei 10 o 12 di media attuale, tra lampade a tungsteno nel vuoto ed in gas.

Ora noi sappiamo che lo Standard di illuminazione in Italia è molto basso in via assoluta e dovrà essere aumentato. Occorre maggior luce nelle officine per produrre più e meglio ed evitare infortuni; maggior luce nelle scuole e nelle case per non rovinarci gli occhi, maggior luce nelle strade per evitare accidenti; è certo che lo standard di illuminazione dovrà rapidamente aumentare e di molto in confronto all'attuale.

Ma per questa illuminazione attuale deficiente e, pur usando le lampadine moderne perfezionate nei laboratori americani, i consumatori italiani spendono circa 700 milioni all'anno di sola energia.

Se quindi l'Italia fosse stata sola, per avere oggi l'attuale standard deficiente ottenuto con lampadine a carbone, dovrebbe spendere in più almeno due miliardi ogni anno, con un continuo crescendo. Se i consumatori invece fossero stati lungimiranti ed avessero pagato le lampadine soltanto una lira di più per tutti i quarant'anni, i nostri fabbricanti di lampade avrebbero potuto montare dei laboratori, popolarli di studiosi e certo sarebbero arrivati ai perfezionamenti ottenuti dagli americani.

Pensate che affare con 400 milioni versati scalarmente in 40 anni, avere un risparmio di due miliardi all'anno!!!

Vien voglia di citare il proverbio: Chi più spende, meno spende; e, trattandosi di illuminazione e di occhi, anche l'altro: « il buon mercato mena l'uomo all'ospedale ».

Posso quindi rassicurarvi che nel campo nostro le ingenti somme spese dagli americani furono ben spese.

Ma questa loro tendenza di arrivare ai limiti ha anche rag-

giunto altri importanti risultati pratici. Si sono infatti resi conto dei minimi di illuminazione necessari in ogni condizione perchè l'occhio possa funzionare normalmente senza suo danno e rendendo possibile anche di notte esplicare collo stesso rendimento e sicurezza quelle attività che distinguono la vita dell'uomo da quella degli animali.

E ne venne la constatazione che gli standards usuali di illuminazione sono molto al di sotto di quei minimi necessari.

Per riparare a tale deficienza si organizzarono le campagne di cui già sapete, che tendono a recare grandi vantaggi materiali igienici e morali alla umanità, ma che richiedono un enorme incremento di impianti e quindi uno sviluppo considerevole di tutte le industrie elettrotecniche.

Non bisogna però credere che il risultato di tante fatiche nel campo della illuminazione sia qualcosa di appariscente.

Tranne le reclames luminose, che sono appunto intese a violentare, per così dire, l'attenzione dei passanti collo splendore eccessivo e la varietà di colori e di giochi di luce, la illuminazione razionale degli ambienti non richiama l'attenzione di chi vi entra. E' quel che occorre per vedere ciò che si deve vedere e non per farsi notare come illuminazione.

Ora, tutto quello che è normale appunto perchè tale sfugge alla nostra attenzione.

Quando il nostro cuore batte regolarmente, quando il nostro stomaco digerisce bene, noi non abbiamo alcuna sensazione di avere cuore e stomaco, ma se ci capita un cardiopalma od una dispepsia, allora si che l'anormalità del funzionamento ci fa sembrare di essere tutto cuore o tutto stomaco...

Così, entrando in una sala ove splendono molte lampadine nude, ci pare di entrare in un ambiente pieno di luce, perchè i nostri occhi abbagliati sono soggetti ad ogni sorta di sforzi reattivi per difendersi, ma quanto ad illuminazione è un altro affare. In tali ambienti, che ci sembrano sfarzosamente illuminati, se ci mettiamo ad osservare oggetti minuti, può darsi che colle nostre pupille ristrette e le nostre retine affaticate, non riusciamo a vedere bene.

La buona illuminazione è qualcosa di tranquillo che non ci dà sensazioni troppo violente, ma che ci permette di esprimere senza sforzo la funzione visiva.

Prima di chiudere questa mia parlata, voglio rispondere ad una domanda che vedo nei vostri occhi e che si rivolge volentieri a chi torna d'oltre oceano:

Che novità ci sono in America?

Sì, per la luce ci sono anche delle novità e precisamente le lampadine « inside frosted » cioè smerigliate internamente, di cui io vi presento alcune fatte in Italia.

A tutta prima non vi parrà che sia una grande novità, ma io vi assicuro che è una cosa importante e che, nel prossimo avvenire, tutte le lampadine che userete saranno di tale tipo.

Perchè?

Voi tutti sapete del fenomeno dell'abbagliamento e degli effetti grandemente nocivi per l'occhio. Si ha sempre abbagliamento quando nel campo visivo vi è un oggetto o sorgente luminosa che ha uno splendore molto superiore al resto del campo.

Caso pratico: una camera illuminata ed il filamento di una lampadina che ha splendore 100 mila e più volte superiore a quello degli oggetti mediamente illuminati.

Si rimedia circondando le lampade di globi diffondenti, cioè sostituendo alla piccola area brillantissima del filamento una maggiore area a splendore minore.

Come primo globo diffondente, si pensò di usare lo stesso palloncino delle lampade e, da che esistono le lampadine, si hanno avute lampade smerigliate esternamente oppure rivestite di smalti od anche lampadine di vetro bianco.

La smerigliatura esterna si sporca facilmente, trattiene la polvere, gli smalti spesso si carbonizzano, i vetri bianchi assorbono molta luce.

Per molte ragioni si tentò dell'altro. Si provò a smerigliare il palloncino internamente prima di far la lampada, ma si ebbero delle sorprese.

Vi faccio grazia di tutta la teoria della smerigliatura, ce n'è qualche volume, perchè ricordate che quando gli americani prendono a studiare un problema lo sviscerano bene. Il fatto pratico rilevato è che il palloncino smerigliato internamente diventava fragilissimo. Per rilevare tale differenza si ricorse ad un apparecchio semplice che vi mostro in disegno.

Si tratta di una palla appesa ad una asta snodata che si solleva ad un certo angolo e si lascia ricadere a colpire il palloncino. Il peso della palla e la scala arbitraria sono state scelte in modo da corrispondere a certe cadute libere verticali.

Prendendo dei palloncini trasparenti di tipo corrente che hanno in media spessori di due e mezzo centesimi di millimetro si trovò con una serie di esperienze che resistevano in media ad una caduta di 40 dalla graduazione.

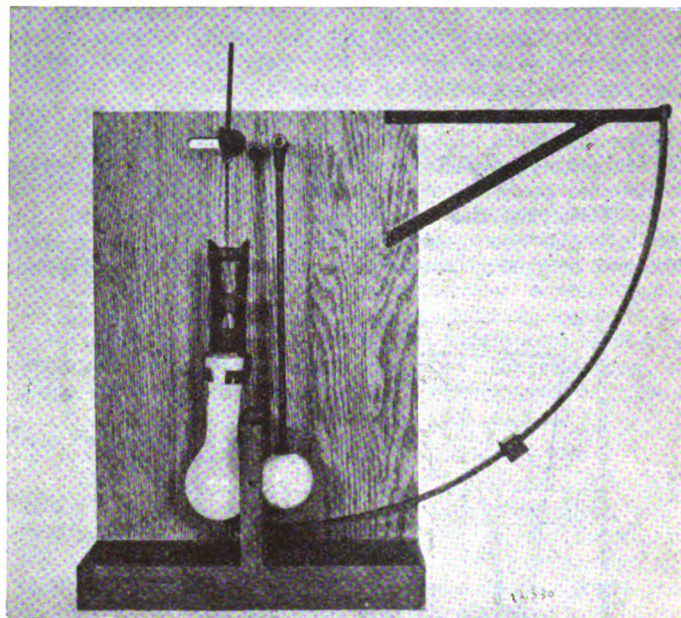


Fig. 1. — Apparecchio per provare la resistenza dei palloncini.

Smerigliati internamente con una data soluzione, dopo 1 minuto, la resistenza all'urto era ridotta a 9, in 10 minuti a 2,2 e poi restava costante.

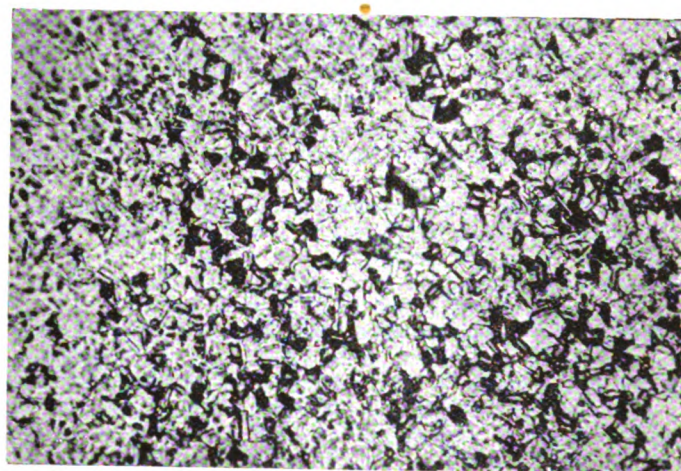


Fig. 2. — Superficie di un palloncino debole - Ingrandita 1035 volte.

Con soluzioni più o meno concentrate, il fenomeno variava nel tempo ma sempre colle stesse caratteristiche.

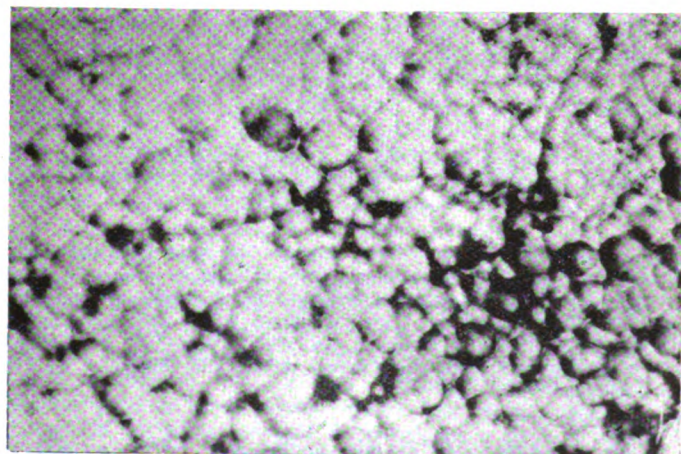


Fig. 3. — Superficie di un palloncino forte - Ingrandita 1035 volte.

Allora si fecero le micrografie della superficie smerigliata e se ne fecero migliaia.

Si vede (fig. 2) che, la superficie del vetro è come tagliuzzata e coperta di cristallini.

Si pensò di poter levigare un po' la asperità lavando la superficie con una leggera soluzione fluoridrica. Eccovi l'aspetto della superficie trattata (fig. 3).

Si constatò che durante il trattamento il palloncino riacquistava la resistenza, tanto che un palloncino che era così fragile da rompersi ad un urto di 3, dopo due minuti di trattamento resisteva ancora ad un urto di 42.

Nella grande media il trattamento ridà più del 90 % della primitiva resistenza. Siccome in pratica una resistenza di 20 della scala convenzionale è sufficiente, i palloncini smerigliati internamente possono essere usati correntemente.

Si è rilevato che la smerigliatura interna assorbe assai meno luce che non quella esterna e per contro ha un potere diffondente maggiore. Questo risulta dai diagrammi che seguono.

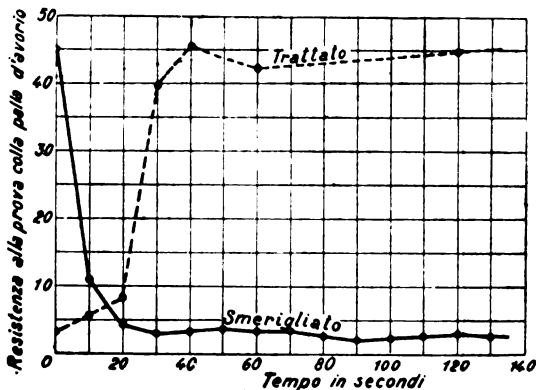


Diagramma n. 1.

Dimostra l'effetto della smerigliatura interna sulla resistenza alla rottura del palloncino in funzione del tempo durante il quale è sottoposto alla soluzione smerigliante (curva piena).

La curva tratteggiata mostra l'effetto di irrobustimento del palloncino prima smerigliato e quindi indebolito, in funzione del tempo durante il quale è sottoposto alla azione della soluzione acida.

Riassumendo, la smerigliatura interna presenta i seguenti vantaggi:

Assorbe meno luce che non la smerigliatura esterna, le lacche od i vetri bianchi.

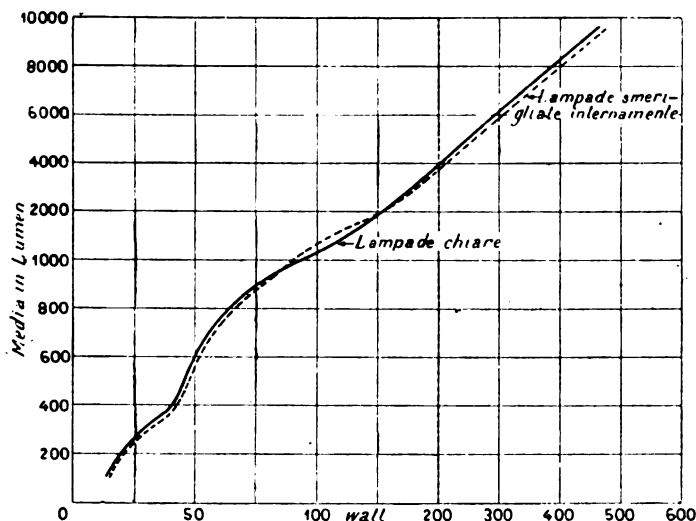


Diagramma n. 2.

La curva piena mostra il flusso emesso da varie lampade in funzione dei watt assorbiti, mentre la curva tratteggiata mostra il flusso emesso da lampade per quanto possibile identiche nelle caratteristiche ma internamente smerigliate. L'area compresa fra le due curve rappresenta la perdita di flusso luminoso per assorbimento che è minima e può perfino essere minore degli errori dovuti alle misure o ad altre cause accidentali.

Tale vantaggio già grande anche alla prima accensione delle lampade nuove, va gradualmente aumentando durante la vita della lampada.

La lampada si può pulire più facilmente.

Ma il vantaggio maggiore è che, ad onta del minore assorbimento, si ha un potere diffondente maggiore.

Per le lampadine da 15 watt si può quasi ritenere che la lampadina si possa usare senza schermi, mentre per le maggiori intensità è sempre necessario ricorrere a schermi che si possono però scegliere assai meno spessi.

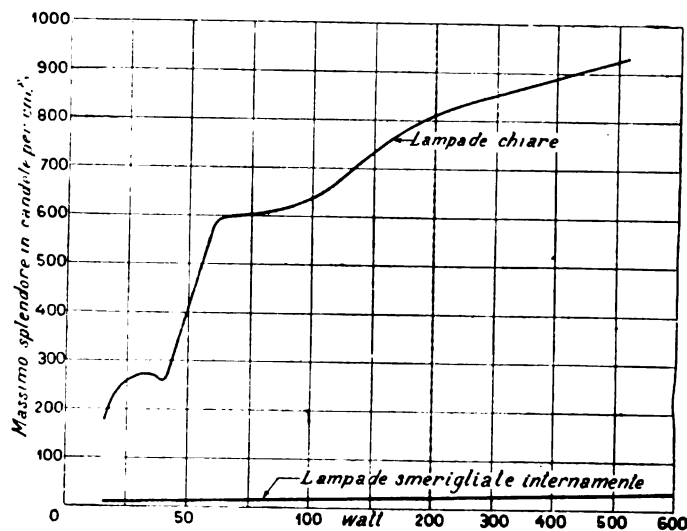


Diagramma n. 3.

La curva superiore mostra lo splendore massimo in candele per cm² del filamento di lampade in funzione della potenza (watt assorbiti).

La curva inferiore mostra il massimo splendore presentato dal palloncino smerigliato internamente.

(L'abbagliamento, tanto pericoloso per l'occhio è in certo qual modo proporzionale allo splendore massimo delle sorgenti di luce o degli oggetti situati nel campo visivo, quando l'ambiente o lo sfondo sono a bassi regimi di illuminazione).

I fenomeno dell'abbagliamento, il grande nemico della illuminazione razionale, e della igiene della vista, può essere combattuto con molta minor perdita di luce.

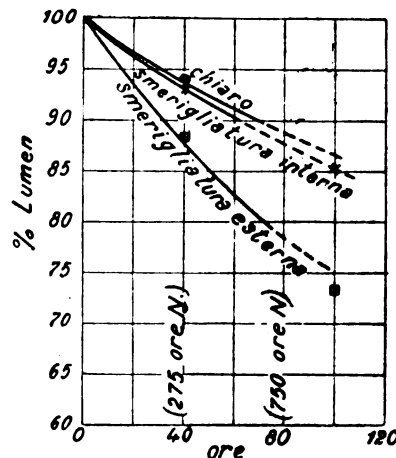


Diagramma n. 4.

Le tre curve mostrano l'andamento del coefficiente di costanza del flusso luminoso durante la vita della lampada, per lampade di identiche caratteristiche, ma alcune smerigliate esternamente, altre smerigliate internamente ed altre a vetro chiaro (prove a regime forzato corrispondenti a mille ore di funzionamento normale). La lampada smerigliata internamente perde solo circa 1 % in più della lampada a vetro chiaro mentre quella smerigliata esternamente perde 10 % in più dei lumen iniziali.

(Le lampade con palloncino smaltato o con palloncino di vetro bianco si comportano approssimativamente come le lampade smerigliate esternamente).

Indirettamente poi le nuove lampadine hanno portato un altro vantaggio, quello della riduzione a pochi dei tipi di palloncini e delle intensità, alla standardizzazione cioè delle lampadine, con tutti i conseguenti vantaggi industriali e commerciali che ne derivano.

Non me ne vorrete quindi se ho abusato della vostra pazienza per qualche minuto più di quanto fissatomi dal nostro Egregio Presidente per presentarvi un po' intimamente le lampadine che illumineranno il vostro domani.

Per il cambio di indirizzo inviare LIRE UNA unitamente alla fascetta vecchia.

LA MISURA ELETTRICA DELLA VELOCITÀ DELL'ACQUA⁽¹⁾ □ □ □ □ □

B. DEL NUNZIO



Comunicazione fatta alla Sezione Veneta
il 10 maggio 1926

1. - Introduzione.

Quando un corpo solido, scaldato in maniera continua e costante, si trova immerso nella massa di un fluido di densità costante animato da moto permanente con velocità qualunque e con direzione qualunque, il suo calore che si rinnova incessantemente, è trasportato nel seno della corrente dai filetti fluidi, che lambendo la superficie del corpo ne assumono per contatto la temperatura e la comunicano in parte ai filetti più lontani.

Questa dissipazione del calore da parte del corpo caldo consta principalmente di due parti; una trasmissione per irradiazione del tutto trascurabile nel suo valore relativo e che non dipende nè dalla natura del mezzo nè dal suo stato di quiete e di moto, e di una trasmissione dovuta ai moti convettivi del mezzo, di gran lunga predominante sull'altra e sul cui valore hanno invece influenza essenziale le particolari condizioni cinematiche, in cui la massa fluida si trova.

Si comprende perciò come il flusso di calore, che attraversa la superficie del corpo caldo in ogni unità di tempo e che da questo è ceduto al fluido, vari in maniera generalmente complessa in funzione del coefficiente di conducibilità interna, del calore specifico e della velocità del fluido oltre che della differenza di temperatura che esiste tra questo e la superficie del corpo caldo.

La variazione del coefficiente di conducibilità esterna può costituire un ottimo mezzo per la misura delle velocità locali comunque distribuite nella massa di un fluido.

Il metodo è stato utilmente adoperato per la misura di quella velocità nel caso particolare negli aeriformi. Come è noto, il primo impiego ne fu fatto dal Prof. Bordoni⁽²⁾, il quale pubblicò anche una trattazione completa ed esauriente del metodo nel suo duplice aspetto scientifico e tecnico.

Dopo di lui altri lo adoperò a fine di ricerca di laboratorio e di misura industriale con varianti di dispositivi sperimentali di valore più formale che sostanziale e che ad ogni modo non migliorarono le condizioni di quel primo impiego. Anche recentemente nell'*Elettrotecnica*⁽³⁾ sono stati pubblicati alcuni risultati di misure eseguite con fili esploratori di natura chimica e fisica diversi, insieme con una esposizione di quelle varianti e con una larga discussione dei loro pregi e difetti.

Ma nessuno, che io sappia, si è servito mai per il medesimo scopo della variazione del coefficiente di conducibilità esterna di un corpo riscaldato e immerso nella corrente di un liquido.

Nessuna ragione di indole generale autorizza a credere che il fenomeno non debba avvenire nella massa di un liquido con gli stessi tratti generali, con cui esso si presenta nel caso degli aeriformi seppure con diversa legge, e che perciò dal suo impiego nei casi particolari che possono interessare non si debbano trarre risultati altrettanto considerevoli e concreti di quelli che si ebbero già nell'altro campo.

2. - La legge del fenomeno.

La possibilità di utilizzare il fenomeno, di cui si è già parlato, rende necessaria la conoscenza della sua legge per fissare le condizioni della realizzazione sperimentale e per determinare i limiti del campo dentro cui l'impiego del metodo di misura, una volta prescelto, è possibile e conduce a risultati esenti da critiche e di valore indiscutibile.

⁽¹⁾ La ricerca sperimentale mi fu consigliata dal Ch.mo Prof. Ferdinando Lori, che vivamente ringrazio, e tutti i risultati delle esperienze, che ora sono pubblicati, furono allora comunicati da me ai soci presenti.

⁽²⁾ U. BORDONI. — Misura elettrica della velocità dei gas. - N. C. 1912, pag. 2.

⁽³⁾ G. MAJONE. — Sulla misura delle piccole velocità dei gas. - L'*Elettrotecnica*, 1926, pag. 70.

Partendo dalle equazioni fondamentali della termologia non è difficile arrivare a scrivere le equazioni indefinite per la perdita di calore in un fluido in moto quando il regime è permanente.

Mediante alcune ipotesi semplificatrici⁽⁴⁾ è stato poi possibile passare dalle equazioni indefinite a quelle definite giungendo ad equazioni generali differenziali, la cui soluzione ha stabilito che eccezion fatta per i fili molto sottili e per le velocità molto basse, la convezione lineare del calore per unità di lunghezza:

1) è proporzionale alla differenza di temperatura tra il corpo riscaldato e l'ambiente;

2) è proporzionale alla radice quadrata della velocità media del fluido se si assumono come indipendenti dalla temperatura e perciò costanti la conducibilità termica del fluido, il suo calore specifico per unità di massa e la sua densità.

Queste ipotesi evidentemente allontanano troppo lo schema teorico dalla realtà e soprattutto non permettono di dare giusto peso ad alcuni fenomeni, che sempre si manifestano nei liquidi, come effetto non trascurabile della dissipazione del calore.

3. - Fattori perturbatori.

Una prima azione notevole è esercitata dalle bolle di aria e di vapore d'acqua, che si sviluppano anche alla temperatura ordinaria sulla superficie esterna del corpo caldo e che costituiscono una specie di guaina isolante intorno ad essa quando la velocità del liquido è molto bassa oppure rendono la misura poco tranquilla in tutti gli altri casi.

Ma le principali cause che intervengono a turbare il regolare andamento della trasmissione del calore provengono dalla composizione chimica dell'acqua, in quanto che con il riscaldamento progressivo dell'acqua viene ad essere alterata notevolmente e stabilmente la sua composizione chimica con la conseguente precipitazione a diverse temperature di sali, massimamente di calcio. Le quantità di sali, che vengono liberate dal solvente, si depositano sulla superficie del corpo caldo formando sopra di essa una incrostazione, che ne altera evidentemente il valore e la costanza del coefficiente di conducibilità esterna.

Nè questo è il solo effetto, che la precipitazione di sali produce. Come è noto, l'acqua chimicamente pura è quasi del tutto isolante elettricamente e secondo le attuali vedute sulla dissociazione elettrolitica soltanto la parte scissa in ioni del sale disciolto rende possibile il passaggio della corrente attraverso la sua massa; nelle soluzioni diluite tutte le molecole sono dissociate e la conducibilità risulta proporzionale alla concentrazione. Con l'elevarsi della temperatura della soluzione la dissociazione della maggior parte dei sali disciolti diminuisce alquanto ma cresce la mobilità dei ioni, e ne deriva un aumento di conducibilità elettrica per l'incremento della temperatura, parzialmente attenuata durante l'avviamento dalla precipitazione dei sali di calcio, che produce una diminuzione nel numero degli ioni. Se perciò il corpo, che dissipa calore nella massa di un liquido è riscaldato mediante la corrente elettrica, questa può trovare nel suo cammino vie diverse da quelle che le dà la conduzione del corpo caldo e può perciò disperdersi attraverso i filetti della corrente di convezione ionica.

Tale disperdimento non è mai trascurabile e spesso può essere prevalente, come mi è occorso di verificare durante le mie esperienze: un filo di platino immerso in un recipiente pieno dell'acqua potabile di Padova presentava una resistenza più piccola quando era portato a temperatura elevata da una corrente elettrica, continua od alternata, che non quando la sua temperatura era uguale a quella dell'acqua stessa. Accadeva l'inverso con il medesimo filo in acqua distillata, nel petrolio, nell'olio di vasellina e nella medesima acqua potabile purchè corrente a velocità non piccola.

Il fenomeno m'è parso degno di studio e conto di renderne note le particolarità quando avrò compiuto le esperienze che sull'argomento sto facendo. Ne ho voluto fare un breve cenno adesso per mostrare come il desiderio di prevedere per via teorica la legge del fenomeno non conduce molto avanti nella risoluzione del problema; sicchè conviene lasciarlo inappagato almeno in un primo tempo, per domandare alla esperienza la scelta dei metodi di misura ed i limiti d'impiego de-

⁽⁴⁾ I lavori teorici sull'argomento in questione sono numerosi; sono soprattutto da ricordare:

OBERBECK W. A., 1879, pag. 271 e 1895, pag. 397.

LORENZ W. A., 1881, pag. 422 e 582.

BOUSSINESQ C. R., 1901, 1904 e 1905.

gli apparecchi e per fissare le dimensioni più adatte da dare al filo esploratore onde non giungere a risultati di dubbio valore.

4. - Misura del coefficiente di conduttività esterna del platino.

Le nostre cognizioni sulla intima natura del fenomeno di conduttività esterna e sul particolare meccanismo con cui essa si svolge sono tutt'altro che complete e pochissimo si conosce anche sperimentalmente sulla maniera con cui il suo valore varia quando il corpo solido è immerso in un liquido in moto ^(*).

Perciò un primo gruppo di esperienze, che io feci, ebbe per scopo di determinare la legge di variazione del coefficiente di conduttività esterna del platino, materiale di cui sempre mi son servito in queste esperienze, prima in funzione della differenza di temperatura tra il platino stesso e l'acqua, in cui esso era immerso, e poi in funzione della velocità del liquido stesso.

Per la prima determinazione il metodo di misura consisteva nel far passare attraverso il filo di platino teso lungo l'asse di un tubo di vetro avente il diametro di cm. 2 la corrente elettrica fornita da una batteria di accumulatori e regolata da convenienti resistenze inserite nel circuito. Un amperometro misurava la intensità di quelle correnti, mentre un potenziometro dava il valore della differenza di potenziale agli estremi del filo.

Era possibile perciò sapere per ogni valore della corrente elettrica la resistenza totale del filo e ricavare dal diagramma della fig. 1 determinato precedentemente il valore della temperatura, a cui esso si portava.

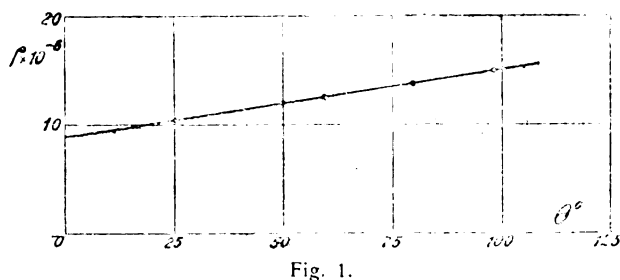


Fig. 1.

Alle estremità del tubo di vetro due termometri a mercurio, posti normalmente alla corrente d'acqua misuravano la temperatura a prua e a poppa del filo; la media delle loro indicazioni poteva essere assunta come temperatura media dell'acqua, giacchè la loro differenza non superava mai 0,5° e ne era ordinariamente molto inferiore.

Nota così la resistenza elettrica del filo e l'intensità della corrente elettrica che l'attraversava, si poteva calcolare la quantità di calore sviluppato in esso, la quale quantità, quando lo stato stazionario era raggiunto, era uguale a quella che attraverso la sua superficie esterna il filo di platino cedeva all'acqua. Si poteva perciò calcolare il coefficiente di conduttività esterna essendo note la superficie esterna del filo e la differenza di temperatura tra il filo e l'acqua ambiente.

La fig. 2 dà la rappresentazione grafica dei risultati delle osservazioni su un filo di platino commerciale di mm. 0.0445 di diametro: le curve di sinistra indicano i valori del coefficiente di conduttività esterna in funzione di θ ; e quelle di destra il medesimo coefficiente in funzione di V_m . Le prime mostrano che la legge di proporzionalità semplice è abbastanza esattamente verificata purchè la differenza di temperatura non superi i 3°,3; al di sopra di tale valore di θ la pendenza delle curve cambia rapidamente e la grandezza H deve essere rappresentata con una formula di tipo

$$H = a + b \theta$$

essendo a e b due coefficienti, che dipendono soprattutto dalla temperatura dell'acqua ambiente e dalla velocità media.

Le curve di destra rivelano anche esse che per velocità piccole e per valori di θ anch'essi bassi vale con buona approssimazione la legge di proporzionalità diretta fra il coefficiente H e la radice quadrata della velocità media dell'acqua.

(*) Sperimentalmente il raffreddamento di un corpo in un liquido in riposo o in moto fu studiato da Grove (1845), Daland (1876), Ser (1888), Stanton (1897), Rogowski (1903); ma i risultati delle loro ricerche sono spesso contraddittori.

5. - Misura della velocità dell'acqua.

Il comune concetto informatore del primo dispositivo del Bordini ^(*) e poi degli altri, che dopo di quello furono adoperati, fu quello di mettere in evidenza e quindi di misurare la velocità di un aeriforme mediante le corrispondenti variazioni della resistenza elettrica di un filo esploratore immerso nell'aeriforme stesso.

Due principali metodi di misura si possono seguire: o adoperare una corrente costante per riscaldare il filo oppure variare la corrente in modo di mantenere costante la resistenza del filo. Nel primo caso la resistenza del filo esploratore dà volta per volta la misura della velocità dell'aeriforme, nel secondo caso invece questa misura è data dall'energia consumata nel filo stesso.

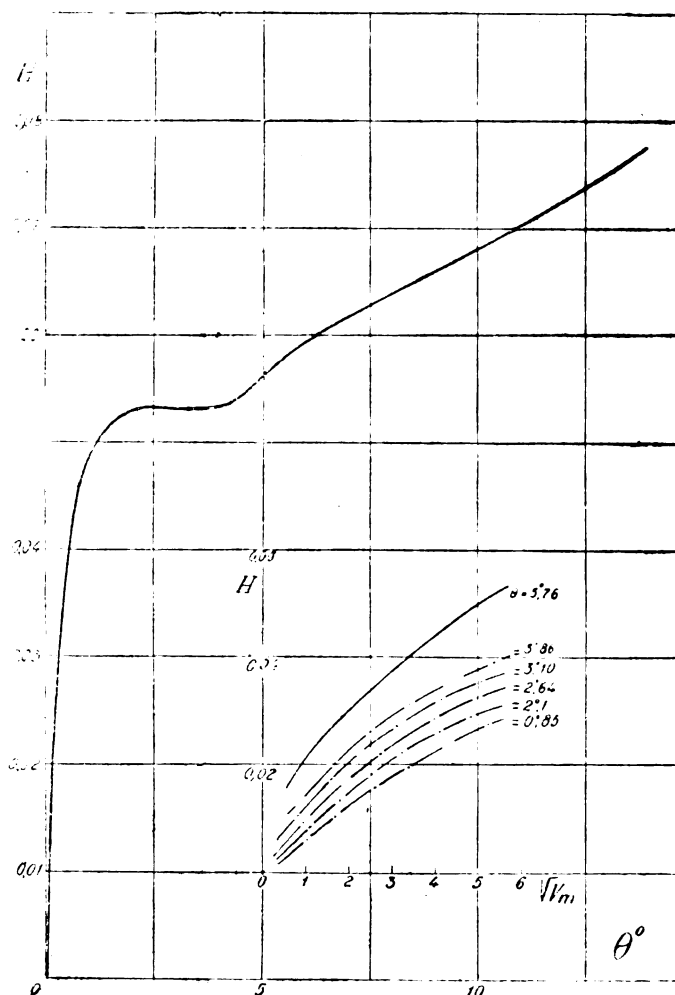


Fig. 2.

Io ho impiegato il primo di questi metodi realizzando la misura con due dispositivi diversi; sempre però ho impiegato come filo esploratore il platino che ha il doppio pregio di possedere un coefficiente termico di resistenza molto elevata e di non subire ossidazioni alla sua superficie. Impiegai inoltre correnti riscaldanti piccole quanto più era possibile per evitare tutti i fenomeni di decomposizione dell'acqua e di conseguente dispendio elettrico nella sua massa (v. paragr. 3).

I primi risultati delle prove e le considerazioni, che esse provocarono mi ammaestrarono ad adoperare fili, la cui lunghezza non fosse mai inferiore ai 1000 diametri; fili cioè molto sottili per non doverne esagerare la lunghezza a scapito della stabilità durante la misura.

Primo metodo di misura (fig. 3). — La batteria di accumulatori B di grande capacità alimentava il ponte $MNPQ$ che aveva i due lati MQ e QM costituiti di un sottile filo di manganina e gli altri due lati di filo di platino di ugual lunghezza e di ugual diametro. Uno di essi era teso lungo l'asse di un tubo di vetro, dentro cui si faceva scorrere l'acqua, mentre l'altro, teso tra due serratili su una tavoletta di legno, serviva come resistenza di paragone.

L'impianto per la condotta dell'acqua consisteva essenzialmente in una vasca di vetro, da cui partiva a mezzo di si-

(*) l. c.

fone una breve condotta sperimentale. Nel fondo della vasca si poneva il filo di paragone; invece il tubo di vetro, che conteneva il filo esploratore era posto orizzontalmente circa un

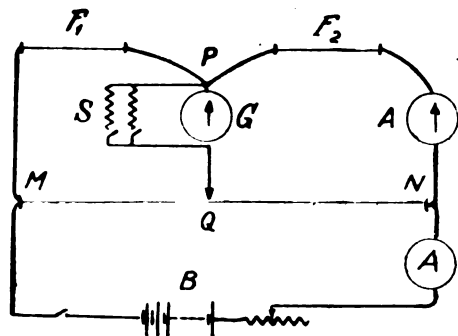


Fig. 3.

metro più basso del fondo della vasca e mediante un tubo di gomma di diametro superiore al suo comunicava con il sifone. Un rubinetto posto a valle del tubo di vetro permetteva la regolazione della portata.

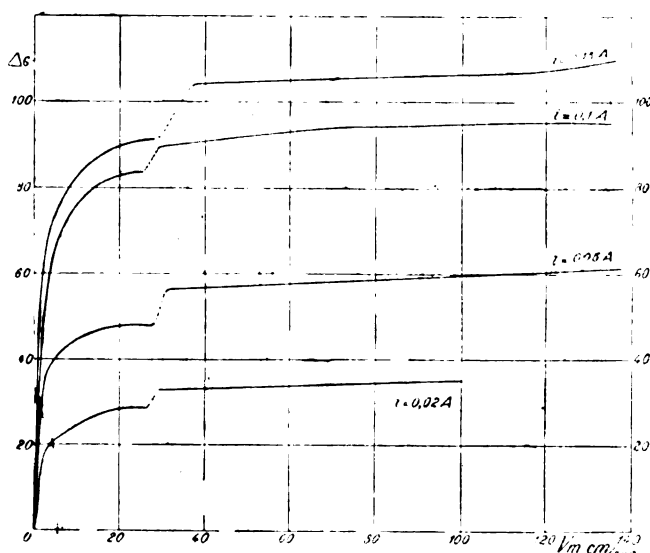


Fig. 4.

La velocità media dell'acqua nell'interno del tubo di vetro si calcolava dalle misure del volume di liquido defluito durante un intervallo di tempo, che veniva determinato a mezzo di un conta secondi e dalla misura della sezione media del tubo di vetro fatta mediante pesata della quantità di mercurio che essa poteva contenere esattamente.

La tabella I mostra i risultati di una prova e da essa si può rilevare soprattutto la regolarità, con cui il galvanometro si spostava dalla sua posizione di zero pur facendo variare a capriccio la velocità media dell'acqua. Nelle fig. 4 e 5 poi sono rappresentati graficamente i risultati di altre osservazioni fatte mantenendo il filo esploratore con il proprio asse parallelo o normale alla direzione dei filetti liquidi e variando entro larghi limiti il valore della corrente riscaldante e quello della velocità dell'acqua.

6. - Esame dei risultati.

L'osservazione dei risultati raccolti nel corso delle numerose esperienze dà motivo ad alcune considerazioni d'ordine generale.

Tutti i diagrammi delle figure precedenti presentano una discontinuità in corrispondenza di una velocità che è sempre la medesima per il tubo in prova qualunque sia la sezione del filo esploratore impiegato e la intensità della corrente elettrica, che lo riscalda. Per di più l'andamento generale delle curve prima o dopo di tale discontinuità presenta caratteri del tutto diversi. Non è difficile rendersi conto di tale fatto.

TABELLA I.

Data	I amp.	V cm.	t	v _{med} cm sec	T ₁	T ₂	R _g	Δt
31-3-26	0.05	930	2	49.8	13.1	13.4	50	95
	0.1	2150	2	113.9	1.1	1.4	50	94.5
	0.2	335	2	8.8	1.2	1.4	50	83.5
	0.3	610	2	32.3	1.3	1.4	50	94.7
	0.4	70	2	3.7	1.2	1.4	50	72.5
	0.5	590	2	31.3	1.1	1.4	50	95
	0.6	340	2	18.0	1.1	1.4	50	91
	0.7	170	3	6.0	1.1	1.4	50	77.3
	0.8	280	3	9.9	1.1	1.4	50	81.3
	0.9	320	2	16.9	1.1	1.4	50	87.6
	1.0	190	3	6.7	1.2	1.4	50	79.5
	1.1	270	2	14.8	1.2	1.4	50	82.8

Il moto stazionario dei fluidi nei lunghi condotti a sezione costante e ad asse sensibilmente rettilineo può avvenire, come è noto, secondo due regimi ben distinti. Se la velocità media, con la quale il fluido percorre il condotto è sufficientemente piccola, l'esperienza rivela che la differenza di pressione, che occorre applicare fra le sezioni estreme per mantenere il moto è semplicemente proporzionale alla velocità che si vuol ottenere. Se invece la velocità media è relativamente grande la differenza di pressione cresce molto più rapidamente.

L'attenta osservazione diretta rivela che nel primo caso le traiettorie dei singoli filetti fluidi, che costituiscono la vena sono regolarissimi e paralleli, nel secondo caso invece l'andamento dei filetti fluidi è irregolare, variabile col tempo e nettamente vorticoso. Nel regime laminare il moto del liquido avviene per strati concentrici, che non si deformano nella successione del tempo e che permettono al liquido di aderire alla superficie del corpo caldo. La vena, che scorre in immediato contatto con la superficie del corpo caldo, ne assume la temperatura a mano a mano che procede nel suo cammino e diventa perciò sempre meno atta a raffreddare il corpo.

Nel regime vorticoso invece si formano turbini, i quali rinnovano continuamente la quantità di liquido, che lambisce la superficie del corpo caldo; ed in conseguenza il trasporto del calore si compie in misura più sensibile.

Il potere raffreddante della corrente supera in queste condizioni il valore che esso ha nel primo caso.

E' noto altresì che per ogni determinata temperatura la velocità è la sola grandezza che determina il regime del moto e che è stata definita una zona di velocità, chiamata critica, alla quale avviene il passaggio dall'uno all'altro regime (7).

In corrispondenza di questa velocità critica il potere raffreddante deve perciò presentare una discontinuità nell'andamento della sua variazione con la velocità e precisamente rivelare nel regime turbolento un aumento del suo valore ri-

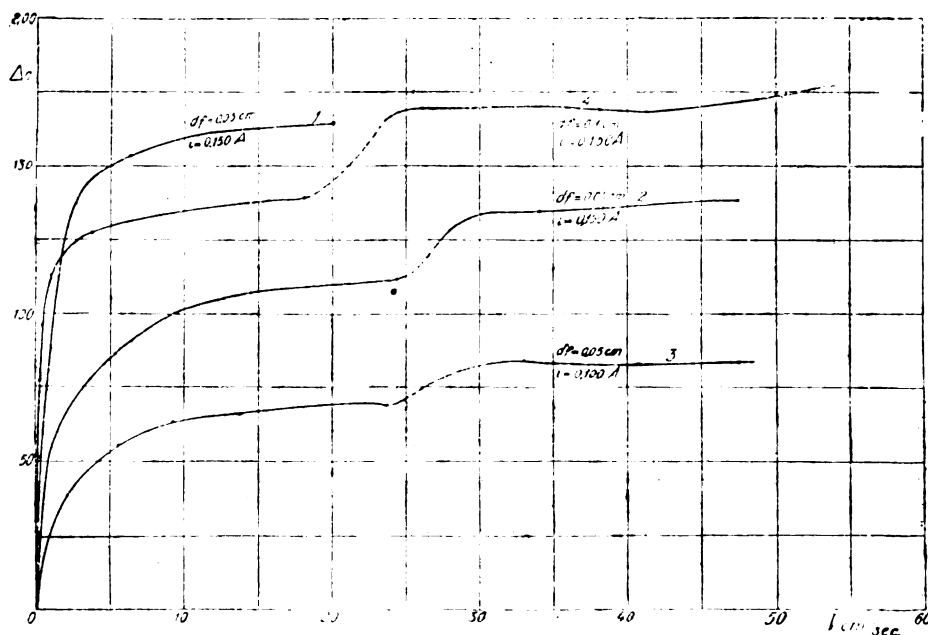


Fig. 5.

(7) Quanto è qui detto si riferisce alla velocità della vena liquida; la quale velocità in regime laminare è proporzionale alla velocità media.

petto a quello, che esso ha durante il regime lamellare. Naturalmente diverso comportamento sarà da aspettarsi quando invece è il filo che è messo in moto dentro la massa di un liquido in moto, mancando in questo caso ogni deflusso di acqua.

Al fine di eseguire queste nuove esperienze, e soprattutto allo scopo di chiarire la origine di quella discontinuità feci costruire dall'officina dell'Istituto l'apparecchio che si vede nella fig. 6.

Esso consiste essenzialmente di un piccolo motore a corrente continua, il quale a mezzo di ingranaggi e di trasmissione orizzontale aziona un albero di acciaio tenuto in posizione verticale da apposito telaio. Alla estremità inferiore di questo albero è affidato un asse orizzontale, il quale porta una forcella (F) anche essa di ferro. Fra i rebbi di questa forcella e ben isolato da essa e teso il filo esploratore che a mezzo di conduttori ben protetti dall'effetto dannoso dell'acqua comunica durante il moto di rotazione con il mercurio posto in due canali circolari e concentrici con l'asse dell'albero A, scavati nel blocco di legno L. Dal mercurio partono altri due conduttori, i quali mettono in comunicazione il filo esploratore con l'apparecchio di misura posta nella stanza attigua

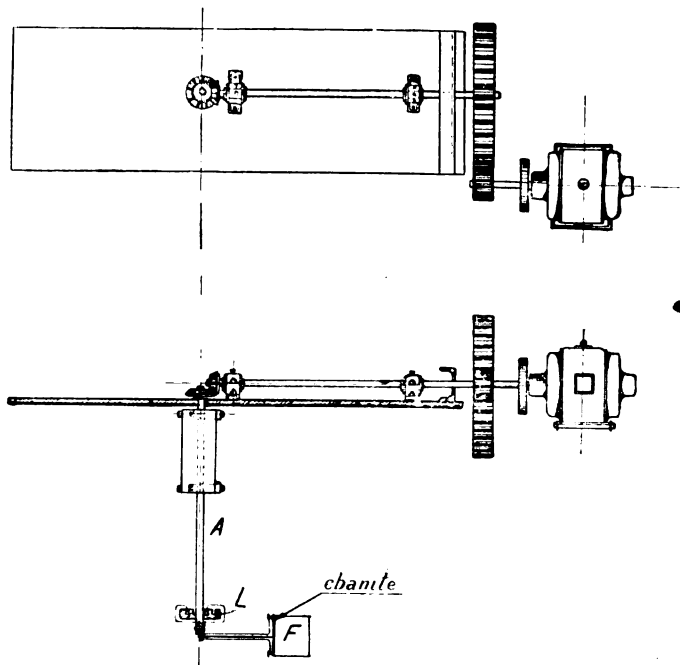


Fig. 6.

alla vasca adoperata. Gli assi orizzontali e verticali erano sostenuti da cuscinetti a sfera; il motore era alimentato dalla corrente della batteria di accumulatori, che possiede l'Istituto e adatti reostati ne regolavano la velocità per gradi insensibili; questa era mantenuta regolare e costante durante ogni prova da un grosso volano di rame adattato sull'asse del motore. Con tutte queste cure potei ottenere velocità veramente costanti, sicchè l'ago del galvanometro del ponte di Wheatstone non subiva alcuna oscillazione intorno alla posizione, a cui lo portavano ogni volta le condizioni del ponte stesso. Ma disturbi veramente grandi ebbi dalla conduzione elettrica dell'acqua e dal disperdimento verso terra; disturbi che potei eliminare completamente soltanto quando misi l'acqua della vasca allo stesso potenziale di quello di una estremità del filo esploratore.

Le curve della fig. 7 danno i valori delle deviazioni al galvanometro in funzione della velocità del filo esploratore, uguale a quella periferica dell'estremo punto della forcella. Il valore molto basso della corrente riscaldante rendeva quasi del tutto trascurabile l'effetto della variazione di temperatura dell'acqua sulla resistenza del filo esploratore e quindi sulle deviazioni al galvanometro. Al fine di rendere i risultati delle osservazioni del tutto esenti da errori per effetto di temperatura il Bordoni ^(*) consigliò di assumere come grandezza in-

dice della velocità il rapporto

$$\gamma = \frac{l - l_0}{l_1 - l_0}$$

essendo:

l_0 la lettura al galvanometro quando si manda nel filo la corrente debolissima di una pila mentre il filo è investito dai filetti del flusso;

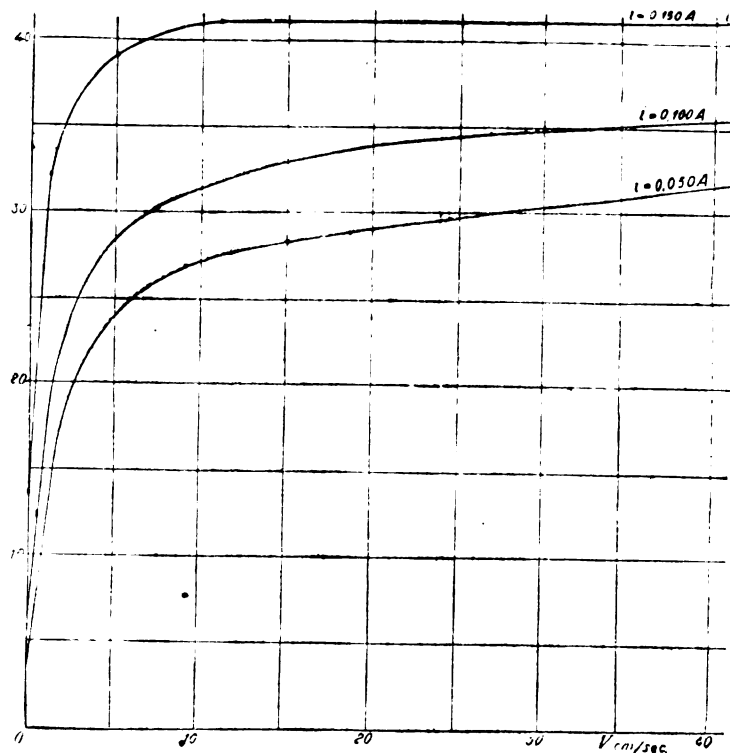


Fig. 7.

l la lettura con corrente elettrica normale, il filo restando nelle identiche condizioni rispetto al flusso;

l_1 la lettura con corrente elettrica normale e fluido in quiete.

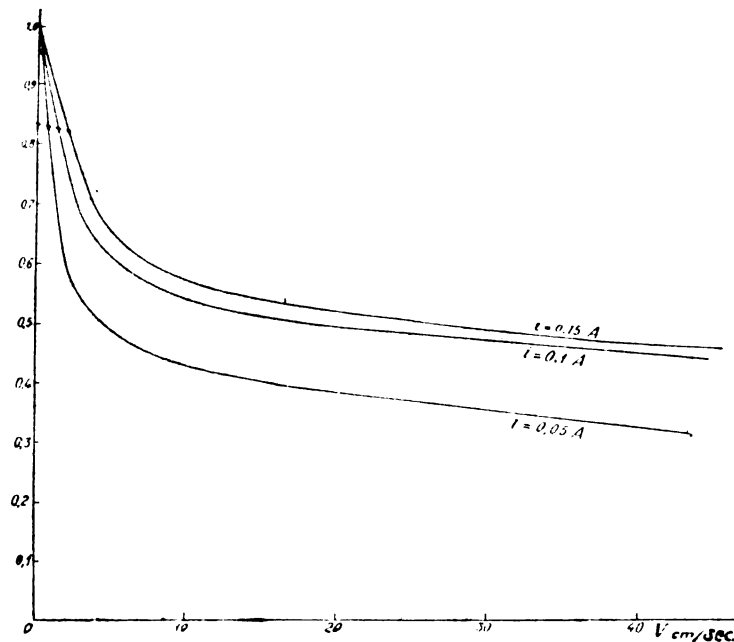


Fig. 8.

I valori di questo coefficiente sono segnati nei diagrammi della fig. 8 i quali hanno l'andamento noto, simile a quello che il Bordoni trovò per le velocità degli aeriformi.

7. - Secondo dispositivo di misura.

L'andamento dei diagrammi rilevati con il ponte di Wheatstone dimostra che la legge di dipendenza fra le deviazioni al galvanometro e la velocità media dell'acqua è rappresentata

Il valor critico si intende anche esso riferito alla velocità vera in ogni data zona della massa liquida in moto e può essere differente dalla velocità critica media e variare da punto a punto della massa. Vale a dire che il passaggio dall'uno all'altro regime, crescendo la velocità media, può iniziarsi in ogni strato per valori diversi della velocità media.

(*) loc. cit.

con grande approssimazione da una parabola. La stessa legge si verifica nei valori del coefficiente γ .

Tale fatto limita evidentemente l'impiego del metodo, giacchè la sensibilità del ponte diminuisce considerevolmente e rapidamente come mostra la pendenza delle curve stesse. Se perciò si desidera estendere il metodo ad un campo di misure molto maggiore, pur restando nell'intervallo di velocità comprese nel regime lamellare, è necessario trovare altri dispositivi di misura.

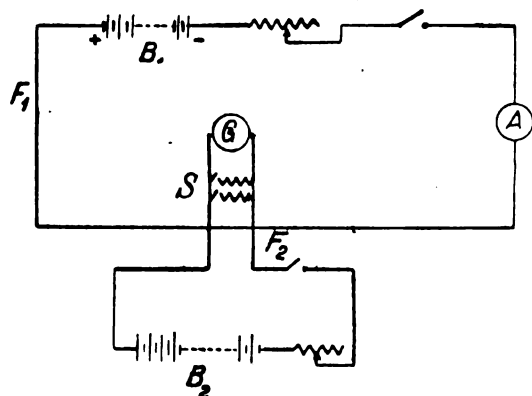


Fig. 9.

La figura 9 mostra lo schema, che mi ha permesso di superare la difficoltà accennata con buoni risultati. Il filo F_2 è teso dentro un tubo di vetro ed è immerso nel serbatoio dell'acqua; quando il fluido intorno al filo esploratore F_1 è in quiete la caduta di potenziale dovuta in esso dalla corrente elettrica i_1 fornita dalla batteria B_1 è annullata dalla corrente i_2 inviata dalla batteria ausiliaria B_2 , montata in opposizione. In

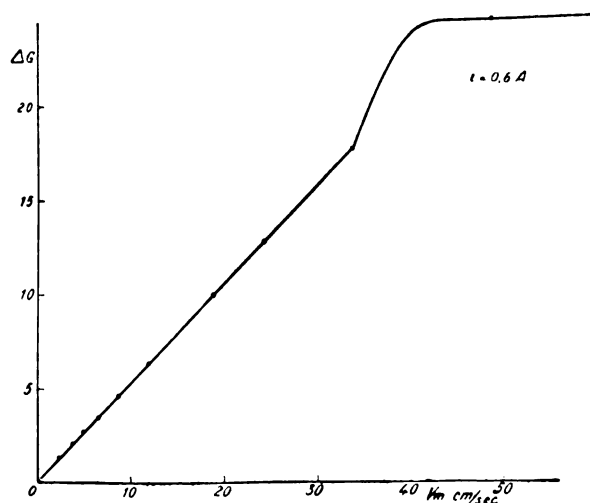
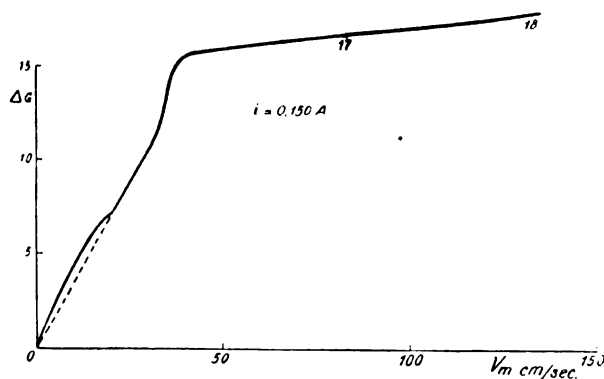


Fig. 10.

Filo di Pt
 $D = 0.45 \text{ cm.}$ $df = 0.05 \text{ cm.}$ $ds = 0.025 \text{ cm.}$
 Schema di misura n. 2.

tali condizioni il filo S è alla medesima temperatura dell'acqua ed il galvanometro G , montato in modo da misurare la tensione agli estremi di S , non subisce alcuna deviazione. Quando poi F_1 è raffreddato dalla corrente di acqua, attraverso F_2 passa

una corrente elettrica di intensità $i_1 - i_2$, giacchè la i_2 si può considerare costante in ogni caso se la resistenza R è scelta molto grande rispetto alla resistenza del filo esploratore. L'energia dissipata in S è perciò:

$$W = r (i_1 - i_2)^2$$

ed il suo aumento in funzione di $(i_1 - i_2)$ è molto rapido perchè al crescere della velocità dell'acqua raffreddante aumenta la resistenza r di F_1 .

Costruendo il filo F_2 di diametro inferiore alla metà di quello del filo F_1 , e di lunghezza molto piccola rispetto alla lunghezza di F_1 mi è stato possibile rendere le deviazioni del galvanometro quasi rigorosamente proporzionali alle velocità medie dell'acqua, come mostrano le curve della fig. 10.

Il reale vantaggio di questo dispositivo è però di gran lunga attenuato negli effetti pratici dal fatto che dovendo essere la resistenza R molto grande, come si è detto, la batteria B_2 deve avere una f. e. m. molto grande. E questo non è facile a procurare in ogni caso.

8° - Conclusioni.

L'estensione del metodo degli anemometri a filo caldo alla osservazione ed alla misura delle velocità dei liquidi è possibile e conduce a risultati sicuri. Qualunque apparecchio e qualunque dispositivo sperimentale che si immagini non potrà mai essere usato come uno strumento di misura assoluta, assumendo le equazioni dedotte teoricamente come relazione fondamentale tra la velocità del liquido e la dissipazione di calore, dipendendo questa per troppa parte dalle condizioni fisiche e chimiche del liquido in prova. Tuttavia, mediante adatta taratura ed a condizione che siano impiegati fili esploratori costituiti di sostanza affatto inalterabile dal liquido ambiente e correnti elettriche riscaldanti tali da non modificare la composizione chimica del liquido stesso, il metodo può essere utilmente impiegato soprattutto dovunque interessi la conoscenza della velocità locale in ogni determinata zona della massa di un liquido in moto, oltre quella media.

LETTERE ALLA REDAZIONE

Costruzioni elettromeccaniche americane.

Riceviamo:

Recentemente di ritorno in patria dagli Stati Uniti dell'America del Nord dopo una permanenza di quattro anni nelle officine della Westinghouse Electric e Mfg. Co., ad East Pittsburgh, Penna., solo ora ho avuto occasione di leggere nell'ultimo numero di settembre della vostra pregiata Rivista la relazione dell'egregio Prof. Ing. Morelli su « Le Officine di Costruzioni elettromeccaniche negli Stati Uniti d'America del 1926 », dove, parlando della visita alla Westinghouse in East Pittsburgh, fatta dalla Delegazione dell'A. E. I. il 25 aprile u. s., indica i valori di 30.000 kVA e di 120.000 volt quali massime potenze e tensioni dei trasformatori costruiti da detta Società.

Desidero rettificare queste cifre limiti, notevolmente inferiori a quelle effettivamente raggiunte con i macchinari già costruiti o in costruzione. Mi permetterà l'Ill.mo Prof. Morelli di dire che tale inesattezza è una conseguenza naturalissima e più che spiegabile con la rapidità della visita fatta alle dette officine. Durante la loro permanenza in Pittsburgh e dintorni, feci parte del gruppo che accompagnò i Congressisti della C. E. I., e ricordo che la visita in parola fu definita giocosamente « uno scherzo » da un altro illustre Maestro della Delegazione italiana. Essa, limitata al Reparto Forge, all'ala di montaggio dei grandi apparati rotativi, e a quella dei grandi locomotori, non durò più di trenta minuti; e per semplice termine di paragone, dirò che chi avesse desiderio di percorrere tutte le navate ed i piani degli edifici di manifattura, costruzione e montaggio, nella sola area chiusa tra East Pittsburgh e Turtle Creek, dovrebbe coprire una distanza di 16 km. Non solo il Reparto trasformatori era in un edificio ben separato da quello visitato, ma, per di più, proprio in quel tempo era già quasi vuoto, essendosi trasferito a Sharon, nelle officine di recentissima costruzione, e che sono l'ultima parola in fatto di potenza di produzione, e tecnica manifatturiera.

Venendo a dati più concreti, ricorderò che già sin dal 1923 la Westinghouse aveva costruito per la centrale di Big Creek n. 3 della Southern California Edison Co. sette trasformatori da 220.000 volt. Al momento in cui lasciai le Officine per rientrare in Italia (settembre 1926) vi erano in costruzione quattro trasformatori monofasi da 33.333

kVA a 220.000 volt per la stessa Compagnia operatrice, un turbo-alternatore da 100.000 kW per la Commonwealth Edison Co., ed era già completato un trasformatore trifase a raffreddamento naturale da 25.000 kVA a 120.000 volt.

Le caratteristiche di tali macchine permettono di ritenerle, nel loro campo di applicazione, come le più grandi fino ad oggi costruite da Società costruttrici americane, e forse mondiali.

Con perfetta osservanza

Ing. MICHELE SICARDI.

:: SUNTI E SOMMARI ::

CONDUTTURE.

N. A. ALLEN — **Prova a corrente continua dei cavi per alta tensione già posati.** (Electr. Communication, gennaio 1926, pag. 184).

Colla tendenza attuale verso tensioni d'esercizio sempre più alte, diventa impossibile fare la prova a corrente alternata dei cavi già posati. Ad esempio, per un cavo trifase $3 \times 160 \text{ mm}^2$ da 33 kV lungo 32 km, occorrerebbe, per una prova a 66 kV a 50 periodi, una potenza di 17.000 kVA. Invece a corrente continua a 100 kV possono bastare 2 kW, supposta la resistenza d'isolamento di 160 $M\Omega \cdot \text{km}$.

Occorre sapere qual'è il rapporto fra le tensioni continua e alternata che corrispondono ad un egual cimento del dielettrico. L'A. ritiene che un valore compreso fra 1,5 e 2 possa esser conveniente per tale rapporto, potendo bastare il valore 1,5 per le basse tensioni fino a 33 kV e approssimandosi a 2 al crescere della tensione.

L'A. passa in rassegna i metodi per ottenere l'alta tensione a corrente continua.

L'unione in serie di parecchie dinamo ben isolate dal suolo è troppo costosa.

Il *transverter* di Calverley, con avvolgimenti tutti fissi, alimentazione in trifase, e spazzole rotanti sincrone col campo, è conveniente solo per grandi potenze, e per la sua mole non è facilmente trasportabile.

Il raddrizzatore meccanico del Delon per l'alta tensione alternata di un trasformatore, ha mostrato in pratica degli inconvenienti, variabili colle condizioni particolari di funzionamento, e dovuti alle oscillazioni prodotte dalle scariche ai contatti rotanti.

Oggigiorno è assai usato il raddrizzatore a valvole *Kenotron*. Con una sola valvola le oscillazioni nella tensione raddrizzata sono notevoli, ma con due valvole sono ridottissime e nei casi pratici non superano il 5%. L'A. descrive un impianto trasportabile formato da un motore a petrolio di dieci cavalli, un alternatore monofase a 220 volt e 50 periodi, un autotrasformatore regolatore, un elevatore da 220 V a 75 kV per 5 kVA, due kenotron con trasformatori 220/8 V per l'alimentazione dei filamenti, milliamperometri sulla corrente continua di ogni valvola serventi anche a calcolare la resistenza d'isolamento; vi sono inoltre uno spinterometro, un chilovoltmetro Abraham per 120 kV, resistenze di protezione in serie colle valvole.

E' prudente limitare nei primi due o tre minuti la tensione alternata e farla crescere gradualmente, che altrimenti si avrebbe un sovraccarico iniziale. Così pure, per scaricare il cavo alla fine della prova, lo si isola dall'impianto e si mette a terra attraverso un pezzo di legno opportunamente scelto, così che la scarica si prolunga due o tre minuti.

L'A. riporta alcune curve della corrente di carica e ricorda che dalla loro analisi secondo Steinmetz si può ricavare la vera resistenza di isolamento.

Ma più interessanti sono le applicazioni che possono farsi dell'impianto a Kenotron nel caso di guasti dei cavi. Capita talvolta che un piccolo guasto di origine meccanica si riveli molto tardi e soltanto colle alte tensioni, cioè in esercizio o durante le prove, mentre col megger, a bassa tensione, non si riveli affatto. Allora il kenotron può essere utilissimo per abbassare la resistenza di isolamento del guasto, sì che questo diventi palese col megger e localizzabile. O altrimenti, col kenotron stesso si può alimentare lo schema di localizzazione secondo il metodo del doppino. Questo espediente è stato adoperato nella pratica con buon successo.

d. b.

ELETTROFISICA.

L. B. TURNER — **Leggi di propagazione delle onde elettromagnetiche intorno alla terra.** (The El., 9 luglio 1926, Vol. 97, N. 2510, pag. 42).

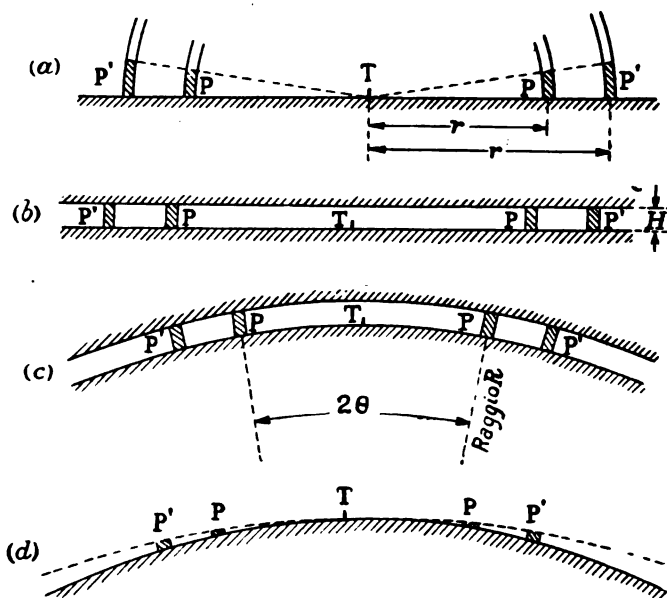
In relazione con lo studio sempre più approfondito del modo di propagarsi delle onde radiotelegrafiche intorno alla terra, l'A. richiama alcuni casi limite, a cui ritiene convenga riferirsi nel proporre le formule di propagazione.

a) Terra piana e perfettamente conduttrice, a cui sovrasta un vuoto perfetto. In questo caso, espresse le lunghezze (altezza h dell'antenna trasmittente, distanza r , lunghezza d'onda λ) in km e la corrente I di trasmissione in ampere, il campo elettrico F è espresso da:

$$F = 0,377 \times 10^6 \cdot \frac{h I}{\lambda r} \mu \text{ V/m.} \quad (a)$$

La figura dà un'idea, mediante le aree tratteggiate in sezione, del volume man mano occupato da una certa quantità di energia elettromagnetica.

b) Come il precedente, salvo la presenza di uno strato superiore piano perfettamente conduttore e posto ad un'altezza H dalla terra.



In questo caso, ricordando che la potenza irradiata è $160 \pi^2 I^2 \left(\frac{h}{\lambda}\right)^2$ watt, si ha:

$$F = 3,09 \times 10^6 \cdot \frac{h I}{\lambda \sqrt{H} \sqrt{r}} \quad (b)$$

c) Come il precedente, salvo che si tien conto della curvatura della terra, cioè del fatto che questa è una superficie sferica di raggio $R \gg H$. Ciò introduce nella formula (b) la sola aggiunta di un fattore $\sqrt{\frac{\theta}{\sin \theta}}$, se r si continua a misurare lungo la superficie terrestre:

$$F = 3,09 \times 10^6 \cdot \frac{h I}{\lambda \sqrt{H} \sqrt{r}} \cdot \sqrt{\frac{\theta}{\sin \theta}} \quad (c)$$

Naturalmente in questo caso, non tenendosi conto delle cause di attenuazione, il campo F diminuisce fino a che r raggiunge la lunghezza di un quadrante terrestre, poi cresce nuovamente fino agli antipodi.

d) Terra perfettamente conduttrice senza strato superiore riflettente (come in a), ma di forma sferica. In queste condizioni la propagazione delle onde dipende esclusivamente dalla diffrazione. La formula di Watson e van der Pol per questo caso si può mettere sotto la forma:

$$F = 5,36 \times 10^6 \cdot \frac{h I}{\lambda^{\frac{1}{6}}} \cdot \frac{\varepsilon \lambda^{\frac{1}{3}}}{(\sin \theta)^{\frac{1}{2}}} \quad (d)$$

I risultati dei calcoli eseguiti con le quattro formule sopra riportate, per il caso di una emissione di gran potenza e ad onda lunga come quella di Carnarvon (MUU), sono raccolti nella tabella seguente, e nella ultima linea di essa sono dati i valori di campo elettrico F (sempre espressi in microvolt per metro) effettivamente misurati dalla Compagnia Marconi su tale emissione.

TABELLA I - Campi elettrici in $\mu \text{ V/m}$.

Caso	Distanza in km				
	1000	2000	5000	10000	15000
a)	607	300	120	60	40
b)	760	530	340	240	195
c)	760	540	360	300	360
d)	296	43	0,28	0,001	0,0000005
reale	600	200	40	6	2

ILLUMINAZIONE E FOTOMETRIA.

H. E. BUTLER — **Contributo alla soluzione di problemi di illuminazione a mezzo di proiettori.**
(Gen. El. Rev., aprile 1926, pag. 260).

L'A. espone gli ultimi progressi realizzati e le più recenti applicazioni eseguite nel campo dell'illuminazione ricorrendo a proiettori elettrici; oggidi questo sistema è largamente usato per scopi di pubblicità, per effetti scenici di teatri, per campi di atterramento di aeroplani, per illuminazione di piazzali all'aperto in genere, di facciate di edifici pubblici ed industriali, ecc.

Nell'eseguire impianti di questo tipo bisogna tener conto della distanza dei proiettori dalla superficie da illuminare, delle caratteristiche di illuminazione dei terreni circostanti, del colore della superficie da illuminare, ecc.; secondo la distanza si fa la scelta del tipo più adatto di proiettore, mentre gli altri elementi sopra ricordati influiscono sull'intensità delle sorgenti luminose da adottare. L'A. dà poi in una tabella i dati dei proiettori da adottare, quando l'angolo fra il fascio di luce e la superficie da illuminare varia da 70° a 90° , mentre in un'altra tabella dà le intensità delle sorgenti luminose relative.

A dimostrazione poi del modo di usare le suddette tabelle l'A. risolve il problema di illuminare un'area di circa 200 m^2 e mostra come l'applicazione delle tabelle sia facile e dia risultati precisi.

Il problema dell'illuminazione dei piazzali ferroviari è trattato dall'A. in modo particolare. Dopo aver descritto il proiettore L-22 adatto per queste installazioni equipaggiato con lampade da 1000 ampere montato su palo a traliccio dell'altezza di oltre venti metri, l'A. enumera i vantaggi di una buona illuminazione dei piazzali ferroviari e descrive i vari sistemi adottati: questi si distinguono in due grandi classi: illuminazione da fari potenti e raggruppati, e da fari meno intensi e più distribuiti; il secondo sistema presenta un costo superiore, dà però un'illuminazione più efficiente e non è ostacolato da fumo o nebbia, nè presenta l'inconveniente dell'abbagliamento. In questi impianti conviene montare i fari, per quanto possibile, elevati sul piano del ferro per diminuire gli effetti di abbagliamento. Un altro elemento importante, di cui bisogna tener conto, è il rendimento di proiezione del faro che si desume dalla misura dei lumen totali ossia dal flusso luminoso totale fornito dal proiettore, dai lumen del fascio luminoso, che danno la quantità di flusso luminoso nel fascio luminoso, e dalla intensità luminosa in candele del fascio, che dà la misura dell'intensità della luce, di cui si fa uso. L'A. chiude il suo interessante studio con due tabelle riguardanti proiettori per piazzali ferroviari e riproduce varie fotografie di proiettori in uso attualmente.

C. G. E. (*).

MISURE: METODI ED ISTRUMENTI.

A. PALM — **Misure di tensione a frequenza radio.**
(Zeitschrift für Hochfrequenztechnik, 1925, Vol. XXVI, N. 1, pag. 13).

Nel laboratorio della Ditta Hartmann e Braun vennero fatte numerose misure di tensione a frequenza radio. Le esperienze raccolte permisero di adattare i voltometri a questo tipo di misure e di sviluppare il metodo che utilizza i tubi luminiscenti.

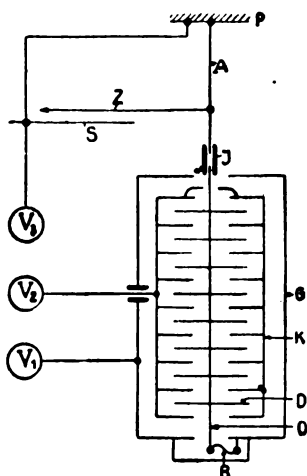


Fig. 1.

Misure a bassa tensione. — Fra gli strumenti a lettura diretta l'unico che si adatta alle frequenze radio è il voltmetro elettrostatico, esso rappresenta se ben costruito una pura capacità, di modo che il consumo di energia è praticamente nullo, poichè a bassa tensione le perdite nel dielettrico sono trascurabili; esse assumono tuttavia al crescere della tensione, valori apprezzabili.

(*) Le recensioni a firma C. G. E. sono tratte dalla pubblicazione mensile della Co. Gen. di Elettricità.

In fig. 1 è schematicamente illustrato il voltmetro elettrostatico da 0 a 150 V; esso ha scala proporzionale da 5 a 150 V. L'equipaggio mobile appeso al nastro A porta l'indice, isolato mediante il pezzo J dall'asse girevole O, che assieme coi sottili fili D ad esso fissati è un'armatura del condensatore, l'altra è formata dalle camere K fisse. L'asse O è congiunto mediante un sottile nastro d'oro alla cassa dell'istrumento, esso serve di passaggio alla corrente nell'equipaggio mobile ed è contenuto in una camera chiusa affinché non abbiano luogo forze elettrostatiche non controllate. Se si applica una differenza di potenziale ai morsetti V_1 , V_2 , i fili D vengono attratti nelle camere provocando una rotazione dell'asse e rispettivamente dell'indice z sulla scala s. Al morsetto V_3 sono congiunte tutte le altre parti metalliche dell'istrumento che possono essere così messe a terra. In

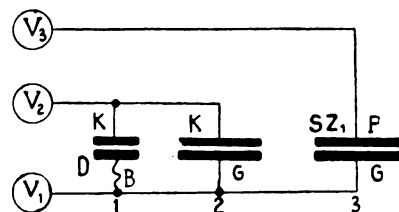


Fig. 2.

fig. 2 si vede lo schema delle capacità equivalenti allo strumento. Il condensatore C_1 con le armature K (camere) e D (fili dell'equipaggio mobile) rappresenta la parte attiva e viene caricato attraverso il nastro B. In parallelo con esso è il condensatore C_2 con le armature K e G (cassa). Infine il condensatore C_3 che rappresenta la capacità tra la cassa e le altre parti metalliche. La misura di queste capacità fu effettuata a 1000 periodi, prima $C_1 + C_2$ e poi venne tolto il nastro B e misurato separatamente C_2 e C_3 . Le capacità C_2 e C_3 sono indipendenti dalla deviazione dell'indice e C_3 è anche indipendente dal numero delle camere. I valori trovati sono i seguenti: con 40 camere inserite $C_2 = 0,059 \text{ m}\mu\text{F}$; con 20 camere $C_2 = 0,033 \text{ m}\mu\text{F}$; $C_3 = 0,050 \text{ m}\mu\text{F}$ che ha importanza soltanto per il consumo del-

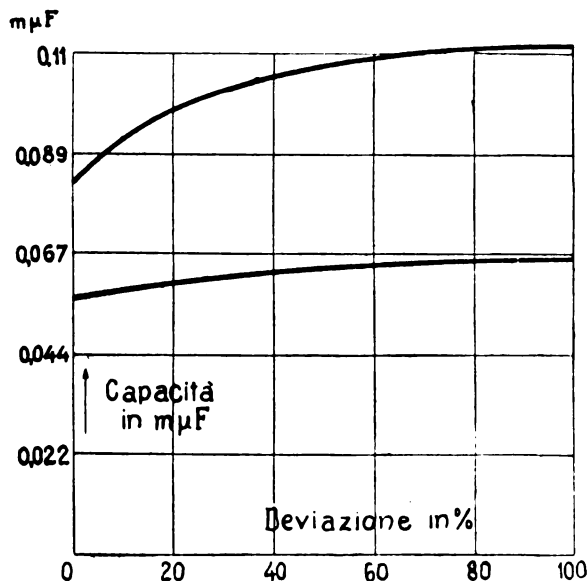


Fig. 3.

l'istrumento. La fig. 3 mostra la dipendenza della capacità $C_1 + C_2$ dalla deviazione dell'indice. La curva superiore con 40 camere inserite, quella inferiore con 20. Il limite superiore della frequenza a cui può essere usato il voltmetro è dato dal nastro d'oro il quale coll'aumentare della corrente che cresce con la frequenza finisce per bruciarsi. Questo limite si trova a circa 10^6 p. s. Un controllo sperimentale dimostrò che le indicazioni dello strumento sono praticamente indipendenti dalla frequenza.

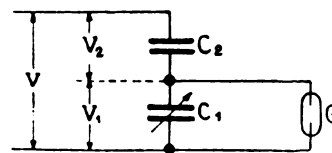


Fig. 4.

I tubi a luminiscenza si accendono a tensioni ben definite indipendentemente dalla frequenza, temperatura, ecc., e precisamente quando l'ampiezza della tensione alternata ha raggiunto circa i 160 V. Questa proprietà si può sfruttare per la misura di tensioni. La più piccola tensione che si può misurare è la tensione efficace uguale

a $\frac{160}{\sqrt{2}} = 113$ V. Si adopera un metodo potenziometrico a capacità secondo la fig. 4. La tensione V da misurare viene frazionata dai condensatori C_1 e C_2 in due tensioni V_1 e V_2 , il tubo a luminescenza G è inserito in parallelo al condensatore regolabile C_1 che va in fondo scala con $0,00011 \mu F$. Sussiste la relazione:

$$V = V_0 \left(1 + \frac{C_1}{C_2}\right) \quad [1],$$

ove V_0 è la tensione ai capi del tubo al momento dell'innescarsi della luminescenza, tensione identica a quella ai capi del condensatore C_1 . V_0 e C_2 sono costanti, la tensione da misurare varia dunque linearmente con C_1 . Per la misura si mette il condensatore C_1 al massimo della capacità che si diminuisce poi fino all'innescarsi della luminescenza. Nella scelta dei condensatori bisogna tener presente che la [1] è valida soltanto se questi hanno uguale angolo di fase, cosa senz'altro soddisfatta per es. per condensatori ad aria. Questo metodo si adatta particolarmente ai casi in cui la tensione ha carattere intermittente (onde smorzate, segni morse) per cui l'inerzia di uno strumento a indice è troppo forte per seguire le variazioni rapide. Se si inserisce in parallelo al condensatore C_1 e al tubo G un voltmetro elettrostatico si può senz'altro calcolare il fattore di forma della tensione, anche senza conoscere le capacità C_1 e C_2 , dall'ampiezza V_1 e dalla tensione effettiva V_1' .

Misure ad alta tensione. — Anche per alta tensione ad alta frequenza l'unico strumento adoperabile è del tipo elettrostatico. La Ditta Hartmann e Braun ne ha sviluppato uno adatto per le alte tensioni, cioè con poco materiale isolante di alta rigidità dielettrica. La cassa esterna è di metallo in contatto con un polo, si risparmia così un passaggio isolato. Se un polo della sorgente di f. e. m. è a terra la cassa esterna può venir messa a contatto con questa, in caso differente l'istrumento deve venir isolato. L'altro polo attraversa la cassa protetto da un disco di vetro, unico pezzo isolante dell'istrumento, le cui perdite dielettriche sono trascurabili. Nel centro di esso passa il conduttore fissato da due dadi. Al dado interno è saldata la parte fissa dell'istrumento che consta di piastre di alluminio bene arrotondate. L'equipaggio mobile, connesso metallicamente con la cassa, ruota intorno ad un asse orizzontale. La capacità dell'istrumento che varia un po' colla deviazione, è di $0,017 \text{ m } \mu F$. La frequenza 10^7 per la quale la corrente assorbita diventa circa 14 A rappresenta il limite superiore di utilizzazione dello strumento. Per misure superiori ai 13.000 V è bene usare in serie con l'istrumento un condensatore di protezione.

Anche per la misura di alte tensioni si può usare il tubo luminescente secondo lo schema della fig. 4, ma siccome al condensatore C_1 è applicata soltanto la tensione di 160 V, il condensatore C_2 deve reggere quasi l'intera alta tensione e deve perciò essere corrispondentemente costruito. Bisogna anche proteggere tanto il potenziometro quanto il tubo da campi elettrostatici esterni. Se i due conduttori ad alta tensione hanno lo stesso potenziale di fronte alla terra, sarà bene inserire ai capi del condensatore C_1 due condensatori di capacità $2 C_2$ per portare il condensatore C_1 e il tubo a circa il potenziale di terra. Con questo metodo furono misurate tensioni dell'ordine di 10 kV a $5 \cdot 10^5$ periodi.

C. Hr.

MOTORI ELETTRICI.

F. D. EGAN — **Schemi di comandi per servizi ausiliari di laminatoi.** (Gen. El. Rev., giugno 1926, pagina 374).

L'operazione della laminazione propriamente detta del ferro omogeneo e dell'acciaio è accompagnata da una quantità di altre operazioni secondarie eseguite da macchine ausiliarie, che pure assolvono a compiti indispensabili, poichè dell'arresto di una di queste verrebbe un arresto della produzione del laminatoio stesso. Di qui è venuta la necessità di studiare per tali macchine, dei comandi che possano assicurare il funzionamento di queste unità ausiliarie, quando per un guasto nel comando normale esse dovrebbero sospendere il loro funzionamento.

L'A. fa l'esame di recenti impianti di laminatoi eseguiti in America, l'uno da 700 e l'altro da 350 mm., per dare un'idea della strada percorsa in questo genere di installazioni. Per ciascun gruppo di quadri di comando degli ausiliari è disposto un quadro di riserva, che in caso di guasto può essere fatto funzionare per sostituire il quadro fuori servizio.

Nell'articolo sono poi riprodotti schemi di due quadri normali e di uno di riserva coi collegamenti ai rispettivi motori e interruttori principali e sono indicati i cambiamenti necessari per passare dal quadro normale di comando a quello di riserva in caso di guasto al primo.

Vengono poi descritti alcuni comandi ausiliari singoli, quali quelli per il sollevamento delle porte del forno di riscaldamento del laminatoio, delle placche inclinate, dei laminatoi, ecc. E' riprodotto pure lo schema per l'azionamento nei due sensi dei rulli anteriori e posteriori di placca di un laminatoio reversibile da 900 mm.

C. G. E.

RADIOTELEGRAFIA E RADIOTELEFONIA.

H. T. FRIIS - E. BRUCE — **Metodo di misura dell'intensità del campo prodotto da segnali radio per frequenze fino a 40 megacicli.** (Proc. I. R. E., Vol. 14, N. 4, agosto 1926, pag. 507).

Numerosi apparecchi sono stati studiati per misurare l'intensità del campo elettrico prodotto a distanza da stazioni radiotrasmettenti, ma fino ad oggi nessuno di questi permetteva di effettuare misure su lunghezze d'onda inferiori a quelle usate nel broadcasting. Infatti il principio su cui si basano tali apparecchi consiste nel sostituire, alla f. e. m. indotta nell'antenna ricevente dal segnale in arrivo, una f. e. m. locale della stessa frequenza e tale da provocare sul ricevitore gli stessi effetti del segnale. L'esattezza della misura dipende quindi dalla più o meno esatta conoscenza della grandezza della f. e. m. locale. Quest'ultima si determina facendo passare una corrente nota attraverso una impedenza pure nota, inserita nel centro del telaio ricevente. Perchè questa misura sia indipendente dalla frequenza è necessario che tale impedenza sia una pura resistenza. D'altra parte, trattandosi di produrre f. e. m. di valore piccolissimo, è necessario che la corrente sia molto piccola e quindi di un ordine di grandezza che difficilmente permette misure dirette. Il suo valore potrà quindi determinarsi solo ricorrendo a sistemi potenziometrici. Per frequenze molto alte è difficile, se non impossibile, costruire resistenze che non abbiano reattanza e si presenta per di più la difficoltà di schermare efficacemente il telaio contro l'azione diretta dell'oscillatore locale, dati i piccoli valori di intensità del campo con cui sono possibili le comunicazioni con onde corte.

Tali inconvenienti possono essere eliminati usando una f. e. m. locale, la cui ampiezza possa essere direttamente misurata a mezzo di un voltmetro amplificatore, e impiegando un ricevitore del tipo a supereterodina, in modo che il dispositivo di attenuazione possa essere sistemato sulla parte a frequenza intermedia, per la quale è possibile costruire resistenze praticamente antiinduttive.

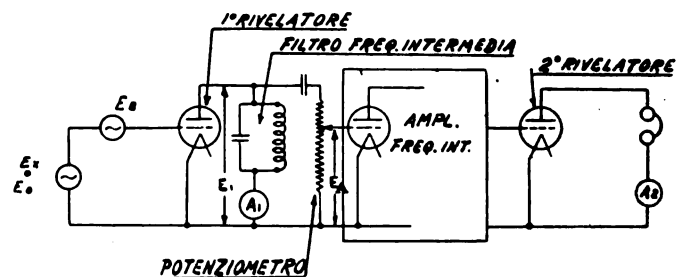


Fig. 1.

Il principio di questo metodo può essere facilmente spiegato con l'ausilio della fig. 1. Il dispositivo di attenuazione a potenziometro è direttamente graduato in rapporti di tensione. Per la teoria della modulazione è noto che la f. e. m. di frequenza differenziale E_1 è proporzionale al prodotto della f. e. m. incognita E_x per quella del generatore ausiliario E_B :

$$E_1 = K \cdot E_x \cdot E_B; \quad (1)$$

se f è la frequenza di E_x , la frequenza di E_B deve essere uguale ad f più o meno la frequenza intermedia su cui si vuole operare.

Regolando il potenziometro fino ad avere una conveniente deviazione dell'amperometro A_2 , se a_1 è la graduazione del potenziometro, sarà la tensione all'entrata dell'amplificatore:

$$E_A = \frac{K \cdot E_x \cdot E_B}{a_1};$$

Se sostituiamo a E_x una tensione E_0 della stessa frequenza, e di ampiezza tale che sia tuttora valida la (1) e che si possa poi misurare a parte il suo valore servendosi del 1° triodo come voltmetro amplificatore; e regoliamo il potenziometro fino ad avere in A_2 la stessa deviazione di prima, se a_2 è la nuova lettura al potenziometro, avremo

$$E_A = \frac{K \cdot E_0 \cdot E_B}{a_2}$$

avremo:

$$E_x = E_0 \frac{a_1}{a_2}.$$

La fig. 2 A rappresenta schematicamente l'apparecchio completo. Le operazioni da compiere per la misura sono le seguenti:

1° - Sintonizzare il ricevitore per il segnale in arrivo e regolare il potenziometro fino ad avere una certa deviazione δ nell'amperometro A_2 . Lettura al potenziometro a_1 .

2° (a) - Mettere in azione l'oscillatore locale e portarlo alla frequenza del segnale.

b) Ruotare il telaio fino a eliminare l'azione del segnale e regolare il potenziometro fino ad avere in A_2 la deviazione δ . Lettura al potenziometro a_2 .

c) Spingere l'eterodina e misurare a mezzo del voltmetro amplificatore la tensione V indotta dall'oscillatore locale.

3° (a) - Connettere la griglia del 1° rivelatore, attraverso L_H , alla bobina di accoppiamento con l'oscillatore locale come è indicato dalla fig. 2 B.

b) Regolare il potenziometro fino ad avere ancora la deviazione δ . Lettura potenziometro a_3 .

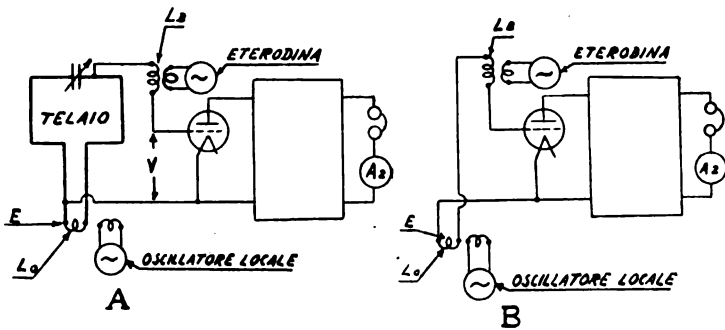


Fig. 2.

Dal complesso dei dati così ricavati si ottiene:

Tensione indotta dal segnale in arrivo su metà del telaio	V volt
Rapporto fra metà della tensione ai capi del telaio e tensione locale indotta	$\beta = \frac{x_2}{x_1}$
Tensione indotta dall'oscillatore locale	$E = \frac{V}{\beta}$ volt
Tensione indotta nel telaio dal segnale	$\frac{V}{x_1 \beta}$

Con un circuito di questo genere vi sono però parecchie cause di errore, poichè, trattandosi di onde corte, la frequenza per cui è sintonizzato il telaio differisce percentualmente di una quantità molto piccola da quella dell'eterodina, perciò, passando dalle condizioni della fig. 2 A a quelle della 2 B, varia il carico su quest'ultima. Per eliminare questo inconveniente furono sperimentati diversi sistemi di compensazione e finalmente l'apparecchio definitivo fu concretato secondo lo schema della fig. 3. In queste condizioni la tensione appli-

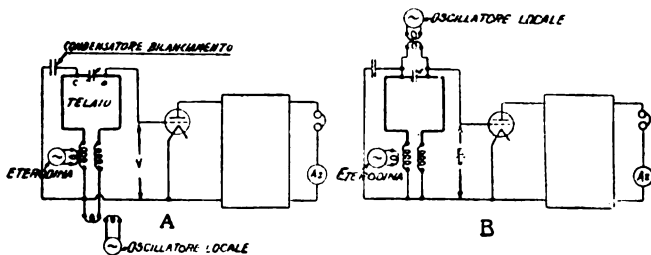


Fig. 3.

cata alla griglia del primo triodo è circa la metà della f.e.m. indotta nel telaio dai segnali in arrivo e, passando dalle condizioni della fig. 3 A a quelle della fig. 3 B, non vi è alcuna variante del carico sull'eterodina, poichè fra i punti a e c non vi è alcuna differenza di potenziale rispetto alla f.e.m. indotta da quest'ultima. La tensione impressa sul 1° triodo, in virtù di E , è in questo caso $\frac{E}{2}$; con questa disposizione si misura perciò il rapporto:

$$\frac{V}{E} = 2\beta.$$

Il metodo può anche applicarsi al caso in cui l'eterodina sia inserita nel circuito di placca, invece che accoppiata alla griglia del 1° triodo, anzi tale sistema permette di semplificare il circuito di entrata. Infatti, equilibrando opportunamente i circuiti non si avrà, per effetto dell'eterodina, alcuna tensione apprezzabile fra griglia e filamento del 1° triodo; perciò variazioni di impedenza del circuito di entrata non provocheranno reazioni sull'eterodina. Infine, poichè in queste condizioni non si richiede che il circuito di entrata sia equilibrato, è possibile usufruire di una antenna per l'esecuzione delle misure, aumentando così la sensibilità dell'apparecchio. In questo caso occorre conoscere l'altezza efficace dell'antenna, che può essere facilmente determinata per confronto con quella di un telaio.

L'esattezza di questo metodo di misura dipende naturalmente dalla taratura del triodo usato come voltmetro amplificatore e dalla indi-

pendenza di questa taratura dalla frequenza. Ciò è stato verificato sperimentalmente per frequenze da 60 a 2.000.000 di periodi; pertanto, non sembrando che vi debbano essere differenze per frequenze maggiori, la taratura è stata eseguita con 60 periodi. Per rimanere nel tratto rettilineo della caratteristica, onde potere ritenere costante il termine K della (1), E_r può variare fra 2 e $2 \cdot 10^{-6}$ volt. Il potenziometro può consentire un rapporto di riduzione di 10^{-4} . L'amplificatore di frequenza intermedia è regolato su 300 kilocicli e permette il passaggio di una banda di frequenze dell'ampiezza di 30 kilocicli. Nei riguardi della sensibilità dell'apparecchio, risultando il campo elettrico in $\frac{u}{m} V$ espresso da:

$$\frac{V \cdot 10^8}{x_1 \beta H}$$

per H (altezza efficace dell'aereo ricevente) in cm e V in volt, e potendo il rapporto $\frac{x_2}{x_1}$ raggiungere con questo tipo di apparecchi il valore di $5 \cdot 10^4$, supponendo che il prodotto βH sia in media 500, si può arrivare a misurare un campo di $4 \frac{u}{m} V$. Usando una antenna anziché un telaio tale sensibilità può essere da 5 a 10 volte superiore. In quest'ultimo caso la teoria e l'esperienza dimostrano che si hanno i migliori risultati quando la resistenza di radiazione dell'antenna è uguale alla resistenza del circuito.

I limiti di frequenza per cui l'apparecchio, con modulazione sulla placca, è utilizzabile, vanno da 0,7 a 20 megacicli con telaio. Con antenna verticale si può arrivare fino a 43 megacicli. Ciò naturalmente facendo uso di bobine, telai e antenne intercambiabili. Nei riguardi dell'esattezza, le misure possono essere fatte con una approssimazione del 5 per cento se si tratti di confronto fra segnali e del 20 per cento se si tratti di misure assolute di intensità del campo. Questi valori sono sufficienti, quando si pensi all'importanza assunta dai fenomeni di attenuazione (fading) sulle trasmissioni effettuate con frequenze molto alte.

C. Mt.

TRASMISSIONE E DISTRIBUZIONE.

C. M. FULK — Alcuni problemi dei sistemi Edison e mezzi per giungere alla loro soluzione. (Gen. El. Rev., maggio 1926, pag. 369).

Nella zona centrale delle grandi città degli Stati Uniti è in uso il sistema di distribuzione Edison a tre fili (corrente continua).

L'A. si propone innanzi tutto di esaminare quali sono le provvidenze da adottare per garantire al massimo grado la continuità del servizio in queste reti di distribuzione. Premesso che le basse tensioni usate rendono necessario di collocare le sottostazioni di conversione il più possibile vicino ai centri di utilizzazione l'A. passa ad esaminare come si può attuare una sicura fornitura dell'energia. Si può ricorrere a batterie di accumulatori per far fronte a brevissime interruzioni: inoltre sono stati studiati anche degli equipaggiamenti per assicurare per quanto possibile la continuità del servizio. Si costruiscono ad esempio dei gruppi di conversione motore sincrono-dinamo, nei quali il motore sincrono viene avviato alla tensione normale di linea e può andare in sincronismo sotto carico e sono provvisti di equipaggiamento di comando automatico per l'avviamento teso che l'interruzione sulla corrente alternata è cessata.

L'A. passa poi ad analizzare dei casi particolari di impianti in cui per la scarsità dello spazio disponibile si sono dovuti studiare dei macchinari di conversione di dimensioni ridotte in rapporto alla potenza ad essi richiesta.

Un altro problema da risolvere è quello di rendere le macchine sempre più silenziose, dato che esse devono funzionare in località intensamente abitate e per il loro maggior sfruttamento sono d'altra parte studiate sempre più veloci. Si cerca perciò di fare delle macchine completamente chiuse, che vengono poi provviste di opportuni dispositivi di ventilazione.

C. G. E.

ARCHIVIO TECNICO SCIENTIFICO

Sezione per la Documentazione Bibliografica

del Comitato Nazionale Scientifico Tecnico per lo Sviluppo e l'Incremento dell'Industria Italiana
MILANO (13) - Piazza Cavour, 4

Le prestazioni dell'Archivio sono estese anche ai non Soci del Comitato, alle seguenti condizioni:

Per ogni copia di scheda bibliografica L. 1,—; minimo L. 25,— per ogni richiesta e per le prime 20 schede.

Sconto 25 % ai Signori Abbonati della presente Rivista.

Nel limiti del possibile l'Archivio Tecnico si assume anche di fornire copie, estratti, sunti e traduzioni di articoli e brani in genere di pubblicazioni, contro l'ulteriore rimborso delle spese, aumentate da una quota del 20 % per spese di Amministrazione.

:: :: :: CRONACA :: :: ::

APPARECCHI DI MANOVRA, REGOLAZIONE, ECC.

Un dispositivo contro le sovratensioni di nuovo modello è descritto nella Siemens Zeit. del maggio 1926. E' nota l'opportunità di aggiungere ai soliti scaricatori a corna, una resistenza immersa in olio: essa però dovrebbe essere piccola quando si tratti di sovratensioni istantanee, mentre dovrebbe essere grande quando si tratti di sovratensioni di lunga durata, come nei casi di formazioni di archi, ecc. Per soddisfare ad entrambi questi requisiti fra loro opposti, il nuovo apparecchio è collegato in serie con due resistenze di valore molto diverso fra loro. La resistenza maggiore è però mantenuta in corto circuito da un contatto mobile, sotto olio: se la sovratensione dura più di due periodi un dispositivo a solenoide apre il contatto lasciando così inserita tutta la grande resistenza. Per sistemi trifasi fino a 35 mila volt l'apparecchio è rinchiuso in una cassa unica rotonda, sul coperchio della quale sono montate cinque corna. Per tensioni superiori, fino ai 100.000 V, ogni fase è rinchiusa in una cassa distinta.

APPLICAZIONI VARIE.

Un dispositivo elettrico per la classificazione delle sigarette secondo il loro colore è stato adottato in America. La cernita per costituire 30 diverse classi di sigarette, secondo la tinta del tabacco (dal biondo al nero) era fino ad oggi eseguita a mano. La nuova macchina porta la sigaretta davanti ad una cellula fotoelettrica; un apposito dispositivo produce una corrente la cui intensità dipende dal colore; una serie di relais regolati per certi valori dell'intensità fa sì che ogni sigaretta venga gettata in un condotto di raccolta corrispondente. La velocità d'operazione si asserisce sia di una sigaretta per secondo. Il procedimento è evidentemente applicabile ad ogni caso di classificazione per colore.

*

L'applicazione delle onde ultrasonore alla telefonia fra le navi è stata realizzata dai tecnici della Naval Research Station (S. U.), utilizzando il concetto fondamentale del noto sistema di riconoscimento acustico degli ostacoli sommersi, coll'oscillatore Fessenden e simili. Alla emissione, si sovrappongono alle onde ultrasonore, quelle sonore che si vogliono trasmettere. Alla ricezione, eseguita con dispositivo in eterodina, si abbassa la frequenza della trasmissione emessa dal posto di emissione, ciò che permette la ricezione in un ordinario apparecchio telefonico, qualora la frequenza dei battimenti sia stata opportunamente scelta. Si assicura che con tale metodo di trasmissione, nessuna nave, fuorchè quella a cui si trasmette, può intercettare il messaggio. Il sistema permetterebbe di comandare una flotta di sottomarini da bordo di uno di essi.

CONDUTTURE.

Una sospensione di nuovo genere per grandissime portate è quella adottata per la traversata del fiume Willamette a Portland (Oreg. S. U.). La traversata avviene su due campate: i due pali alle estremità sono alti 58 metri e quello di mezzo, eretto su un isolotto, è alto 35 metri; le due campate sono rispettivamente di 380 metri e di 350 metri. I conduttori non sono fissati sul palo centrale ma liberi di scorrere: a tale scopo ciascuno di essi è fissato a un piccolo carrello scorrevole su un tronco di rotaia lungo tre metri e sostenuto alle estremità da due catene di isolatori. Con tale dispositivo si mantiene equilibrata la tensione nelle due campate adiacenti. L'intero dispositivo è racchiuso in cassa di lamiera per impedire l'accumularsi su di esso di neve o ghiaccio. Sono installate due terne da 20.000 kVA, 66.000 volt, 60 periodi costituite da cavi d'alluminio rinforzati d'acciaio.

*

Per verificare se i cavi di alluminio con anima d'acciaio presentassero maggiori perdite quando sono percorsi da corrente alternata anziché da corrente continua, come si supponeva in considerazione della magnetizzazione prodotta nell'anima di acciaio dai fili d'alluminio, su di essa avvolti, sono state eseguite accurate esperienze nel laboratorio dell'Università di Dresda. Si riconobbe che i cavi costruiti con due strati di fili d'alluminio avvolti in senso inverso, presentano effettivamente perdite un poco maggiori colla corrente alternata che colla continua; i cavi poi coi due strati di fili d'alluminio avvolti entrambi nello stesso senso, arrivano ad avere fino al 23 per cento di maggiori perdite. I cavi per correnti alternate vanno quindi eseguiti sempre coi due strati ad avvolgimento contrario: in tal modo le perdite a corrente alternata e a corrente continua stanno fra loro circa come 1:1,005 o 1,009.

IMPIANTI.

Un grandioso progetto di sistemazione e sfruttamento del Dniepr è stato studiato da una Compagnia americana per incarico del governo russo. Su un percorso di 88 chilometri, il fiume realizza un dislivello di circa 37 metri, che si vogliono utilizzare in un unico salto. Esso

sarà anzi portato a 41 metri perchè il livello delle acque sarà elevato di circa quattro metri a Ekaterineslav per garantire la navigabilità del fiume. Una grande diga è progettata presso Alexandrovsk, a circa 300 chilometri dalla foce del fiume; un sistema di conche permetterà ai galleggianti di risalire il fiume. E' prevista una centrale elettrica di 210.000 kW, che sarà più tardi ampliata fino alla potenza di 450.000 kW; ad acque alte si potrà arrivare ad una potenza massima di 800.000 kW. La diga avrà una lunghezza di 787 metri; la centrale adiacente alla diga, conterrà in un primo tempo sei gruppi da 35.000 kW. La spesa complessiva è preventivata in 70 milioni di dollari. Altre due centrali da 50.000 kW sono previste sul basso corso del fiume. La durata dei lavori sarà di cinque o sei anni.

*

Con eccezionale rapidità fu costruita la centrale termoelettrica di St. Johns River nella Florida. Il terreno fu comperato il 17 gennaio 1926; nell'agosto entrava già in servizio il primo gruppo da 15.000 kW. Un secondo gruppo sta per essere installato; la potenza totale sarà in seguito portata a 75.000 kW. L'edificio misura m. 48 per 48 ed è alto 30 metri, ed è costruito quasi completamente in cemento armato. Le caldaie possono essere alimentate con carbone polverizzato o con combustibile liquido. La grande rapidità di costruzione fu realizzata ad onta di numerose difficoltà fra le quali lo sciopero degli scaricatori del porto. La centrale fa parte di un programma di lavori di 5.000.000 di dollari studiato nel 1926 dalla Florida Public Service Co.

MAGNETOFISICA.

Sui fenomeni magnetici che si verificano negli acciai soggetti a tensione sono riportati degli studi nei Comptes Rendus dell'Accademie des Sciences di Parigi (seduta del 15 febbraio 1926). Le esperienze furono eseguite su barrette cilindriche di 250 m di lunghezza e 7 mm di diametro, in acciaio da 45 kg/cm². Le barrette erano poste nel campo di una bobina avente un avvolgimento primario di 750 spire alimentate da una batteria, un avvolgimento secondario di 1500 spire connesso a un galvanometro e un altro di 50 spire connesso a un flussometro Grassot. Si riconobbe che ogni deformazione per tensione produce una variazione di flusso magnetico e quindi una corrente indotta. Il metodo può servire per riconoscere rapidamente la composizione e il trattamento subito dagli acciai, essendo in ogni caso diverse le variazioni del flusso che si verificano per dati sforzi di torsione.

MATERIALI.

Le proprietà fisiche dell'alluminio puro sono minutamente studiate nelle Am. Electrochem. Soc. Trans. 47. Mediante un processo elettrolitico impiegando come anodo una lega di alluminio, rame e silicio, si è potuto ottenere dell'alluminio con un grado di purezza del 99,98 per cento. La resistenza alla tensione, dell'alluminio puro è di 600 kg/cm², invece dei 900 kg/cm² dell'alluminio comune del commercio; l'allungamento percentuale è del 60 per cento in confronto al 45 per cento. Il punto di fusione si eleva a 660°. La conduttività elettrica risultò del 61,34 per cento come media di 7 campioni con grado di purezza 99,99 per cento; la conduttività cresce colla purezza. Sono inoltre esposte la proprietà termoelettriche, quelle meccaniche di densità, compressibilità, ecc.

STATISTICA.

L'energia elettrica disponibile in Finlandia è valutata a circa 700.000 kW. Di essa soltanto il 7 per cento è sfruttato. Quasi tutta l'energia disponibile dipende dai tre affluenti del lago Ladoga. Sul fiume Vuoksi, che ha un bacino di alimentazione di 80.000 km², e che ha una portata fra 460 e 640 metri cubi per secondo (regolabili colla sistemazione del lago Saima di circa 7000 km² di superficie), si sono progettate quattro centrali utilizzanti un dislivello complessivo di m 62,50 distribuite su un corso di 26 km; le quattro centrali avranno rispettivamente un salto di 7,5 m, di 24 m, di 15,5 m, e di 15,5 m. La centrale di 24 metri di salto, a Imatra, è già costruita e contiene tre gruppi da 24.000 kVA, cos ϕ = 0,8, a 11.000 V, e 170 giri; l'energia è trasmessa su una linea a 120.000 V; costruita coi tre conduttori disposti su un medesimo piano per evitare contatti derivanti da eventuali eccessivi carichi di ghiaccio.

*

La produzione di energia nel mondo, sarebbe distribuita nel modo seguente, secondo l'Elektr. und Maschinenbau. Nel 1924 si produssero: negli Stati Uniti 54,4 miliardi di kWh; nel Canada 8 miliardi; in Inghilterra 6,68 miliardi; in Francia 6 miliardi di kWh; in Italia 5,4 miliardi; 2,35 miliardi nella Svezia; 1,97 miliardi nella Svizzera; 1,66 miliardi nel Belgio; 2155 milioni in Polonia; 2350 milioni in Ungheria; 35,6 milioni in Jugoslavia; 420 milioni in Cecoslovacchia; 8 miliardi nel Giappone.

Classificando i diversi Paesi in base alla produzione di kWh per ogni abitante si avrebbe primo il Canada con 878 kWh; poi la Svizzera con 505 kWh; gli Stati Uniti con 484; la Svezia con 390; la Francia con 150; la Inghilterra con 145; l'Italia con 135; il Giappone con 104. Riguardo alla percentuale di potenza utilizzata rispetto alla disponibilità starebbe in primo posto la Svizzera con 60 per cento; seguirebbero la Germania con 55 %, l'Italia con 47,3 %, ecc.

:: LIBRI E PUBBLICAZIONI ::

Ing. GUIDO PERI. — *L'illuminazione elettrica*. Milano, Hoepli 1925, pag. 520 - Prezzo L. 24).

Fra il progredire meraviglioso di tutti i rami della tecnica delle applicazioni elettriche, che ha raggiunto in Italia un livello certo non inferiore a quello degli altri Paesi, la tecnica della illuminazione è stata fra noi fino ad ora grandemente trascurata, mentre all'estero andava sempre più perfezionandosi ed era studiata con sempre maggiore interesse. A diffondere anche fra i tecnici nostri la nozione della grande importanza pratica di questi problemi, e ad impostare scientificamente ed economicamente la loro trattazione può assai giovare il volume dell'Ing. Peri.

L'A. ha raccolto nel suo libro le nozioni fondamentali riguardanti le proprietà e le caratteristiche dei diversi sistemi di illuminazione elettrica e dei diversi tipi di lampade.

Il problema modernissimo dei proiettori più adatti ai diversi servizi è studiato ampiamente ed è messa in rilievo la sua importanza fondamentale, e spesso non sufficientemente riconosciuta, agli effetti del raggiungimento di una illuminazione razionale.

La critica ed i confronti di carattere tecnico ed economico che l'A. espone fra i vari sistemi di impianto di reti di illuminazione pubblica riuscirà molto utile a chi debba praticamente occuparsi di simili questioni.

Il libro si occupa pure, con una certa larghezza, dei tipi di lampade speciali per servizi particolari, come quelle a vapori di mercurio, o a gas rarefatti, ed anche degli impianti di carattere singolare come l'illuminazione delle automobili o dei treni.

Quando si tenga presente che il consumo di energia per scopo di illuminazione supera largamente i 600 milioni di kWh annui, si comprende come il problema della migliore utilizzazione di questa energia rivesta una carattere di importanza veramente nazionale.

Il libro del Peri, come tutti i buoni libri sull'argomento merita quindi di essere largamente conosciuto fra i tecnici italiani.

*

Manuale Enciclopedico dell'Ingegneria Moderna. — Seconda edizione, vol. I. — Ed. Hoepli, 1926, pag. 1184 - Prezzo L. 85.

La seconda edizione italiana di questa apprezzatissima enciclopedia tecnica si inizia con la pubblicazione, testè avvenuta, del primo dei quattro volumi di cui essa sarà costituita.

L'abbiamo sfogliato con cura, ed abbiamo constatato che la lusinghiera presentazione che ne fa l'editore ha ben ragione di essere.

Non è qui il caso di ricordare i pregi dell'opera originale: serietà scientifica, completezza e modernità di dati. Essa è già favorevolmente nota ai nostri tecnici attraverso la prima edizione italiana.

Diremo invece che le assidue cure dell'editore e l'ardua fatica del valeroso traduttore hanno raggiunto un risultato indubbiamente lusinghiero, che non dubitiamo sarà confermato dai successivi volumi.

La distribuzione della materia è stata rimaneggiata, rispetto alla precedente edizione, con criteri di omogeneità di argomenti e di praticità di consultazione.

In questo primo volume sono raccolte le materie di carattere generale: la matematica e i principi scientifici della tecnica: sono aggiunti i capitoli relativi alla scienza delle misure e alla topografia in particolare. Il volume termina con un'ampia raccolta di dati relativi a monete, pesi e misure dei vari paesi, con relativi ragguagli e tabelle di conversione.

Sono particolarmente da segnalare il capitolo sul calcolo vettoriale, scritto appositamente per quest'opera dal Prof. Marcolongo, e i capitoli raccolti sotto la denominazione, forse non molto indovinata, di fisica tecnica, dove sono trattati tutti gli argomenti che, nei vari rami della tecnica, riguardano oscillazioni: velocità critica degli alberi, acustica, mezzi di protezione contro le vibrazioni dovute alle macchine, ottica.

L'opera è completata da numerose indicazioni bibliografiche e da un indice sistematico che ne rende agevole la consultazione.

Va infine dato speciale rilievo alla forma accurata dell'espressione linguistica, che dimostra come il traduttore abbia ben digerito la materia e, superando gravi difficoltà che egli modestamente tace, abbia saputo elaborarla adattandola alle esigenze del lettore italiano.

Tipograficamente, anche dove le tabelle hanno cifre molto fitte e le formule sono molto complesse, l'opera si presenta in modo impeccabile, così che la lettura ne è facile e non faticosa. F. C.

*

Prof. ETTORE MORELLI. — *Costruzioni elettromeccaniche*, puntata 19^a, pag. 287. - Union e Tip. Ed. Torinese - Prezzo L. 60.

Il terzo volume del noto e pregevole trattato del Prof. Ettore Morelli si è arricchito in questi ultimi tempi con la pubblicazione della puntata 19^a, dedicata esclusivamente alla trazione elettrica.

Si tratta di un grosso volume di circa 300 pagine di scritto, con

numerossime figure intercalate nel testo e con l'aggiunta di una cinquantina di tavole.

Vi sono descritti, con la solita cura nella suddivisione logica della materia, i principali sistemi sia di piccola che di grande trazione elettrica; l'autore si diffonde naturalmente di più, data la natura dell'opera, nella descrizione dell'equipaggiamento elettrico del materiale mobile: non sono però trascurati gli argomenti riguardanti i particolari di natura più strettamente meccanica; anche alle linee di contatto è dedicato un apposito capitolo.

Segnaliamo, nel capitolo relativo alle automotrici, una rapida rassegna dei tipi più recenti di automobili ed autocarri ad accumulatori: sono successivamente descritte le automotrici ferroviarie, sia ad accumulatori sia con motore primo trasportato: a benzina, Diesel e a vapore.

Passando alle motrici ad alimentazione esterna, l'autore accenna brevemente alle filovie, alle locomotive per miniere, cantieri, ecc., diffondendosi poi maggiormente sulle automotrici e sui locomotori per trazione tramviaria e ferroviaria, a corrente continua, a corrente alternata monofase (motori a collettore) e trifase. La parte descrittiva è molto ricca, come sempre, e riguarda gran parte delle più moderne costruzioni.

Non manca un accenno alle ferrovie a dentiera e alle funicolari.

In un capitolo alla fine del volume sono passati in rassegna i sistemi elettrici di illuminazione e di riscaldamento dei treni, l'equipaggiamento elettrico dell'automobile a benzina, i segnali e i sistemi di blocco azionati elettricamente, e infine, senza però addentrarsi in dettagli costruttivi, sono descritti i sistemi di linee di contatto maggiormente usati.

Il volume in esame non vuole essere naturalmente un trattato di trazione elettrica; esso però, data la grande importanza dell'argomento trattato e la sua stretta affinità con l'oggetto principale dell'opera, si presenta con una mole discreta, entro la quale la materia ha uno sviluppo adeguato.

In complesso non possiamo che lodare senza riserve anche questa nuova puntata del classico trattato ed assicurare il fecondo autore che la sua opera conferma sempre più la ben meritata fama. F. C.

RIVISTA DELLE INVENZIONI INTERESSANTI L'ELETTROTECNICA

Brevetti Italiani (*)

- N. 209195 — BUREAU D'ORGANISATION ECONOMIQUE: Dispositif de refroidissement des appareils électriques par circulation de liquide à travers les conducteurs. — 12-4-1922.
- N. 179074 — DET NORSKE AKTISELSKAB FOR ELEKTROKEMIST INDUSTRIAL HYPOTEKBOUT: Elettrodi per forni elettrici e processo per fabbricarli. — 23-10-1919.
- N. 206852 — DI GIUSEPPE R.: Apparecchio termoelettrico per stufe da applicarsi, avvitandolo, a qualunque portalampe ordinario in uso. — 17-1-1922.
- N. 209568 — DRISCOLI ROY A.: Perfezionamenti nei forni elettrici. — 29-4-1922.
- N. 208485 — FUSS M.: Caldaia a vapore elettrico regolabile. — 23-3-1922.
- N. 209365 — HELFENSTEIN A.: Forno elettrico chiuso. — 1-4-1922.
- N. 209335 — MALAGUTI G.: Forno elettrico automatico a variazione di temperatura regolabile secondo legge prestabilita. — 28-4-1922.
- N. 208927 — NAPPI G.: Essiccatore elettrico per sabbia, materiali e simili. — 21-3-1922.
- N. 208961 — PANCHETTI A.: Nuovo forno domestico a riscaldamento elettrico. — 28-3-1922.
- N. 209203 — QUARTO di PAOLO R.: Sistema di elettrificazione dei comuni radiatori di termo-ifone. — 13-4-1922.
- N. 230496 — SACCHETTO L.: Radiatore elettrico. — 12-5-1924.
- N. 206193 — TORTAROLO O.: Forno elettrico combinato da servire per stufa a riflessione. — 8-12-1921.
- N. 209468 — BORELLI A.: Fabbricazione dell'idrato di piombo elettrolitico e successiva trasformazione in biacca. — 14-4-1922.
- N. 209455 — GALTAROSSA A. e ONGARO G.: Processo per ottenere al forno elettrico un prodotto dotato da azione fertilizzante analoga a quella delle scorie Thomas. — 12-4-1922.
- N. 209100 — LEVIN J. H.: Perfectionnements aux éléments électrolytiques pour la génération d'oxygène et d'hydrogène. — 3-4-1922.
- N. 209655 — PEEHKRANZ R.: Appareil pour l'électrolyse de l'eau. — 14-4-1922.
- N. 204288 — PLAUSON'S FORSCHUNGSINSTITUT GES. m. b. H.: Processo per la fabbricazione di una massa artificiale refrattaria e resistente alle azioni chimiche e elettriche e di oggetti fatti con la stessa. — 22-10-1921.
- N. 203318 — POMA G. & PELLEGRINO G.: Nuovo processo di preparazione dell'acido H (amminonafoldisolfonici 1.3.6.8). — 12-12-1921.

(*) I Soci dell'A. E. I. potranno procurarsi sollecitamente copie dei Brevetti segnalati presso l'Agenzia Internazionale Brevetti Ing. F. E. Famero, Corso Magenta, 31, Milano (9), la quale ha preso impegno di accordar loro il 20 % di sconto sulle tariffe normali sia per dette copie, come per ogni lavoro di ricerca su brevetti e marchi italiani e stranieri, come da annuncio a pag. III.

(N.B. - Il costo dei brevetti italiani anteriori al 1° Ottobre 1925 non è preventivabile, perchè le copie sono da farsi a mano presso gli Archivi Ufficiali)

- N. 207368 — SOC. CENTRALE DES INDUSTRIES DE L'AIR LIQUIDE ET DE L'AZOTE: Métal pour tubes catalyseurs pour la synthèse de l'ammoniac sous hyperpression. — 25-2-1922.
- N. 209550 — THARALDSEN F.: Procédé pour produire du zinc au four électrique. — 27-4-1922.
- N. 179225 — GLEGG J. HOLLINGSWOORTH: Perfezionamenti negli o relati agli apparecchi indicatori di réclame luminosa. — 21-10-1919.
- N. 209001 — Mac SAVANEY C.: Perfectionnements aux indicateurs lumineux. — 16-3-1922.
- N. 209931 — MILELLA G.: Copricapo con targa a lettere luminose. — 10-5-22.
- N. 208768 — PONZETTI A.: Piccolo vulcanizzatore elettrico semi automatico a resistenza rapidamente riscaldabile. — 27-3-1922.
- N. 209220 — SPIGNO G. B. M.: Innovazioni nelle indicazioni a segnali luminosi. — 14-4-1922.
- N. 209234 — CASTIAUX R.: Chaudière pour chauffage central et usages équivalents. — 15-4-1922.
- N. 205084 — COLOMBO A.: Bracco per fornelli a gas ad aspirazione verticale. — 12-11-1921.
- N. 209524 — ERIKSSON J. R.: Apparecchio per la vaporizzazione di combustibili liquidi. — 24-2-1922.
- N. 187674 — GESELLSCHAFT für MASCHINE DRUCKENTIOASSE-RUNG m. b. H.: Procédé pour la deshydratation mécanique de la tourbe par l'emploi de corps d'additions. — 29-6-1920.
- N. 206462 — HOSTETTLER F.: Procédé pour la fabrication d'un combustible liquide. — 21-1-1922.
- N. 209462 — JACOBS K.: Processo per addurre e sottrarre calore in materiale cattivo conduttore di calore. — 12-4-1922.
- N. 229440 — KUCHER A.: Perfezionamenti relativi a macchine frigorifere. — 2-4-1924.
- N. 209235 — LANHOFFER J. E.: Procédé de cuisson du ciment et four relatif à récupération pour son application. — 15-4-1922.
- N. 206425 — MOSSO P.: Perfezionamenti nella costruzione delle ventole di ventilatori elicoidali. — 14-1-1922.
- N. 164183 — PETTERSON P. A.: Dispositif pour réchauffer l'eau dans les fourneaux. — 4-1-1918.
- N. 208556 — ROWLAND GREENWOOD: Apparecchio per cuocere od essiccare sostanze sotto alte temperature e per raffreddarle successivamente. — 30-3-1922.
- N. 230492 — E. V. NIEDERHAUSERN & C. SADERSTROFFWERK LENZBURG: Elemento permutatore di calore per la vaporizzazione, la condensazione e la distillazione. — 10-5-1924.
- N. 185623 — AKTIEBOLAGET VAPORACKUMULATOR (Soc.): Perfectionnements dans le fonctionnement d'installations productrices de vapeur avec accumulateur de vapeur. — 26-5-1920.
- N. 209868 — AKT. GES. MASCHINENFABRIK BELL T. & Cie: Turbine à eau à nombre de tours spécifique élevé. — 1-5-1922.
- N. 144627 — ALLGEMEINE ELEKTRICITÄTS GESELLSCHAFT: Motore a combustione. — 25-7-1914.
- N. 230661 — AMBROSETTI C.: Candela Ambrosetti per motori a scoppio. — 10-5-1924.
- N. 156882 — ANZANI A.: Fourreau étanche pour moteurs à explosion pourvus d'un refroidissement par circulation d'eau. — 23-11-1916.
- N. 165440 — ARIS CARBURATEURS (Soc. An.): Dispositif pour la production de l'étincelle dans les bougies d'allumage. — 12-3-1918.
- N. 204153 — THE ARMSTRONG SPARRING PLUG COMPANY Ltd.: Perfectionnements aux bougies d'allumage. — 6-10-1921.
- N. 230606 — BABCOCK & WILCOX Ltd. (Soc.): Perfezionamenti nelle caldaie a tubi d'acqua. — 22-5-1924.
- N. 230673 — La stessa: Perfezionamenti riguardanti i generatori di vapore. — 22-5-1924.
- N. 230682 — La stessa: Perfezionamenti riguardanti i generatori di vapore. — 23-5-1924.
- N. 230593 — BAGNULO A.: Motrice a vapore, funzionante mediante i vapori del combustibile che si usa per il suo focolare. — 14-5-1924.
- N. 230906 — BAJMA RIVA O.: Valvola automatica ad alimentazione indiretta per mantenere costante il livello d'acqua in caldaia. — 27-5-1924.
- N. 230815 — BERNARD J. H.: Motore a combustione. — 27-5-1924.
- N. 182751 — BAYERISCHE MOTOREN WERKE Akt.: Moteur à haute puissance à puissance constante à toutes les hauteurs de vol réalisée pratiquement. — 9-3-1920.
- N. 209870 — BOLTSHAUSER H.: Système de condensation par surface pour locomotives à turbine à vapeur. — 1-5-1922.
- N. 182373 — BONDE V.: Bougie d'allumage pour moteurs à explosion. — 6-2-1920.
- N. 173333 — THE BRITISH WESTINGHOUSE ELECTRIC and MANUFACTURING COMPANY Ltd.: Innovazioni nelle palette per turbine a pressione di fluido. — 15-3-1919.
- N. 183270 — BRUNNER L. E., LEFEVRE P. J. M.: Perfectionnements aux magnétos pour moteurs à explosions. — 27-3-1920.
- N. 209680 — CALDWELL W. H.: Perfectionnements ayant trait à la production de vapeur applicables en particulier à la production de vapeur destinée à être utilisée dans les moteurs à combustion interne. — 20-4-1922.
- N. 230791 — CAPPA G. C.: Perfezionamenti nelle teste dei motori a scoppio. — 20-5-1924.
- N. 209978 — CASANOVA A.: Motorino ad aria compressa a semplice o doppio effetto per l'azionamento di ventilatori, agitatori e simili. — 13-5-1922.
- N. 209980 — CASANOVA A.: Motorino ad aria calda per piccole forze motrici. — 13-5-1922.
- N. 209107 — CATTANEO C.: Apparecchio per ispezionare il funzionamento dell'accensione nei motori a scoppio. — 4-4-1922.
- N. 210014 — Lo stesso: Verificatore dell'accensione per motori a combustione interna. — 18-5-1922.
- N. 209821 — CAVANNA B.: Avvisatore di temperature limite per motori a combustione interna.
- N. 209985 — CORTESY J. H. e DICKSON W. K. L.: Perfezionamenti nelle turbine. — 15-5-1922.
- N. 183269 — COSTILLE J. & ROBBE G.: Moteurs à explosions à deux temps sans soupapes. — 27-3-1920.
- N. 209826 — COZETTE R.: Perfectionnements aux carburateurs. — 4-4-1922.
- N. 209714 — DEL CISTIA G.: Trasformazione delle forze del mare in energia elettrica. — 11-4-1922.
- N. 188585 — DE MICHELI E.: Perfezionamenti nelle caldaie a vapore atti a ottenere lo sfruttamento completo dei focolari e la completa utilizzazione dello spazio contenuto nei focolari stessi. — 2-7-1920.
- N. 160768 — DE ROCHFORT-LUCAY C.: Carburateur pour moteurs à explosion. — 18-6-1917.
- N. 209851 — DIAMANT S.: Dispositivo alimentatore di combustibile liquido a depressione, per motori a scoppio specialmente indicato per motori di automobili. — 24-4-1922.
- N. 230636 — D'ORAZIO L.: Evaporatore economizzatore di benzina per motori a scoppio. — 16-5-1924.
- N. 227643 — DUBLER M. e BRUPPACHER P.: Sistema ed apparecchio per la gasificazione di combustibili liquidi per motori a scoppio. — 23-1-1924.
- N. 177727 — EGERSDORFER F.: Motore rotativo con stantuffi lavoranti assialmente. — 9-9-1919.
- N. 209580 — ENGINEER Cy: Perfectionnements aux pulvérisateurs. — 3-4-1922.
- N. 209500 — ERUST W. E.: Organo di strozzamento a comando termostatico. — 18-4-22.
- N. 209186 — ESNAULT PELTERIE R.: Perfectionnements apportés aux moteurs à deux temps. — 10-4-1922.
- N. 230.818 — FERRI B. e SANTAMARIA F.: Motore a gas combustibili ad espansione prolungata. — 28-5-1924.
- N. 206924 — FLÉISCHER M., C. L. G. e PIRONNEAU E. L. F. M.: Perfectionnements apportés aux installations motrices mobiles. — 26-1-1922.
- N. 239673 — FOGLIA P. & DELITATA M.: Motore ad aria e gas compressi sistema Foglia Delitata. — 16-4-1924.
- N. 202.635 — FÖTTINGER H.: Turbine a combustione interna con liquido ausiliario dotato di moto pendolare. — 29-9-1921.
- N. 204131 — FOUCHEE E.: Transformateur hydro-mécanique. — 4-10-1921.
- N. 165559 — GENETY L.: Système de carburateur. — 20-3-1913.
- N. 209767 — GIROLA G. e GUIDOTTI G.: Motore rotativo a quattro tempi. — 4-4-1922.
- N. 156053 — GRAY A., GASKELL J., WILKES W. T.: Tuyau pour conduite et vaporisation combinées pour emploi des combustibles à mélange ou lourds utilisés dans les moteurs à combustion interne. — 27-9-1916.
- N. 209586 — GRAZER WAGGON MASCHINENFABRIKS Akt vorm. Jh. WEITZER & HATZER E. (Ditta): Lubrificazione dell'albero a manovella per motori a combustione interna. — 4-4-1922.
- N. 228032 — GREEN W. R. e HERBST A.: Carburatori per motori a combustione interna. — 20-2-1924.
- N. 170806 — HANDOLL P.G.: Perfectionnements aux nettoyeurs pour chaudières à tubes d'eau. — 5-12-1918.
- N. 209860 — HILLS W. F., CHARD W. H., e EASTMAN O. S.: Perfectionnements dans les bougies d'allumage. — 29-4-1922.
- N. 230799 — IMBERT G.: Processo per la produzione di gas, più specialmente applicabile all'alimentazione dei motori a esplosione. — 22-5-1924.
- N. 210080 — INGERSOLL DAUD Cy (Soc.): Appareil pour diminuer la charge des compresseurs au démarrage. — 23-5-1922.
- N. 149485 — JOLY V.: Perfectionnements apportés aux bougies d'allumage des moteurs à explosion. — 17-6-1915.
- N. 210076 — KJEE J.: Moteur à combustion à deux temps. — 23-5-1922.
- N. 209175 — FRIED. KRUPP A. G. GERMANIAWERFT: Dispositif de refroidissement pour moteurs à combustion interne. — 10-4-1922.
- N. 210087 — LAMBLIN A.: Perfectionnements apportés aux radiateurs de moteurs thermiques. — 24-5-1922.
- N. 209110 — POULSEN L. e Co.: Indicateur d'étincelles électriques. — 4-4-22.
- N. 204123 — MACCALL MACLAGAN, CAMPBELL: Perfezionamenti nei motori a combustione interna a due tempi. — 3-10-1921.
- N. 187735 — MÄDLER F.: Dispositif d'amenée de l'eau de refroidissement aux soupapes des moteurs à combustion. — 30-6-1920.
- N. 187729 — Lo stesso: Procédé de travail pour les moteurs à explosion. — 30-6-1920.
- N. 187730 — Lo stesso: Disposition de refroidissement du piston dans les moteurs à combustion, au moyen d'un agent de refroidissement aéroforme soufflé dans le piston contre son fond. — 30-6-1920.
- N. 187731 — Lo stesso: Commande de soupape pour moteurs à combustion. — 30-6-1920.
- N. 187732 — Lo stesso: Dispositif de distribution de l'eau de refroidissement dans les moteurs à combustion. — 30-6-1920.
- N. 187734 — Lo stesso: Dispositif servant à assurer l'étranchéité des chambres d'eau des cylindres des moteurs thermiques. — 30-6-1920.
- N. 209800 — MADONNA G.: Iniettore tipo Madonna. — 29-4-1924.
- N. 197960 — MAISON DETILEUX (Soc. An.): Perfectionnements aux chaudières à vaporisation instantanée. — 13-4-1921.
- N. 144683 — MAGYAR KIR. ALLAMI VASGYARAK KOEZIPONTI-IGAZGATOSAGA: Procédé et dispositif pour introduire du combustible liquide dans le cylindre de travail de moteurs à combustion interne à haute pression sans l'acide d'aria de pulvérisation. — 16-7-1914.
- N. 230722 — MANIA G.: Manovellino di spinta rotativa, specialmente adatto per motore a combustione interna. — 20-5-1924.
- N. 230696 — MASCHINENBAU AKTIENGESSELLSCHAFT TIGLER WILSING P.: Motore a combustione che utilizza l'aria compressa generata nel suo interno per determinare l'avviamento e per assorbire il momentaneo sovraccarico. — 26-5-1924.
- N. 139245 — MASCHINENFABRIK AUGSBURG NERNEBERG A. G.: Refroidissement des fonds de cylindre pour les grandes moteurs à combustion. — 12-1-1914.
- N. 230637 — MEMINI FABBRICA CARBURATORI: Innovazioni nei carburatori. — 16-5-1924.
- N. 186026 — MEYER J. M., H. P.: Perfectionnements apportés aux moteurs à explosion. — 1920.
- N. 175737 — MORISON D. B.: Perfezionamenti nelle caldaie a tubi d'acqua. — 23-6-1919.



Associazione Elettrotecnica Italiana

Eretta in Ente morale il 3 Febbraio 1910

Notizie delle Sezioni

SEZIONE DI BARI.

Nella mattinata del giorno 16 Ottobre c. a. i Soci di questa Sezione, per gentile concessione del R. Provveditorato alle Opere Pubbliche per le Puglie e della Spettabile Direzione del S.I.C.A.M. (Sindacato Italiano Costruzioni Appalti Marittimi) si sono recati in gruppo numeroso a visitare, in piena attività di funzionamento, i Cantieri ed i lavori per il Gran Porto di Bari.

La visita è riuscita oltremodo interessante e gradita, data la mole e l'importanza delle opere in corso per l'ampliamento del Porto di Bari, che certamente è destinato ad un sicuro avvenire.

Mercè il gentile interessamento e la squisita cortesia del Direttore dei lavori Sig. Ing. Comm. Viganio Tullio e del Direttore dei Cantieri Sig. Cav. Argentero Ferdinando, i Soci hanno potuto visitare tutti gli impianti, e recarsi per mare sul posto dove emerge già dalle acque per circa 60 cm. il primo masso ciclopico che segna in modo visibile l'inizio della costruzione del gran molo foraneo che servirà a proteggere il futuro gran Porto di Bari.

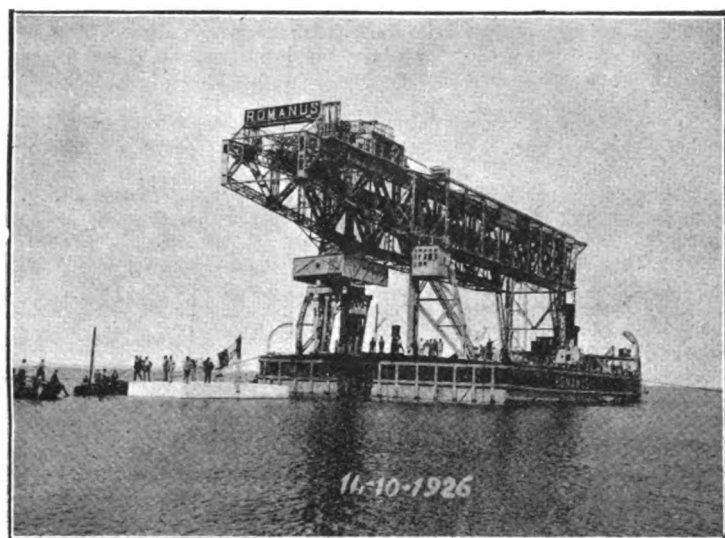


Fig. 1. — Porto di Bari
L'inizio «visibile» del nuovo molo foraneo in costruzione.

Crediamo opportuno dare qui di seguito, in riassunto, le caratteristiche più importanti dei Cantieri e dei lavori visitati.

L'organizzazione degli impianti per la costruzione del futuro grande Porto di Bari comprende necessariamente tutto quanto occorre dalla produzione di pietrame per scegliere d'imbasamento alla posa dei grandi massi ciclopici da 350 tonn. circa.

La cava situata in Regione Fesca sfrutta un esteso banco di pietra calcarea, che produce tanto il pietrame minuto quanto i grossi scogli per rivestimento di scarpata. Quattro grues a vapore ed un grosso escavatore a cucchiaia permettono di mantenere la produzione occorrente a tutto il fabbisogno dei cantieri, ed una fornace di calce è pure installata nelle vicinanze.

Il pietrisco è ottenuto mediante azionamento di un frantoio Kennedy n. 4 della produzione di m³ 200 giornalieri di pietrisco vagliato, uno dei primi del genere impiantato in Italia.

Tutto il materiale prodotto dalla cava viene convogliato ai cantieri di Bari, distanti circa km. 8, mediante apposita linea ferroviaria con scartamento di m. 0,915 servita da 5 locomotive e da 120 carri da 3 m³ di portata.

Il materiale giunto a Bari, viene diramato su apposito piano scaricatore quello da gettarsi a mare per scegliere, ed introdotto in cantiere, quello occorrente per la costruzione dei massi ciclopici.

In relazione agli ultimi criteri circa la costruzione di dighe foranee, anche quella che formerà la difesa del nuovo porto di Bari è a pareti verticali e conformata con grossi blocchi di calcestruzzo di pozzolana e calce, del peso ciascuno di circa tonn. 350, a tre ordini sovrapposti e poggiati su apposito scanno di fondazione di pietrame.

Il peso di tali blocchi, mai finora raggiunto in nessuna costruzione marittima, ha imposto alla Società Costruttrice speciali adattamenti, sia per le macchine impastatrici, sia per il trasporto e versamento in apposite e robuste casseforme del materiale confezionato.

E così il cantiere è stato attrezzato con linea telefonica a servizio delle impastatrici e di altre per il ritiro da mare dell'occorrente pozzolana e per il necessario immagazzinamento in apposito grande Silos di cemento armato, da dove poi partono le linee alimentatrici dell'impianto per calcestruzzo, il quale presenta la caratteristica di funzionamento automatico mediante appositi servomotori che regolano il movimento degli elevatori del materiale, il dosaggio degli elementi, l'apertura e la chiusura della betoniera.

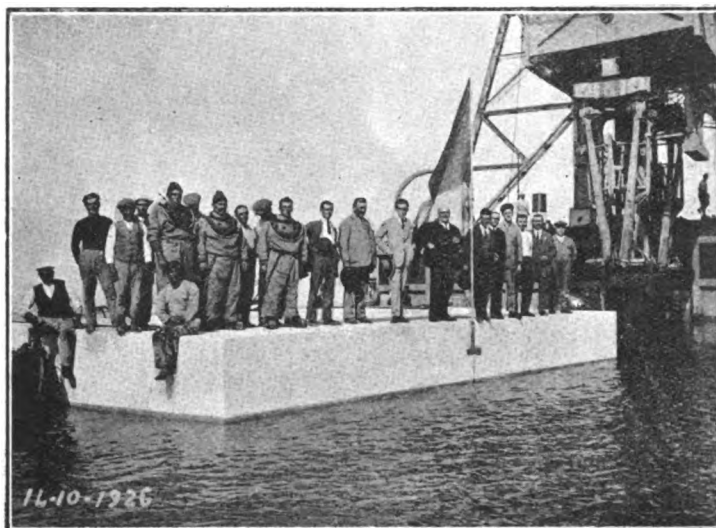


Fig. 2. — Porto di Bari
Il primo masso ciclopico emergente del nuovo molo foraneo.

Il problema più interessante di tutto il cantiere è senza dubbio il maneggio sia a terra, che a mare, dei grandi blocchi di calcestruzzo. Una grossa gru elettrica a cavalletto, costruita dalle Officine di Savigliano e scorrente su apposito binario solleva il masso ciclopico e lo trasporta sino in margine alla banchina. Tale operazione è fatta senza difficoltà ed il blocco, che misura una lunghezza di m. 10, largo m. 5 ed alto m. 3,60 percorre una lunghezza massima di circa m. 100 per giungere al posto d'imbarco.

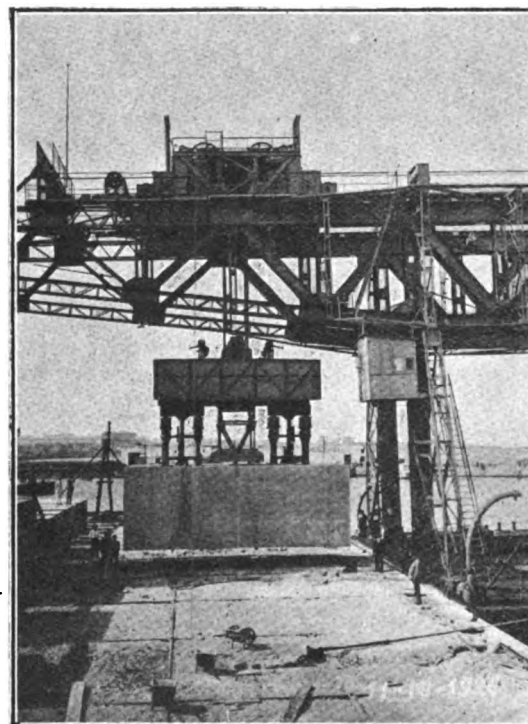


Fig. 3. — Porto di Bari
La grande gru elettrica «Romanus» mentre solleva dalla banchina un masso ciclopico.

La sospensione di detto masso è fatta mediante branche apribili, che vengono introdotte in apposite aperture o pozzi, due per masso, e misuranti m. 1,80 in quadro, venendo a contrastare con apposite riseghe situate sul fondo di tali pozzi. Il masso resta così sospeso su otto appoggi.

Tale sospensione è ripetuta sul grande pontone galleggiante «Romanus» che la Società ha fatto costruire nei Cantieri del Tirreno di Riva Trigoso e che solleva il masso dalla banchina e mediante apposito carrello scorrente su trave portante lo deposita in coperta. Il

« Romanus » che ha una potenzialità di sollevamento di 450 tonn. può immagazzinare N. 3 massi ciclopici.

L'operazione inversa serve per il collocamento in sito dei grossi blocchi per la costruzione della diga che è destinata ad avanzare con celerità sinora sconosciuta, poichè con la posa di un carico del « Romanus » (3 massi), si riesce a costruire m. 5 di molo foraneo in una sola giornata.

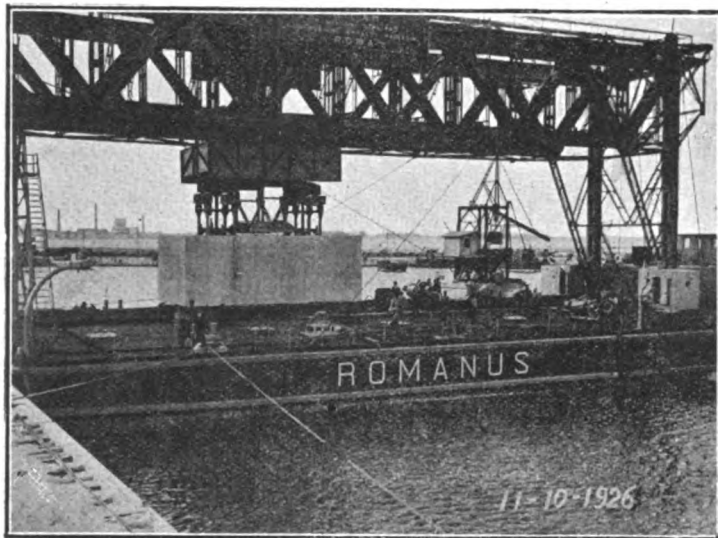


Fig. 4. — Porto di Bari
Il «Romanus» mentre carica a bordo un masso ciclopico.

Naturalmente per detta posa è occorsa la preventiva formazione della sottostante scogliera, spianata e regolarizzata a mezzo di opere di palombari, e farà seguito la necessaria costruzione del superiore muro paraonde.

I lavori del Porto di Bari, dell'importo di 85 milioni, dovrebbero essere ultimati in anni 10 e le opere previste comprendono m. 1400 di molo foraneo, m. 300 di molo di ridosso oltre a m. 750 di banchina per operazioni commerciali.

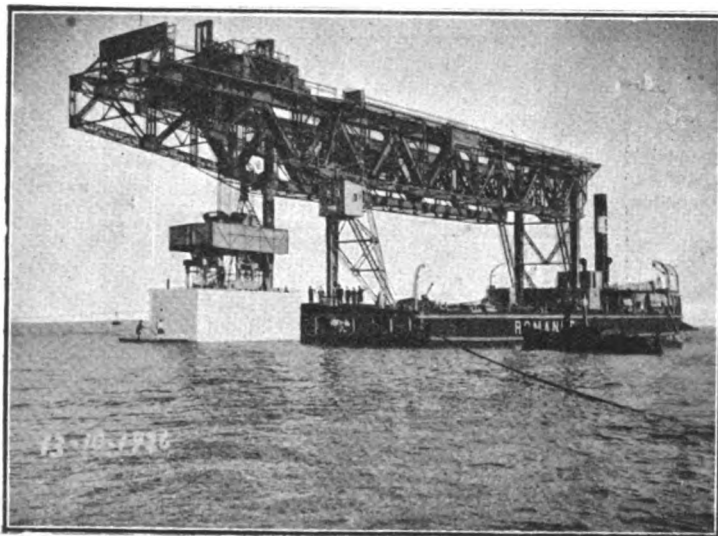


Fig. 5. — Porto di Bari
Il «Romanus» mentre affonda il primo masso ciclopico.

Tutti gli impianti installati in Cantiere sono azionati con energia idroelettrica fornita a 9.000 volt e trasformata mediante apposita cabina di trasformazione.

Il pontone galleggiante « Romanus » è azionato invece a vapore, con caldaie a vapore a combustione di nafta, e provvede anche da sé ai limitati servizi elettrici di bordo.

* *

SEZIONE DI NAPOLI

Assemblea generale dei Soci del 15 luglio 1926.

Presiede il Presidente, Comm. Ing. Giuseppe Domenico Cangia. Segretario: Ing. Carlo Gigante.

Il Presidente apre la seduta alle ore 21. Essa ha luogo nella grande aula del R. Istituto Chimico della R. Università concessa dalla cortesia dell'illustre Prof. Ferruccio Zambonini.

Il vasto anfiteatro è gremito. Si notano nell'uditorio moltissime gentili signore.

Il Presidente ringrazia le signore intervenute e l'illustre Prof. Ferruccio Zambonini per la gentile concessione dell'aula. Fa una rapida rassegna sugli impianti della Società Meridionale di Elettricità e del superbo programma di questa per la elettrificazione del Mezzogiorno in massima parte già svolto. Accenna agli impianti Silani e alle otto centrali della Società fra le quali la super Centrale Maurizio Capuano, dando poscia la parola all'Ing. Motti per lo svolgimento del tema: « Gli impianti della Società Meridionale di Elettricità ».

L'Ing. Motti descrive fra il più vivo interesse degli ascoltatori gli impianti della Società Meridionale, illustrando il suo dire con assai belle e riuscite proiezioni cinematografiche, riscuotendo infine le più vive approvazioni.

L'assemblea è tolta alle ore 24.

*

Assemblea generale dei Soci del 6 novembre 1926.

Presiede il Presidente Comm. Ing. Giuseppe Domenico Cangia che apre la seduta alle ore 21.

Segretario: Ing. Carlo Gigante.

Il Presidente ringrazia a nome dell'Associazione Elettrotecnica Italiana l'illustre Ing. Scasso Sub-Commissario del Comune di Napoli venuto in rappresentanza del R. Commissario.

Ringrazia l'Ing. Gianturco, Segretario del Sindacato Ingegneri ed i colleghi tutti del Sindacato per la cortese premura con la quale hanno accolto l'invito di questa Presidenza con l'intervire numerosi all'importante conferenza del Ch.mo Ing. Carlo Fefrari della Società Meridionale di Elettricità.

Invita l'Assemblea ad innalzare a Dio il pensiero riconoscente con mezzo minuto di silenzioso raccoglimento, ringraziando così l'Onnipotente per lo scampato pericolo del Duce nostro nell'ultimo sacrilego attentato, e perchè la protezione Divina vegli sempre su Benito Mussolini affinché la sua preziosa esistenza sia lungamente conservata all'Italia ormai rinnovellata dalla dura fatica e dal quotidiano travaglio di lui che va sospingendola così alle mete più radiose (*l'assemblea scatta in piedi applaudendo lungamente e si raccoglie in silenzio per mezzo minuto*).

L'Ing. Cangia a questo punto prega l'assemblea compiacersi approvare i seguenti atti già discussi ed approvati dal Consiglio direttivo.

Ammissioni di soci: Ing. Alberto Carino, Ing. Renato Carrelli, Sig. Gennaro Pezzella, Sig. Silvio Perna, Ing. Alfredo Mathieu, Sig. Macri Nicola, Ing. Mario Borghi, Ing. Giuseppe Pepe, Ing. Mario De Querquis, Ing. Cesare Pomarici, Sig. Leone Cerruti, Ing. Paolo Zampaglione, Sig. Paolo De Tommaso, Sig. Di Roberto Pietro Paolo, Ing. Mario Fasciglione, Ing. Nicola Coccoli, Ing. Luigi Bruni.

Socio collettivo: Società Anonima Ganz di Elettricità.

Variatione di soci: Ing. Miranda Carlo Alberto, Sig. Di Pietro Giuseppe dalla Sezione di Bari a quella di Napoli.

Sig. Paolo Sodano dalla Sezione di Napoli a quella di Milano, Ing. Giacinto Attilio dalla Sezione di Firenze a quella di Napoli.

Dimissioni: Duca Catemario Di Quadri Enrico, Sig. Francesco Cupini, che risultano approvate ad unanimità.

A questo punto il Presidente passa all'argomento che dovrà trattare l'Ing. Ferrari: « Nuovi dispositivi per migliorare la stabilità delle linee ad altissima tensione ». Esso — dice l'Ing. Cangia — è di grande attualità in quanto si agita da tempo la protezione delle linee di trasmissione contro le sovratensioni, questione che forma oggetto di studi assai profondi — non soltanto per i nostri ingegneri elettrotecnici — sibbene è dibattuta ampiamente anche all'estero.

Mano mano che sono aumentate le potenze trasportate e le lunghezze delle linee di trasmissione sono cresciute le difficoltà e le interruzioni dell'esercizio delle linee, principalmente per scariche a terra e fra i conduttori, seguite da sovracorrenti, corti circuiti e fenomeni elettrodinamici nei macchinari delle centrali.

Da principio le cause prime di questi disordini furono denominate col nome generico di sovratensioni e apparvero ai tecnici in una nebulosa opaca ai raggi delle cognizioni scientifiche, ma poi grado a grado per la luce che provenne dalla teoria di Maxwell, dagli studi di Steinmetz e per la raccolta sistematica dei fenomeni, quelle nebulose si sono lasciate permeare, ed oggi siamo vicini alla possibilità di inquadrare quei fenomeni entro leggi abbastanza semplici, e di apprestare i mezzi di tutela efficace pei nostri impianti.

Intorno ai fili polarizzatori del trasporto elettrico si creano altrettanti campi elettrostatici tra loro interferenti: inoltre e specialmente con le elevate tensioni si vanno formando zone di ionizzazione più o meno intense con flussi di corpuscoli elettronici che accentrandosi danno luogo a manifestazioni più vistose fino a diventare vere ramificazioni e vie di scarica dalle sopravvenienti onde transitorie, le quali alla loro volta costituiscono comode canalizzazioni di deflusso della ordinaria corrente elettrica convogliata, con le conseguenti sovracorrenti, corti circuiti correlativi, e fenomeni elettrodinamici sovrainducati.

Diversi provvedimenti sono consigliati e sono in istudio per salvaguardare gli impianti da questi fenomeni quali ad esempio:

a) modalità di costruzione delle linee per le quali si riducono al minimo le manifestazioni di ionizzazione dei corpuscoli elettronici sopra i conduttori;

b) dispositivi che interdicano alle correnti transitorie di dar luogo a scariche nei punti singolari in cui questo pericolo maggiormente esiste, e cioè in corrispondenza dei sostegni dei conduttori, ingressi nelle centrali, cabine, ecc.

c) dispositivi per scaricare a terra mediante capacità ed induttanze opportune le onde migranti;

d) dispositivi opportuni per smorzare gli archi di scarica a terra al momento in cui essi vanno a prodursi o sono per prodursi;

f) messa in opera sulle linee di apparecchi automaticamente interruttori della corrente o disconnettori del campo degli alternatori al manifestarsi delle sovracorrenti.

In ultimo vi sono i fautori della costruzione di macchinari tanto robusti da poter sopportare qualsiasi sovratensione o sovracorrente che si potesse manifestare.

I due primi provvedimenti suindicati possono essere chiamati preventivi, mentre gli altri appartengono alla categoria di quelli repressivi. Il nostro collega Ing. Ferrari vi parlerà appunto di un provvedimento preventivo che merita tutta la vostra attenzione per la sua importanza in sé ed anche perché esso è consigliato da uno dei più illustri elettrotecnici viventi: il Sig. Ing. Austin.

Dà quindi la parola al valoroso Ing. Ferrari perché voglia svolgere il suo importante argomento.

L'Ing. Ferrari esordisce col premettere alcuni principi scientifici resi in forma intuitiva e considera un conduttore isolato ed immerso nell'aria sottoposto ad una tensione elettrica alternativa: come questa cresce, egli dice, sino ad assumere valori abbastanza grandi si inizieranno nelle regioni dell'aria avviluppanti il conduttore, sensibili perturbazioni costituite specialmente da fenomeni acustici ed ottici: cioè rumori pari allo strofinio di una spazzola su stoffa tesa (« il *brush discharge* ») degli americani, e si vedrà una luminosità evanescente confinata a breve distanza dal conduttore. Se la tensione cresce il « *brush discharge* » si intensifica e la zona sottoposta alla luminescenza diventa più spesso ed intersecata da piccoli archi.

Crescendo il valore della tensione cui è sottoposto il conduttore il « *brush discharge* » e il complesso della luminescenza coi piccoli archi possono mutarsi in vera e propria scarica distruttiva attraverso l'aria circostante.

A questo punto l'Ing. Ferrari conforta la spiegazione dei fenomeni suindicati, considerando le teorie concepite dal Mossotti sulla costituzione dei dielettrici e di quella del Lorentz sulla struttura corpuscolare dell'elettricità, teorie fondate su concezioni geniali ma astruse in apparenza, che, come direbbe il Magnussen possono considerarsi come « *metaphysical Fairy tales* » cioè racconti di fate in un campo metafisico; contrappongono con evidente efficacia le osservazioni del Delounay, quantunque in campo fisico diverso dall'elettrico, che cioè le leggi della dinamica non si sono potute stabilire che partendo da un certo numero di principi o verità fondamentali i quali non sono di evidenza assoluta ma la cui conoscenza è stata ricavata dall'osservazione dei fatti; e queste osservazioni del Delounay tiene presente come tipi per valutare la efficacia delle teorie del Mossotti e di quelle del Lorentz.

Il Mossotti partendo dalla teoria del Poisson sulla induzione magnetica ammise che i dielettrici consistano in un aggregato di sfere conduttrici disseminate in un mezzo non conduttore, e il tutto paragonabile ad una massa di pallini da caccia immersi nell'aria. Chiarisce come il potere coibente o isolante dei dielettrici risiederebbe tutto negli ipotetici tramezzi ed il potere specifico induttivo dipenderebbe dal numero o fittrezza delle ipotetiche sferette conduttrici contenute in una delle celle ora considerate. Sottopone all'attenzione dell'uditorio il dielettrico sotto l'azione di un campo elettrostatico: l'azione di questo, secondo le idee del Lorentz si effettuerebbe nei considerati elementi conduttori in modo che ciascuno di essi si polarizzerebbe dietro la scissione degli ioni dai corrispondenti elettroni: questi ioni svincolati non sarebbero liberi di muoversi come nei corpi conduttori ma sarebbero arginati dagli ipotetici tramezzi coibenti contro le pareti dei quali solleciterebbero notevoli sforzi: questi potrebbero, vinta la elasticità dei tramezzi, produrne la rottura mutando così il dielettrico in buon conduttore lungo i tubi di forza ove tali sforzi energici ebbero luogo. La varia resistenza di queste pareti coibenti all'accennato bombardamento ionico, costituirebbe la caratteristica del dielettrico, chiamata rigidità elettrostatica.

L'oratore illustra come un aggregato di tubi di forza sollecitato nel modo testé descritto, dà nel suo complesso luogo a dei pennelli luminescenti emanati dal conduttore e che gli americani indicano col nome « *streamers* » cioè banderuole. L'effetto calorifico e la conseguente luminescenza degli « *streamers* » si ritiene dipendere dall'attrito fra gli ioni liberati ed in rapido movimento sotto l'azione del campo alternativo.

Stabilisce che, siccome nel campo meccanico la resistenza di un corpo diminuisce se l'azione cui è soggetto varia rapidamente di direzione, così nel caso in esame la resistenza dei considerati tramezzi, coibenti del Mossotti diminuisce notevolmente con rapide inversioni, nel campo elettrico, cioè con la frequenza: ed infatti a parità di potenziale efficace la lunghezza degli « *streamers* » si constata sperimentalmente crescere rapidamente con la frequenza del campo come se gli ioni liberati nelle sferule conduttrici, col crescere della frequenza, bombardassero più efficacemente i considerati tramezzi coibenti sino a distruggerli con maggiore rapidità.

Afferma che se l'intensità del campo e la frequenza crescono sufficientemente, gli « *streamers* » possono svilupparsi su lunga zona attraverso l'aria circostante al conduttore sotto tensione sino a raggiungere parti conduttrici non isolate a distanze anche notevoli dal conduttore isolato, sede del campo; si provocherebbe così una vera messa a terra del conduttore, o in altri termini, la forma iniziale cilindrica del conduttore si può considerare modificata come se

nelle sue pareti fossero fissate delle ramificazioni metalliche; nel caso di installazioni elettriche ad alta tensione tutte le precauzioni relative ai così detti moduli di distanza sarebbero senz'altro frustrate.

Stabilisce che nelle attuali reti ad alta tensione, e sino a 220 kV ed alle frequenze industriali di 40 - 60 cicli non è a parlare di formazioni di « *streamers* » quando si è in normale esercizio: ma cause accidentali definite dallo Stenmetz col vocabolo « *transient* » possono in zone ristrette od estese delle reti produrre alte tensioni ad alte frequenze con conseguenti formazioni di « *streamers* » e conseguente messa a terra delle linee per i derivanti archi. Fra le ragioni di fenomeni « *transient* » cause di sovratensioni ad alta frequenza sono principalmente da rammentarsi quelle derivanti dal passaggio di una linea dallo stato di corto circuito a quello di circuito aperto, siccome può in pratica prodursi oltre che da archi di qualsiasi causa anche dal contatto di due fili per oscillazioni prodotte dal vento o per i noti fenomeni di sobbalzi di fili dovuti alla scarica di ghiaccio o di neve dai fili stessi o anche per rami di alberi o altri corpi trasportati da venti turbolenti ed accavallantesi sui fili. Illustra che altra causa di « *transient* » produttore i tipi di effetti considerati può aversi su una linea nella quale cariche indotte da nubi temporalesche si liberino istantaneamente in seguito a neutralizzazione di queste per effettuata scarica riequilibratrice fra di esse o fra esse e il suolo. Possono anche essere causa di sovratensione ad alta frequenza la disinserzione o gli attacchi bruschi di forti carichi provocandosi così un riaggiustamento istantaneo dell'energia elettromagnetica del sistema.

A questo punto l'oratore — dopo l'accenno già premesso sull'essenza degli « *streamers* », alle cause che li producono su di una linea aerea ed ai loro conseguenti effetti dannosi — passa ad esaminare un altro ordine di fenomeni, e suppone il solito conduttore isolato ed immerso nell'aria: se la tensione cui è soggetto è di notevole valore si verificheranno degli « *streamers* » quasi uniformemente distribuiti sulla sua lunghezza ed apparentemente di eguale sviluppo. Collegando ora quello considerato in precedenza con un altro conduttore di breve lunghezza, e senza modificare la intensità e la frequenza del campo, si osserva dall'esperienza che all'estremità del conduttore gli « *streamers* » sono più energici, mentre diventano meno energici, accostandosi quasi a zero, quelli nelle due zone del conduttore adiacenti all'attacco del secondo col primo. Queste due zone sono di notevole estensione o, in altri termini gli « *streamers* » sul primo conduttore sono quasi soppressi per una notevole zona delle vicinanze della convergenza o dell'attacco dei due conduttori. I suddetti fenomeni che l'oratore ha controllato personalmente in una delle più grandiose installazioni del nord America per ricerche ad altissimo potenziale confermano la opinione che la breve appendice al conduttore modifica la distribuzione del campo nelle regioni contigue e ne varia il gradiente in conformità del risultato sperimentale esposto. Dalle estremità dell'appendice emanano linee divergenti che nell'immediata vicinanza del conduttore sono molto fitte e corrispondono ad un gradiente elevato, mentre nelle zone contigue alla base le linee sono invece diradate e corrispondono ad un gradiente minore.

Con molta efficacia l'oratore materializza l'azione reciproca dei due campi elettrostatici relativi ai due conduttori più sopra menzionati e rammenta in proposito che linee di forze dielettriche della stessa direzione si repellano e si attraggono se di direzione contraria; ricordando pure che il campo dielettrico emanante da un conduttore rettilineo sotto tensione è costituito da gruppi di rette foggiate a stella e in piani normali al conduttore e di cui i centri sono le tracce del conduttore su detti piani, e per fissare le idee l'oratore ferma l'attenzione dell'uditorio a due di questi piani normali al primo conduttore, e ad un altro piano normale e relativo al secondo conduttore collegato col primo. Evidentemente questo terzo piano risulta ortogonale ai primi due. Se si disegnano su questi piani delle rette rappresentanti le linee di forza, escluse quelle giacenti nel piano del foglio, le quali risultano fra loro normali, — le rimanenti, si vede, eserciteranno fra loro azione ripulsiva per intero sviluppo dei loro vettori, e le rimanenti in proporzione della loro proiezione attiva. Per tale azione repulsiva si avrà un diradamento delle linee di forza del campo sul primo conduttore considerato, nei pressi dell'attacco col secondo, mentre che le linee di forza emananti da quest'ultimo repulse dai due lati del primo conduttore vengono ad addensarsi sul secondo. L'oratore a questo punto mostra in maniera plastica la perturbazione del campo avvenuta per effetto del secondo conduttore mostrando, che ove potesse coprirsi la estremità di quest'ultimo con un cappuccio isolante, per es., di porcellana, sufficientemente spesso e di cui la rigidità elettrostatica sappiamo essere quattro volte quella dell'aria, si sarà potuto realizzare un dispositivo pel quale si ridurrebbe al minimo se non proprio si sopprimerebbe l'esistenza di « *streamers* » su zone abbastanza estese del conduttore stesso. Se ora si considera reso pratico il dispositivo accennato, in modo da adottarlo in una linea aerea, si potrebbe su questo, realizzare zone prive della possibilità di formazione di « *streamers* »: e se queste zone son quelle comprendenti l'attacco del conduttore all'isolatore, si intende come sia possibile diminuire se non addirittura annullare la probabilità di « *streamers* » e conseguenti archi nocivi lungo la catena degli isolatori e sui morsetti di attacco del conduttore.

A questo punto l'Ing. Ferrari mostra all'uditorio un disegno che rappresenta l'applicazione del sistema ad una catena di isolatori sospesi data dall'Ing. Austin al descritto dispositivo e da lui chiamato « *flux control* », che non è altro se non una membratura metallica a forma di V fornita ciascuna estremità dei due rami di un isolatore di porcellana abbastanza spesso.

L'oratore dichiara che in relazione agli argomenti innanzi trattati

gli è occorso assistere a moltissime esperienze eseguite su vari tipi di isolatori applicati a vari tipi di pali. Accenna ad una sola di queste esperienze che definisce comparativa sul comportamento di tre catene di sei elementi, una con morsetto normale, l'altra con corna alla base e la terza con l'applicazione del « flux control ».

Il palo su cui detti isolatori furono montati era simile a quello a sei fili dell'impianto Pescara con conveniente spostamento delle mensole lungo il palo e piccolo prolungamento delle mensole stesse. Le esperienze sono state fatte sospendendo successivamente le catene alla mensola mediana; l'asse della catena poteva spostarsi in modo da farla convergere o divergere dall'asse del palo: gli angoli in gradi centesimali di convergenza o divergenza l'oratore li mostra sull'ascissa di un diagramma già esposto all'uditorio, e nel quale l'ordinata si riferisce a kV, a 70 kc.

Per ottenere lo spostamento dell'asse di una catena di isolatori dalla verticale, si spostava il palo montato su apposito carrello moventesi su di un binario e dall'altra parte la linea era mantenuta fissa perchè convenientemente ancorata in punti fuori del palo. La linea era eccitata da un potente oscillatore che poteva realizzare una tensione sino a 500 kV a 70 kc. La tensione si misurava su di un grosso spinterometro a sfera, precedentemente tarato.

Qui l'ing. Ferrari mostra dai diagrammi l'andamento del valore delle tensioni di scatto di archi sul palo e dai quali emerge il vantaggio della adozione del « flux-control ». E' notevole che solo adottando il « flux-control » l'arco è scattato sempre dal conduttore mantenendo la catena di isolatori ed il relativo morsetto di attacco del conduttore costantemente lontano dalla zona investita dall'arco.

L'oratore aggiunge che il pezzo descritto aggiunto alla base della catena, egualizza sufficientemente la distribuzione della tensione lungo gli elementi della catena stessa, raggiungendo quasi lo stesso effetto del noto anello del Peek, evitando però gli inconvenienti derivanti da questo anello come comodo appoggio ad uccelli di grande dimensione.

Illustra l'azione del sistema « flux control » ed aggiunge che la sua applicazione si limita per ora a non molte reti delle quali però gli effetti sono stati soddisfacenti ma non si può ancora in modo assoluto affermare un responso favorevole da quella grande maestra della vita che è la lunga pratica, dichiarando che ha creduto presentare all'acume dell'intelletto ed alla critica dell'uditorio un sistema semplice e non costoso, che ritiene si mostri molto utile ad aumentare la stabilità del funzionamento delle linee ad altissima tensione.

Un fragoroso applauso accoglie la chiosa della dotta conferenza del valoroso Ing. Ferrari che è vivamente complimentato dal Presidente, dal Sub-Commissario e dai numerosi colleghi del folto uditorio.

Il Presidente riassume e ringrazia l'Ing. Ferrari chiedendo alla assemblea se desidera domandare chiarimenti al valoroso conferenziere.

L'Ing. Focaccia Basilio ritiene opportuno richiamare alla mente dei soci che il « repressore » dell'Ing. Austin è solamente capace di dissipare l'energia posseduta dai transienti ad altissima frequenza, e che quindi esso è quasi completamente inefficace per le frequenze ordinarie. Dimostra tale suo asserto con le stesse esperienze citate nella conferenza del Sig. Ing. Ferrari, ma ancor più da quelle riportate nella memoria originale dell'autore letta alla conferenza internazionale delle grandi reti elettriche tenutasi a Parigi nel 1923; i risultati delle quali deposero in modo veramente lusinghiero per il nuovo sistema di protezione soltanto con frequenze dell'ordine di 70 kilocicli.

Il Prof. Focaccia conclude asserendo che tale è purtroppo la sorte che tocca alla quasi totalità dei sistemi di protezione contro le sovratensioni, i quali hanno bene spesso ufficio unilaterale in quanto prevengono o smaltiscono transienti di una certa famiglia e rimangono parzialmente o completamente sordi a quelli di natura diversa.

L'Ing. Ferrari ringrazia e risponde al Prof. Focaccia dichiarando che egli si riporta al tema della sua conferenza in quanto il dispositivo da lui illustrato serve soltanto a migliorare la stabilità delle linee e non a renderla perfetta in modo assoluto.

L'assemblea è tolta alle ore 23.30.

*

Riunione del 27 novembre 1926.

L'invito è stato diramato con manifesti murali a stampa per offrire al Chiarissimo Ing. Luigi Selmo — benemerito Presidente della Sezione di Napoli, nel triennio 1923-24-25 — una medaglia d'oro ed un artistico album con dedica e con le firme dei soci della Sezione.

La medaglia porta nel « recto », una figura di donna simboleggiante l'Elettrotecnica con la dicitura: « A. E. I. Sezione di Napoli » e nel « retro » un artistico fregio di foglie di quercia e di alloro sormontate dalla dedica. La medaglia è opera del Prof. Ramker, ordinario nel R. Istituto Industriale di Arte di Napoli. L'aula delle adunanze della nostra sede è addirittura gremita.

Presiede il Presidente, Comm. Ing. Giuseppe Domenico Cangia, che apre la seduta alle ore 20.

Segretario: Ing. Carlo Gigante.

E' invitato l'Ing. Vincenzo Gianturco, Segretario del Sindacato Fascista Ingegneri.

Il Presidente legge le numerose adesioni, fra le quali il seguente telegramma degli illustri maestri, Prof. Lombardi e Prof. Vallauri:

« Memori, riconoscenti associansi affettuosa dimostrazione.

LOMBARDI-VALLAURI ».

(Applausi vivissimi).

Legge l'adesione dell'ingegnere Giorgio Catalano — già vice Presidente della Sezione nel triennio dell'Ingegnere Selmo — che si associa con affettuose parole di ammirazione, dolente dell'assenza involontaria perchè costretto da imprescindibili impegni famigliari, ma presente in ispirito; quelle degli ingegneri Eugenio Leanza, Vincenzo Cimorelli, Guido Bourelly, Comm. Ing. Maglione, Luigi d'Amelio, ed altre numerose.

Il Comm. Cangia legge all'assemblea il telegramma da inviare in risposta al Prof. Vallauri:

« Consoci Sezione Napoli riuniti festeggiare triennio Presidenza Selmo memori sue benemerenze nostra Sezione augurano elezione plebiscitaria Vossignoria Presidente generale.

Presidente: CANGIA ».

che è accolto da vive e generali approvazioni del folto uditorio.

Il Presidente nel rivolgere all'Ing. Selmo il sentimento generale di ammirazione per la sua opera faticosa ed intelligente nel triennio 1923-24-25, quale Presidente della Sezione, — opera svoltasi tra non lievi difficoltà e con assai grave personale sacrificio — ricorda che Niccolò Machiavelli nel passo: « De his quos a secretis Principes habent », della sua opera « Il Principe », dice:

« Che un Principe può conoscere il suo Ministro con un metodo che non falla mai. Quando si vede il Ministro pensare più a lui che alla pubblica cosa e che in tutte le azioni vi ricerca dentro l'utile suo, questo, così fatto non sarà mai un buon ministro ed il Principe mai potrà fidarsene, perchè un ministro non deve mai pensare a sè, ma sempre al Principe e non ricordare mai cosa che a lui non appartenga.

« E dall'altro canto, il Principe, per mantenerlo solerte e buono deve pensare al Ministro onorandolo, obbligandoselo con onori e cariche affinché vegga che non può star senza di lui, ecc., ecc. ».

Così — riprende a dire il Comm. Cangia — la nostra Sezione, ammirata ed entusiasta per l'opera e pel sacrificio dell'Ing. Selmo nel triennio della sua presidenza e particolarmente in occasione della XXXª Riunione annuale dell'A. E. I., vuole conferirgli l'attestato di riconoscenza e di affetto con un ricordo, e ringraziarlo qui nella sede già metà di ogni suo palpito, per quanto egli abbia finora operato.

(Il discorso del Comm. Cangia è accolto da vivi e prolungati applausi).

L'Ing. Selmo, visibilmente commosso, risponde ringraziando di cuore il Presidente, Ing. Cangia, per le gentili parole a lui rivolte esprimendosi con assai rara modestia che quello che ha compiuto è stata opera dei colleghi che lo hanno sorretto e che hanno gentilmente collaborato con lui.

La trentunesima riunione annuale riuscì un'affermazione solenne per il fatto che la nostra Associazione ha veramente una tradizione gloriosa.

Egli conserverà questi ricordi offerti tra le cose sue più care che mai si staccheranno da lui.

L'Assemblea fa una lunga, calorosa manifestazione all'Ing. Selmo, applaudendo lungamente in piedi.

Dopo la consegna della medaglia, vi è stato un banchetto offerto da numerosi amici della Sezione all'Ing. Selmo, nel Salone del Gambrinus.

Sedeva al posto d'onore l'Ing. Selmo avente alla sua destra il Presidente, Ing. Cangia ed alla sinistra l'Ing. Gianturco, Segretario del Sindacato Fascista Ingegneri.

Hanno parlato allo champagne, vivamente applauditi, l'Ing. Selmo che ha ringraziato, commosso per la gentile manifestazione a lui rivolta ed ha abbracciato e baciato per tutti il Presidente; il Comm. Cangia che nell'enumerare le benemerenze dell'Ing. Selmo ha ricordato che se questi onori gli vengono conferiti in età così giovanile ciò è auspicio di ben altri e più radiosi trionfi in un non lontano avvenire; e l'Ing. Vincenzo Gianturco che in maniera assai efficace ha avuto per festeggiato parole assai belle e gentili.

Errata - corrige

N. 33 del 25 novembre 1926 - pag. 757:

Articolo RATTI: Turbine idrauliche ed impianti idroelettrici nel Nord-America — Nota a pag. 759, 2ª colonna, leggesi: A. BARBAGELATA - Il metodo chimico-elettrico per la misura della portata dei corsi d'acqua. L'Elettrotecnica, 1926, N. 5, pag. 93 e seguenti.

N. 34 del 5 dicembre 1926 - pag. 796:

SS. Accumulazione dell'energia e accumulatori — Leggesi: E. A. HOXIE - Accumulatori per il comando di apparecchiature azionate elettricamente.

I Soci e gli Abbonati che non avessero ricevuto un numero dell'ELETTROTECNICA potranno avere una seconda copia gratuita purchè ne facciano domanda alla Amministrazione del Giornale (Via San Paolo, 10 - Milano) entro un mese dalla data del fascicolo non ricevuto.

Inventario N. _____

11

11

